

Mayra Caetano de Oliveira
Orientador: Frank César Lopes Veras

UX Design para Monitoramento Sonoro e Saúde de Colmeias

Picos - PI
26 de Junho de 2025

Mayra Caetano de Oliveira
Orientador: Frank César Lopes Veras

UX Design para Monitoramento Sonoro e Saúde de Colmeias

Monografia submetida ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação como requisito parcial para obtenção de grau de Bacharel em Sistemas de Informação. Orientador: Prof. Dr. Frank César Lopes Veras.

Universidade Federal do Piauí
Campus Senador Helvídio Nunes de Barros
Bacharelado em Sistemas de Informação

Picos - PI
26 de Junho de 2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca José Albano de Macêdo

O48d Oliveira, Mayra Caetano de.
UX design para monitoramento sonoro e saúde de colmeias / Mayra Caetano de Oliveira – 2025.
37 f.

1 Arquivo em PDF.
Indexado no catálogo *online* da biblioteca José Albano de Macêdo-CSHNB
Aberto a pesquisadores, com restrições da Biblioteca.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Piauí, Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, Picos, 2025.
“Orientador: Frank César Lopes Veras”.

1. Sistemas informacionais. 2. Tecnologias para monitoramento. 3. Soluções digitais. I. Oliveira, Mayra Caetano de. II. Veras, Frank César Lopes. III. Título.

CDD 005.7

Elaborada por Maria Letícia Cristina Alcântara Gomes
Bibliotecária CRB n° 03/1835

UX DESIGN PARA MONITORAMENTO SONORO E SAÚDE DE COLMEIAS

MAYRA CAETANO DE OLIVEIRA

Monografia aprovada como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Data de Aprovação

Picos – PI, 26 de JUNHO de 2025

Documento assinado digitalmente
 **FRANK CESAR LOPES VERAS**
Data: 07/07/2025 16:41:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Frank César Lopes Vêras

Documento assinado digitalmente
 **JULIANA OLIVEIRA DE CARVALHO**
Data: 08/07/2025 09:33:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Juliana Oliveira de Carvalho

Documento assinado digitalmente
 **DENNIS SAVIO MARTINS DA SILVA**
Data: 08/07/2025 09:44:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dennis Sávio Martins da Silva

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me sustentado e guiado durante toda essa trajetória. Aos meus pais, Ailton e Rosinery, sou profundamente grata pelo apoio incondicional, pela paciência e pelo incentivo constante para que eu nunca desistisse. Aos meus irmãos, Myllena, Matheus e Maryanne, agradeço por sempre me motivarem e acreditarem no meu potencial, mesmo nos momentos mais desafiadores.

Estendo meus agradecimentos aos professores Deborah, Alcilene e Frank, cujas orientações, conselhos e ensinamentos foram fundamentais para a realização deste trabalho. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização desta etapa, deixo minha sincera gratidão.

"Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou teu Deus; eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento com a destra da minha justiça." (Isaías 41:10)

Resumo

O monitoramento da saúde de colmeias é um desafio recorrente para apicultores, especialmente em contextos rurais onde o acesso a tecnologias digitais é limitado. Diante disso, no contexto do projeto Zumbbedo – uma iniciativa voltada ao uso de tecnologia acessível na apicultura – foi desenvolvido e avaliado o protótipo de um aplicativo móvel com foco em usabilidade e acessibilidade, considerando as reais necessidades dos apicultores. O objetivo principal foi aplicar princípios de *UX Design* para criar uma solução digital que atendesse às necessidades de apicultores, promovendo uma experiência de uso simples, eficiente e acessível. A metodologia envolveu o levantamento de dados, elaboração de fluxogramas, prototipação de baixa e alta fidelidade e a realização de testes de usabilidade em duas etapas: uma preliminar, voltada à validação da estrutura do teste, e outra com usuários finais. A análise qualitativa e quantitativa dos dados coletados indicou que a maioria dos participantes considerou a interface fácil de usar, com navegação intuitiva e visual agradável. O estudo também revelou pontos de melhoria, como a necessidade de tornar mais clara a proposta do protótipo não funcional. Como resultado, o projeto demonstrou o potencial do *design* centrado no usuário para o desenvolvimento de soluções tecnológicas no contexto da apicultura, contribuindo para a inclusão digital no campo.

Palavras-chaves: UX Design. Apicultura. Aplicativo móvel. Teste de usabilidade. Interface.

Abstract

Monitoring hive health is a recurring challenge for beekeepers, especially in rural areas with limited access to digital technologies. In this context, the *Zumbeedo* project – an initiative focused on promoting accessible technology in beekeeping – developed and evaluated a mobile application prototype with an emphasis on usability and accessibility, based on the real needs of users. The main objective was to apply *UX Design* principles to create a simple, efficient, and inclusive digital solution. The methodology included data collection with beekeepers, development of navigation flowcharts, low- and high-fidelity prototyping, and usability testing conducted in two stages: a preliminary one to validate the test structure, and another with end users. Results indicated that most participants found the interface intuitive, easy to use, and visually pleasant. Some improvement points were also identified, such as the need to better clarify the purpose of the non-functional prototype. The study demonstrated the potential of user-centered design for the development of technological solutions in the context of beekeeping, contributing to digital inclusion in rural areas.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Abordagem de Design Centrado no Usuário. Fonte: Elaborado pela autora.	14
Figura 2 – Estágios do Processo de Design UX. Fonte: Elaborado pela autora. . .	16
Figura 3 – Metodologia do <i>Design Thinking</i> . Fonte: Elaborado pela autora.	17
Figura 4 – Estrutura de um Fluxograma de Navegação. Fonte: Elaborado pela autora.	19
Figura 5 – Diretrizes WCAG. Fonte: Elaborado pela autora.	20
Figura 6 – Faixa etária dos participantes do questionário.	24
Figura 7 – Fluxograma de navegação do aplicativo da Zumbeedo	26
Figura 8 – <i>Wireframe</i> desenvolvido para a interface do aplicativo Zumbeedo. . . .	27
Figura 9 – Principais telas do protótipo interativo do aplicativo Zumbeedo.	28

Lista de tabelas

Tabela 1 – Comparação de trabalhos relacionados.	22
Tabela 2 – Distribuição dos participantes por município.	25
Tabela 3 – Perfil dos participantes da avaliação.	32
Tabela 4 – Respostas às perguntas quantitativas (escala Likert 1 a 5).	33
Tabela 5 – Dificuldades Relatadas nas Tarefas de Avaliação	34

Lista de abreviaturas e siglas

DCU	Design Centrado no Usuário
IA	Inteligência Artificial
IHC	Interação Humano-Computador
UX	User Experience (Experiência do Usuário)
WCAG	Web Content Accessibility (Acessibilidade para conteúdo da Web)

Sumário

1	Introdução	12
2	Referencial Teórico	14
2.1	Design Centrado no Usuário (DCU)	14
2.2	Experiência do Usuário (UX)	15
2.3	Metodologias de Design de UX	16
2.4	Fluxograma de Navegação	18
2.5	Acessibilidade e Inclusão na UX	19
2.6	Tecnologias de Monitoramento Apícola	20
3	Trabalhos Relacionados	21
4	Capítulo de Desenvolvimento	24
4.1	Aquisição dos Dados	24
4.2	Elaboração do Fluxograma de Navegação	26
4.3	Design da Interface	26
4.4	Testes de Usabilidade	30
4.4.1	Etapa preliminar de validação da estrutura do teste	30
4.4.2	Teste de Usabilidade com Usuários Finais	31
4.5	Avaliação/Estudos de Caso	32
4.5.1	Perfil dos Participantes	32
4.5.2	Resultados Quantitativos	33
4.5.3	Percepções Qualitativas	34
5	Conclusão	35
	Referências	37

1 Introdução

A saúde das abelhas e a sustentabilidade dos ecossistemas têm ganhado crescente atenção diante do preocupante declínio das populações de abelhas em diversas regiões do mundo (FERREIRA et al., 2022). Responsáveis por grande parte da polinização das plantas cultivadas e silvestres, as abelhas são fundamentais para a manutenção da biodiversidade e para a segurança alimentar global. A ausência dessas polinizadoras pode acarretar perdas significativas na produção agrícola e impactar diretamente os ecossistemas naturais. Diante desse cenário alarmante, diversas iniciativas têm buscado desenvolver soluções tecnológicas que possibilitem o monitoramento contínuo da saúde das colmeias, promovendo práticas apícolas mais eficientes e sustentáveis.

A utilização de sensores acústicos para o monitoramento sonoro das colmeias tem se mostrado uma técnica promissora. Por meio da captação dos sons emitidos pelas abelhas, é possível detectar padrões de comportamento e identificar potenciais problemas de saúde nas colônias (GOMES; NETO, 2023). No entanto, a integração de tecnologias digitais no manejo das colmeias ainda esbarra em limitações técnicas e sociais (OLIVEIRA et al., 2023). Muitos apicultores, especialmente os de pequeno porte, não possuem familiaridade com tecnologias digitais e encontram dificuldades em utilizar ferramentas que envolvam análise de dados complexos. Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de uma interface que seja não apenas funcional, mas também intuitiva e de fácil uso.

É nesse ponto que o design da Experiência do Usuário (*UX - User Experience*) se apresenta como uma abordagem estratégica, permitindo o desenvolvimento de soluções que consideram as reais necessidades, habilidades e contextos de uso dos usuários. Projetar uma boa experiência do usuário vai além da estética: trata-se de criar produtos úteis, fáceis de usar e coerentes com o contexto dos usuários (GARRETT, 2011). Assim, o *UX Design* busca alinhar objetivos de negócio e tecnologia às reais expectativas das pessoas, promovendo experiências mais eficazes e satisfatórias.

Nesse sentido, o presente estudo insere-se no contexto do projeto *Zumbeedo*¹, uma iniciativa colaborativa voltada ao monitoramento sonoro da saúde das colmeias. A contribuição desta pesquisa concentra-se exclusivamente no desenvolvimento do protótipo visual da interface do aplicativo e na condução de testes de usabilidade com usuários, tendo como principal objetivo a validação da proposta concebida. A implementação técnica do sistema, por sua vez, será responsabilidade de outros integrantes da equipe de desenvolvimento.

Além de contribuir para o avanço da apicultura sustentável por meio dessa abordagem, este trabalho também busca promover uma discussão mais ampla sobre a importância do Design Centrado no Usuário (DCU) na construção de tecnologias inclusivas. A Experiência

¹ <https://zumbeedo.com.br>

do Usuário abrange todos os aspectos da interação entre o usuário e o produto, serviço ou sistema, o que implica considerar fatores emocionais, cognitivos e contextuais no processo de *design* (NORMAN, 2013). Assim, ao desenvolver uma interface intuitiva, acessível e adaptada aos diferentes perfis de usuários, este estudo contribui para o fortalecimento das práticas de *UX Design* em áreas com forte impacto socioambiental.

Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é **demonstrar que é possível melhorar a usabilidade e a acessibilidade de ferramentas de monitoramento apícola** por meio do desenvolvimento de um protótipo de interface móvel baseado em princípios de Experiência do Usuário (*UX*). O sucesso do objetivo será verificado a partir da análise de métricas qualitativas e quantitativas aplicadas a uma pré-avaliação com usuários reais, considerando critérios como facilidade de uso, clareza das informações e navegabilidade da interface. Para alcançar esse objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. Avaliar criticamente a literatura existente sobre o monitoramento sonoro de colmeias, identificando limitações de usabilidade e oportunidades de melhoria nas soluções tecnológicas atuais.
2. Definir critérios de usabilidade e acessibilidade relevantes para o contexto apícola, considerando perfis de usuários com diferentes níveis de familiaridade com tecnologia.
3. Desenvolver um protótipo funcional de interface do aplicativo **Zumbeedo**, integrando elementos visuais e interativos projetados de acordo com os critérios definidos.
4. Comprovar a eficácia da interface desenvolvida em termos de clareza, usabilidade e acessibilidade, através de métodos de avaliação de *UX* (com testes de usabilidade, questionários com usuários reais e escala *Likert*).
5. Validar a aplicabilidade do protótipo no contexto do monitoramento apícola, por meio da análise dos resultados da avaliação empírica, verificando se o protótipo atende aos requisitos de *design* propostos.

2 Referencial Teórico

Esta Seção apresenta os conceitos fundamentais para a compreensão do pré-projeto. As seções incluem conceitos sobre Design Centrado no Usuário, Experiência de Usuário (UX), Tecnologias de Monitoramento agrícola, Acessibilidade e Inclusão na UX.

2.1 Design Centrado no Usuário (DCU)

O conceito de Design Centrado no Usuário (DCU) teve sua gênese no livro "*User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*" (NORMAN; DRAPER, 1986). No terceiro capítulo dessa obra, os autores destacam a importância crucial de direcionar o desenvolvimento de sistemas para as pessoas, em vez de se concentrarem exclusivamente na tecnologia. Eles enfatizam que o cerne do DCU reside em compreender profundamente as necessidades e demandas dos usuários. Ele é realizado por meio de um processo iterativo constantemente definido em 4 fases, tal como é apresentado pela Figura 1 a seguir.

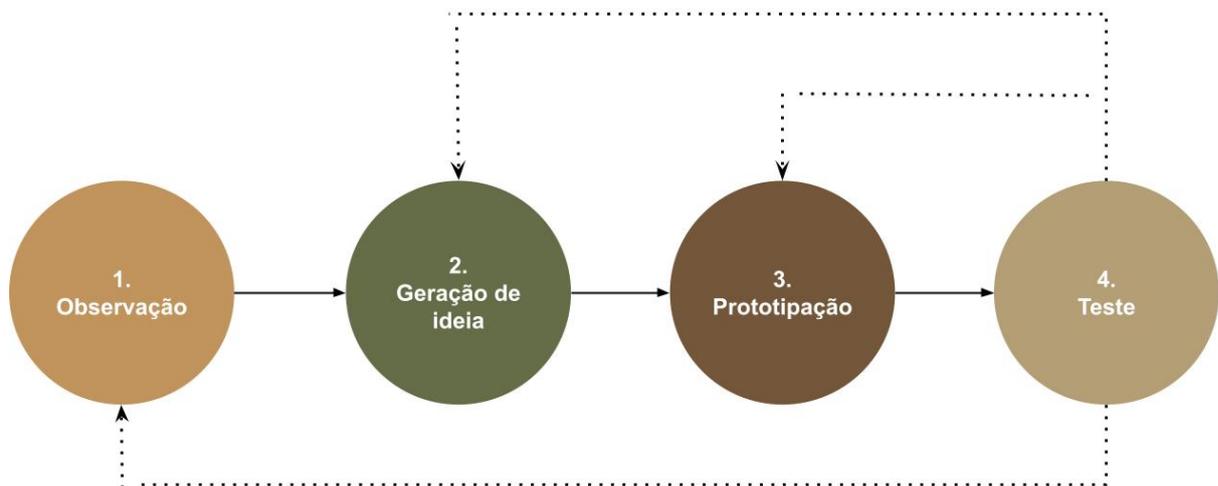


Figura 1 – Abordagem de Design Centrado no Usuário. Fonte: Elaborado pela autora.

Durante a fase de observação, busca-se compreender o uso do produto por meio de entrevistas, questionários e observações diretas. Na geração de ideias, propõem-se diferentes soluções — muitas vezes por meio de sessões de *brainstorming* — com o intuito de criar um conceito sólido. A fase de prototipagem foca na criação de versões rápidas e econômicas para testes e avaliações posteriores.

Além de ser um dos pilares fundamentais da área de Interação Humano-Computador (IHC) — campo da computação que estuda, projeta e avalia a interação entre pessoas e sistemas computacionais, buscando desenvolver interfaces que sejam eficazes, eficientes e satisfatórias para os usuários (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005), o Design Centrado no Usuário (DCU) se consolidou como um paradigma essencial em diversos campos, como *design* de produtos, arquitetura da informação e desenvolvimento de serviços.

Na IHC, o DCU orienta-se pela compreensão profunda das necessidades, contextos, limitações e comportamentos dos usuários, buscando otimizar a qualidade da interação entre humanos e sistemas. Sua abordagem holística reconhece a diversidade de perfis dos usuários, propondo soluções adaptáveis, inclusivas e flexíveis (SOUSA; BARBOSA; MESQUITA,). Ao considerar os usuários como protagonistas da interação, o DCU visa não apenas atender, mas superar suas expectativas, promovendo experiências mais eficientes, intuitivas e significativas.

Nesse contexto, a prática do DCU envolve uma variedade de métodos, desde pesquisas etnográficas até testes de usabilidade, sempre com o foco em compreender profundamente os usuários e suas interações com os sistemas desenvolvidos (AZEVEDO; GIBERTONI, 2020). A integração contínua do *feedback* ao longo de todas as fases do *design* permite a melhoria constante das soluções, garantindo que estas permaneçam alinhadas às necessidades reais dos usuários.

2.2 Experiência do Usuário (UX)

A Experiência do Usuário (UX) é um campo interdisciplinar que se concentra na criação de produtos digitais que sejam intuitivos, eficazes e agradáveis de usar. O processo de UX envolve várias etapas, desde a pesquisa inicial até o lançamento e a evolução contínua do produto (NORMAN, 2006). Através da Figura 2, exibida logo abaixo, é possível observar as principais etapas desse processo. A primeira etapa é a **Pesquisa**, na qual os *designers* buscam compreender profundamente os usuários, seus comportamentos, necessidades e desafios. Para isso, são aplicadas metodologias como entrevistas, observações, questionários e análise de dados, permitindo mapear o público-alvo e os contextos de uso.

Em seguida, ocorre a segunda fase, denominada “**Ideias e Protótipo**”, que tem como objetivo transformar os dados obtidos na pesquisa em soluções tangíveis. Nessa etapa, os *designers* desenvolvem protótipos e propostas de interface, que são testados com os usuários. Esse é um momento essencial de *design* iterativo, no qual o *feedback* recebido direciona ajustes e refinamentos contínuos, buscando aprimorar tanto a usabilidade quanto a experiência geral do produto (WITTE, 2024). É comum realizar múltiplas iterações de prototipagem e testes até alcançar uma solução adequada e centrada nas reais necessidades dos usuários.

Na sequência, inicia-se a terceira fase, chamada “**Testar e Iterar**”, que consiste na

realização de testes mais estruturados com os protótipos, avaliando a navegabilidade, a arquitetura da informação e a efetividade das interações propostas. Essa fase é fundamental para identificar pontos de melhoria antes da finalização do *design*.

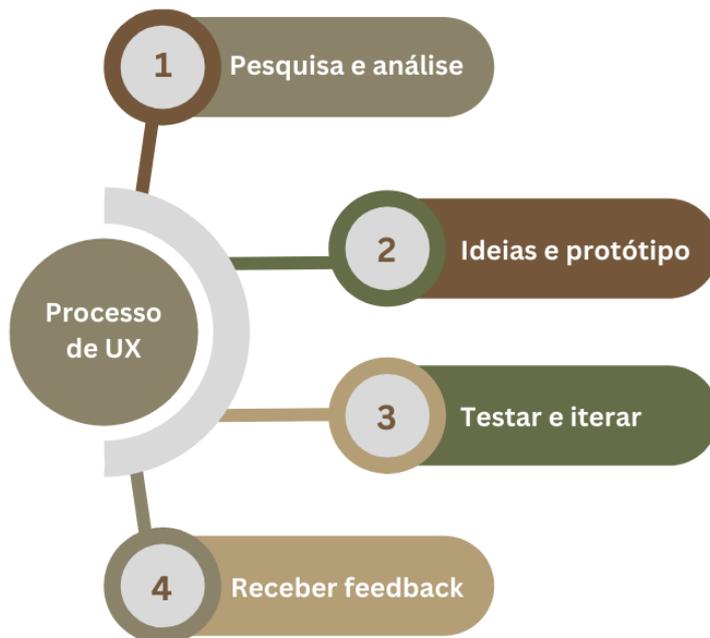


Figura 2 – Estágios do Processo de Design UX. Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, a quarta etapa, denominada **“Receber Feedback”**, acontece após o lançamento do produto, quando os *designers* continuam acompanhando o uso real, analisando métricas, coletando opiniões dos usuários e realizando ajustes contínuos. Essa prática garante que a solução se mantenha relevante, funcional e alinhada às necessidades do público (FILHO, 2024).

Dessa forma, o processo de UX não se limita apenas a aspectos estéticos ou técnicos, mas prioriza a construção de experiências que sejam úteis, intuitivas e significativas. Aplicar essa abordagem garante que o desenvolvimento do produto, além de atender aos requisitos funcionais, esteja profundamente alinhado às expectativas e ao contexto dos usuários. Isso resulta não apenas em maior satisfação, mas também em maior engajamento, fidelização e sucesso do produto no mercado.

2.3 Metodologias de Design de UX

No campo do UX Design, diversas metodologias e diretrizes auxiliam na criação de interfaces mais eficazes e centradas no usuário. Duas abordagens amplamente utilizadas são as Heurísticas de Usabilidade de Nielsen e o *Design Thinking*, ambas complementares na identificação de problemas e na proposição de soluções voltadas à experiência do usuário. Propostas por Jakob Nielsen e Rolf Molich (NIELSEN; MOLICH, 1990), as Heurísticas de Usabilidade são um conjunto de dez princípios que orientam a avaliação da

qualidade de interfaces. Elas servem como guia para identificar problemas de usabilidade de forma rápida e eficiente, sendo amplamente utilizadas em testes heurísticos e revisões de interfaces digitais. Os princípios incluem:

1. Visibilidade do status do sistema;
2. Correspondência entre o sistema e o mundo real;
3. Controle e liberdade do usuário;
4. Consistência e padrões;
5. Prevenção de erros;
6. Reconhecimento em vez de memorização;
7. Flexibilidade e eficiência de uso;
8. Design estético e minimalista;
9. Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros;
10. Ajuda e documentação.

Essas heurísticas foram utilizadas neste trabalho como referência para a construção e a avaliação da interface do protótipo, contribuindo para a criação de um sistema mais claro, intuitivo e eficaz.

Já o *Design Thinking* é uma abordagem iterativa e centrada no ser humano que visa à resolução criativa de problemas (BROWN, 2009). Conforme ilustrado na Figura 3, esse método é composto por cinco etapas principais: **Empatia**, **Definição**, **Ideação**, **Prototipagem** e **Teste**.



Figura 3 – Metodologia do *Design Thinking*. Fonte: Elaborado pela autora.

Neste estudo, o *Design Thinking* guiou todas as etapas do processo de desenvolvimento. Na fase de **Empatia**, foram realizadas entrevistas com apicultores para compreender seus desafios. A etapa de **Definição** permitiu organizar os dados e transformar as dores dos

usuários em problemas de design. A fase de **Ideação** gerou soluções que equilibravam usabilidade e simplicidade. Em seguida, essas ideias foram transformadas em protótipos de baixa e alta fidelidade na etapa de **Prototipagem**, e, por fim, foram validadas por meio de testes com usuários reais na fase de **Teste**.

Essa combinação entre as Heurísticas de Nielsen e o *Design Thinking* proporcionou uma abordagem robusta para o desenvolvimento de uma interface acessível e alinhada às necessidades reais dos apicultores, promovendo uma experiência de uso mais intuitiva e inclusiva.

Outras abordagens relevantes no campo do DCU incluem o *Lean UX* (Design Enxuto para UX), que enfatiza a colaboração ágil e a experimentação contínua. Essa metodologia prioriza a formulação rápida de hipóteses de design, as quais são validadas ou refutadas por meio de testes frequentes com usuários, promovendo ciclos curtos de aprendizado e aprimoramento (FERREIRA, 2022).

Independentemente da metodologia adotada, o principal objetivo das abordagens de *UX Design* é promover uma postura centrada no usuário. Isso implica que os *designers* mantenham foco constante na compreensão dos desafios e desejos dos usuários, desenvolvendo soluções que atendam a essas demandas de maneira eficaz e eficiente.

2.4 Fluxograma de Navegação

No campo do UX, o fluxograma de navegação representa uma ferramenta fundamental para a visualização e compreensão da jornada do usuário através de um sistema digital. Embora seja uma prática consolidada, a pesquisa acadêmica sobre fluxos de usuário ainda é limitada (LU et al., 2024). Esses diagramas são cruciais para mapear interações e caminhos que o usuário percorre para alcançar objetivos, desde o início até a conclusão de uma tarefa. Eles permitem que designers antecipem e otimizem a experiência, identificando pontos de maior interação e garantindo uma interface intuitiva e eficiente, alinhada às necessidades do público-alvo. Um exemplo visual da estrutura de um fluxograma de navegação pode ser observado na Figura 4.

A eficácia do fluxograma de navegação está em sua capacidade de trazer clareza e coerência ao processo de *design*, melhorando a comunicação entre equipes e *stakeholders* (partes interessadas). A experiência do usuário é construída em camadas, e o fluxo de navegação se encaixa nas camadas de estrutura e esqueleto, onde a arquitetura da informação e o design de interação guiam o usuário de forma lógica (GARRETT, 2011). A otimização contínua desses fluxos, por meio de testes e análises, é vital para que o produto final não só atenda aos requisitos funcionais, mas também proporcione uma experiência agradável. Princípios como simplificação da estrutura, consistência visual e facilitação da orientação são fundamentais para aprimorar a navegação e a satisfação do usuário final.

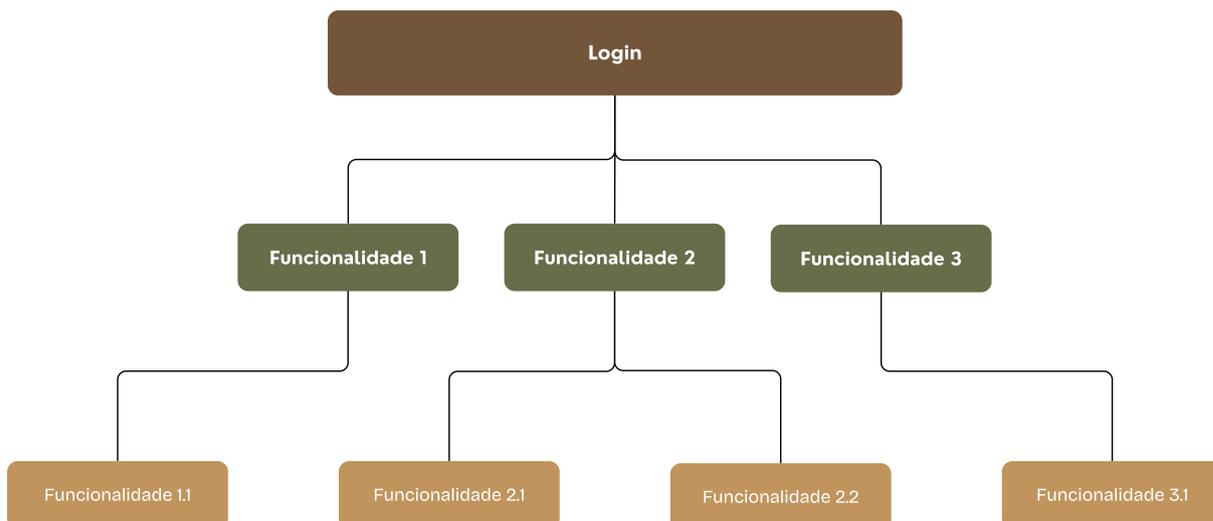


Figura 4 – Estrutura de um Fluxograma de Navegação. Fonte: Elaborado pela autora.

2.5 Acessibilidade e Inclusão na UX

A acessibilidade e inclusão na Experiência do Usuário (UX) referem-se à prática de criar produtos digitais que sejam utilizáveis por todas as pessoas, independentemente de suas habilidades ou limitações (ZABINI, 2021). Uma abordagem centrada na acessibilidade reconhece que a diversidade de usuários é uma parte fundamental do *design* e busca eliminar barreiras que possam impedir o acesso e a participação de qualquer pessoa.

Para garantir a acessibilidade, os *designers* de UX seguem diretrizes e padrões estabelecidos, como as *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG — Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo da Web), que fornecem orientações específicas para tornar conteúdos da web mais acessíveis (W3C, 2023). A Figura 5 apresenta os quatro princípios fundamentais do WCAG: perceptível, operável, compreensível e robusto.

O princípio **perceptível** assegura que as informações sejam apresentadas de forma que todos possam perceber, por meio de alternativas como textos descritivos, legendas e contraste adequado. **Operável** garante que os usuários consigam interagir com a interface, utilizando, por exemplo, teclado ou outros dispositivos, além de evitar conteúdos que possam causar desconforto, como flashes. Já o princípio **compreensível** foca em tornar o conteúdo e a navegação claros e previsíveis, com instruções objetivas e prevenção de erros. Por fim, **robusto** exige que o conteúdo seja desenvolvido com códigos e estruturas compatíveis com diferentes navegadores e tecnologias assistivas, garantindo acessibilidade mesmo com as evoluções tecnológicas (SOUZA, 2023).

No desenvolvimento deste projeto, as diretrizes da WCAG foram aplicadas com o intuito de tornar a interface do aplicativo mais acessível. Foram considerados aspectos como contraste adequado entre texto e fundo, uso de descrições alternativas para imagens, navegação intuitiva e suporte a diferentes dispositivos e formas de interação, buscando atender às demandas de usuários com diversos tipos de limitações.

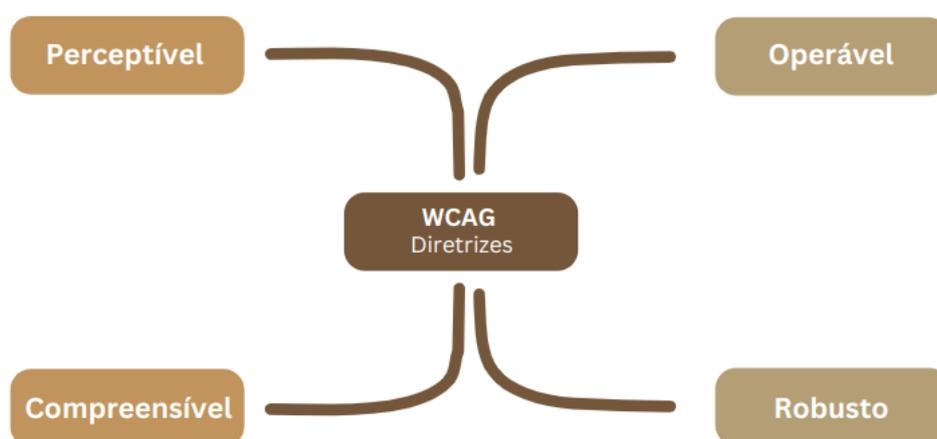


Figura 5 – Diretrizes WCAG. Fonte: Elaborado pela autora.

Além do atendimento às diretrizes de acessibilidade, os *designers* de UX empenham-se em criar produtos inclusivos e acolhedores para todos os usuários. Isso envolve a consideração de diferentes necessidades e preferências, como a oferta de opções de personalização e adaptação, permitindo que cada usuário ajuste configurações conforme suas particularidades.

Por fim, a acessibilidade e a inclusão na UX não beneficiam apenas pessoas com deficiência, mas aprimoram a experiência para todos os usuários. Ao desenvolver produtos acessíveis e inclusivos, os *designers* ampliam o alcance do público, promovem a igualdade no acesso à tecnologia e contribuem para um ambiente digital mais justo e acolhedor.

2.6 Tecnologias de Monitoramento Apícola

As tecnologias de monitoramento apícola desempenham um papel crucial na gestão e saúde das colmeias, fornecendo aos apicultores observações relevantes sobre o comportamento das abelhas e as condições ambientais ao redor das colmeias (MESQUITA *et al.*, 2020). Uma das tecnologias mais promissoras nesse campo são os sensores sonoros, que captam e analisam os padrões de zumbido emitidos pelas abelhas. Esses padrões podem fornecer informações sobre o estado de saúde das colmeias, a presença de rainhas, a atividade das abelhas e até mesmo a ocorrência de eventos incomuns, como a presença de predadores (KULYUKIN; MUKHERJEE; AMLATHE, 2018).

O uso de tecnologias de monitoramento apícola não só ajuda os apicultores a manterem suas colmeias saudáveis e produtivas, mas também contribui para a pesquisa científica sobre o comportamento das abelhas e os fatores que afetam sua sobrevivência. Ao coletar dados precisos e em tempo real sobre as colmeias, os pesquisadores podem estudar melhor as tendências e padrões e desenvolver estratégias mais eficazes para proteger as populações de abelhas e garantir a segurança alimentar e a biodiversidade (ZACEPINS; STALIDZANS; MEITALOVS, 2012).

3 Trabalhos Relacionados

A literatura sobre Design Centrado no Usuário (DCU) e Experiência do Usuário (UX) é ampla, com estudos que exploram tanto fundamentos teóricos quanto aplicações práticas. [Leite et al. \(2024\)](#) propõem uma abordagem voltada ao ensino de UX Design, com foco na criação de produtos digitais mais intuitivos e acessíveis. O trabalho aborda princípios de IHC, psicologia do design e heurísticas de Nielsen ([NIELSEN; MOLICH, 1990](#)), além de incluir atividades práticas de prototipagem com Figma. A oficina enfatiza etapas essenciais como pesquisa com usuários, definição de personas — representações fictícias dos usuários — e mapeamento da jornada do usuário. Essa abordagem dialoga com os objetivos do presente trabalho, que amplia tais princípios ao aplicá-los em um contexto rural real, com foco em acessibilidade e promoção da inclusão digital.

Outro estudo que se destaca pela aplicação do *Design Thinking* em projetos digitais é o de [Barbosa \(2025\)](#). O autor desenvolveu o sistema *WantPet*, voltado à facilitação do processo de adoção de animais, aplicando todas as etapas da metodologia — empatia, definição, ideação, prototipação e testes. A estruturação do projeto incluiu levantamento de requisitos, fluxogramas de navegação e protótipos interativos desenvolvidos no Figma. A validação foi feita por meio de *benchmarking* com plataformas já existentes. Embora o contexto de aplicação seja diferente do projeto Zumbeedo, ambos compartilham a adoção de metodologias centradas no usuário e o compromisso com soluções de impacto social. A principal diferença está no fato de que o Zumbeedo foi testado diretamente com usuários reais em zonas rurais, incluindo aspectos de acessibilidade digital.

No campo da acessibilidade digital, destaca-se o trabalho de [COSTA et al. \(2023\)](#), que desenvolveu material didático sobre propriedade intelectual direcionado à comunidade acadêmica com deficiência auditiva e visual. A proposta foi estruturada com base em recursos como audiodescrição, legendas e tradução em Libras, seguindo as diretrizes das WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*). Além disso, foi utilizada uma metodologia mista (qualitativa e quantitativa) para mapear bibliotecas universitárias e validar a solução com usuários finais. Embora voltado à educação institucional, o estudo reforça a importância de incorporar práticas acessíveis no desenvolvimento de produtos digitais, o que também é considerado no presente trabalho.

No setor apícola, [Voudiotis, Moraiti e Kontogiannis \(2022\)](#) propõem um sistema de monitoramento inteligente de colmeias com base em técnicas de *deep learning*. O sistema utiliza sensores para a coleta de dados acústicos, processados por redes neurais convolucionais (CNNs) com o objetivo de identificar padrões comportamentais e sinais de estresse nas colônias. Apesar da sofisticação técnica, os autores apontam que a adoção dessa tecnologia ainda depende da capacidade dos apicultores interpretarem corretamente os resultados. Diferentemente dessa abordagem, o projeto Zumbeedo foca na criação de uma

interface acessível e de fácil uso, mesmo para usuários com baixa familiaridade tecnológica, buscando tornar as soluções digitais mais compreensíveis e utilizáveis no contexto rural.

Por fim, o estudo de [Buainain, Cavalcante e Consoline \(2021\)](#) traça um panorama da agricultura digital no Brasil, destacando os desafios enfrentados por pequenos produtores, como a baixa conectividade, a falta de capacitação técnica e a carência de soluções adequadas ao contexto rural. Os autores defendem políticas públicas que ampliem o acesso às tecnologias digitais. Essa perspectiva converge com os objetivos do Zumbbedo, ao propor uma solução inclusiva e adaptada ao campo, reforçando o papel do design centrado no usuário na promoção da transformação digital em áreas rurais.

A Tabela 1 apresenta uma síntese comparativa dos trabalhos discutidos nesta seção, destacando seus objetivos, metodologias e principais contribuições. Essa análise permite situar o desenvolvimento do projeto Zumbbedo dentro do panorama mais amplo das pesquisas em UX Design, acessibilidade digital e tecnologias aplicadas ao meio rural.

Tabela 1 – Comparação de trabalhos relacionados.

Critério	Leite (2024)	Barbosa (2025)	Costa (2023)	Voudiotis et al. (2022)	Buainain (2021)	Este Trabalho
Objetivo	Ensinar princípios de UX Design de forma prática e acessível	Facilitar adoção de animais via sistema digital com base em Design Thinking	Produzir conteúdo acessível sobre propriedade intelectual para pessoas com deficiência	Monitorar colmeias com IA e análise de áudio	Avaliar o panorama da agricultura digital no Brasil e os desafios da inclusão digital no campo	Desenvolver uma interface acessível para o monitoramento apícola com foco em UX Design
Metodologia	Oficina com atividades de prototipagem, definição de personas e jornada do usuário	Aplicação completa da metodologia DT (empatia à validação); uso de Figma e benchmarking	Uso de audiodescrição, Libras e legendas; validação com usuários reais	Coleta de dados com sensores acústicos e uso de CNNs para análise de comportamento	Estudo técnico com análise de políticas públicas, infraestrutura e perfil dos pequenos produtores	Levantamento de requisitos com apicultores, prototipação no Figma e testes de usabilidade com usuários reais
Principais Achados	Abordagem prática e educativa promove melhor compreensão de UX	Processo iterativo gera soluções digitais com impacto social	Inclusão digital educacional por meio de práticas acessíveis baseadas nas WCAG	Aplicação de deep learning em apicultura com limitações na interpretação pelo usuário	Necessidade de soluções acessíveis e políticas inclusivas para o campo	Interface validada com foco em usabilidade e acessibilidade para apicultores rurais
Tecnologias Empregadas	Prototipagem em papel e digital, construção de personas, jornadas do usuário	Figma, <i>benchmarking</i> , entrevistas e testes de validação	Audiodescrição, Libras, legendas, diretrizes WCAG	Sensores acústicos, redes neurais convolucionais (CNNs)	Diagnóstico técnico de infraestrutura e TICs rurais	Figma, testes de usabilidade, heurísticas de usabilidade, design centrado no usuário
Contribuição	Formação de designers com foco em experiência do usuário	Solução digital com impacto social e validação prática	Educação inclusiva com foco em acessibilidade digital	Aplicação de IA à apicultura com análise de comportamento das colmeias	Base conceitual para soluções inclusivas como o Zumbbedo	Solução validada para apicultura inclusiva e acessível

Esses trabalhos ressaltam a importância de compreender profundamente os usuários, aplicar metodologias rigorosas e garantir acessibilidade e inclusão no *design* de produtos digitais. A tabela apresentada facilita a identificação de lacunas e oportunidades, situando o desenvolvimento do protótipo do aplicativo Zumbbedo dentro do panorama mais amplo das pesquisas em *UX Design* e tecnologias voltadas para a saúde das colmeias.

O presente trabalho envolveu desde a identificação das necessidades de apicultores e pesquisadores até o desenvolvimento de uma interface intuitiva e acessível, guiado por uma abordagem de DCU. No próximo capítulo, serão detalhados os processos de design, os testes de usabilidade realizados, as tecnologias utilizadas e os resultados obtidos. Também será discutido como o aplicativo pode contribuir para a sustentabilidade da apicultura, ao promover um monitoramento inclusivo e eficiente da saúde das abelhas, oferecendo suporte informativo a apicultores com diferentes níveis de familiaridade tecnológica.

4 Capítulo de Desenvolvimento

Este capítulo descreve as etapas realizadas para o desenvolvimento da proposta deste trabalho, que consiste na construção da interface de um aplicativo para monitoramento da saúde de colmeias. As atividades foram conduzidas seguindo uma abordagem centrada no usuário, fundamentada na metodologia *Design Thinking*, nos princípios do DCU e alinhada às diretrizes de acessibilidade do WCAG. As etapas principais compreenderam a coleta de requisitos, o *design* da interface de usuário, a realização de testes de usabilidade e a análise dos dados obtidos durante o processo.

4.1 Aquisição dos Dados

Para garantir que o *design* do aplicativo Zumbeedo atenda às reais necessidades dos apicultores, foi realizada uma coleta de dados diretamente com usuários potenciais por meio de um questionário. Ao todo, participaram da pesquisa 26 apicultores, com idades que variam entre 20 e mais de 50 anos, sendo que a faixa etária predominante dos representantes, foi de 50 anos ou mais, conforme ilustrado na Figura 6.

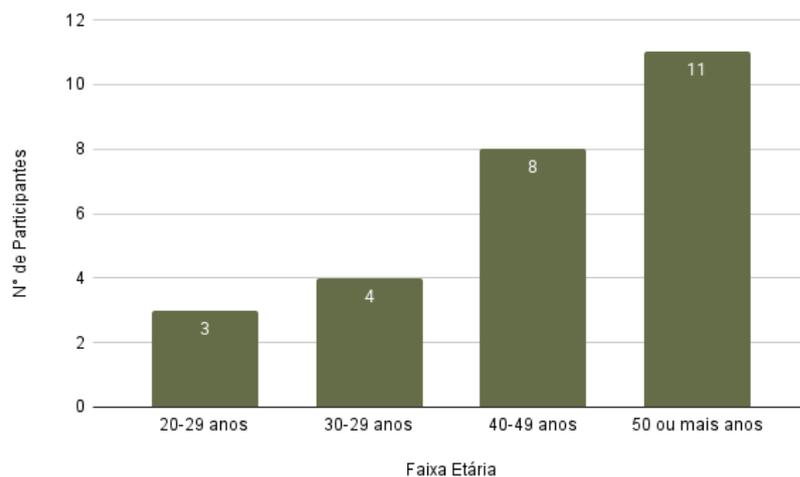


Figura 6 – Faixa etária dos participantes do questionário.

Os participantes estão distribuídos em diversos municípios dos estados do Piauí e Ceará, abrangendo tanto zonas urbanas quanto rurais. As cidades incluídas na pesquisa foram: Campo Maior (PI), Jacobina do Piauí (PI), São Miguel do Tapuio (PI), Monsenhor Gil (PI), Virador – Lagoa do Benedito (PI), São Francisco de Assis (PI), Acauã (PI), São Miguel do Fidalgo (PI), Bela Vista/Retiro Velho (PI), Teresina – Bairro Monsenhor Gil (PI) e Independência (CE). A Tabela 2 apresenta a distribuição dos participantes por município.

Tabela 2 – Distribuição dos participantes por município.

Município	Nº de Participantes
Campo Maior (PI)	3
Jacobina do Piauí (PI)	2
São Miguel do Tapuio (PI)	2
Monsenhor Gil (PI)	2
Virador – Lagoa do Benedito (PI)	1
São Francisco de Assis (PI)	2
Acauã (PI)	4
São Miguel do Fidalgo (PI)	2
Bela Vista/Retiro Velho (PI)	2
Teresina – Bairro Monsenhor Gil (PI)	3
Independência (CE)	3
Total	26

Essa diversidade de localidades garantiu que os dados contemplassem diferentes realidades de manejo, desafios ambientais e práticas produtivas, contribuindo para o desenvolvimento de uma solução mais aderente ao contexto dos apicultores da região.

O formulário aplicado abordou aspectos relacionados aos principais desafios enfrentados nos apiários. Entre os problemas mais citados estão as ameaças às colmeias, como ataques de predadores (formigas, arapuás e traças), além de fatores climáticos, como altas temperaturas e a escassez de alimento no período de seca.

Além disso, os apicultores relataram práticas de manejo que incluem o uso de cavaletes de ferro para controle de formigas, plantio de espécies resistentes à seca e ações de manutenção constante, como limpeza das colmeias. Esse levantamento foi essencial para compreender que o aplicativo deve priorizar funcionalidades como **alertas de ameaças, registro de manejos e suporte para boas práticas apícolas**.

Outro dado relevante identificado na pesquisa é que **a maioria dos apicultores não realiza anotações durante as atividades de campo, armazenando as informações apenas na memória**. Apenas uma pequena parcela dos participantes utiliza pranchetas para anotação manual. Apesar disso, ao serem questionados ao final do formulário se utilizariam um aplicativo para monitoramento das colmeias, **todos os participantes responderam de forma positiva, demonstrando interesse na adoção da tecnologia**.

Por fim, a pesquisa também revelou que muitos apicultores **não utilizam o celular durante o manejo em campo, principalmente pela falta de conexão com a internet nas áreas onde os apiários estão localizados**. Isso reforça a necessidade de que o aplicativo funcione de maneira eficiente **offline** (sem conexão com internet) e seja prático, com uma interface simplificada para utilização em ambientes rurais.

4.2 Elaboração do Fluxograma de Navegação

Após a definição dos requisitos e funcionalidades do aplicativo, foi desenvolvido um fluxograma de navegação com o objetivo de representar visualmente a estrutura do sistema e os principais caminhos de interação do usuário. O ponto de partida do fluxo é a tela de login, que direciona o usuário para três seções principais: Gerenciamento, Gravar (Consulta) e Perfil.

A seção de Gerenciamento agrupa funcionalidades relacionadas ao controle das colmeias, como o Perfil da Colmeia, o Histórico e a área de Dicas e Lembretes. Em Gravar (Consulta), o usuário acessa diretamente suas colmeias para fins de Consulta e visualização dos resultados. Por fim, a seção de Perfil concentra as informações pessoais do usuário, bem como os registros sobre Suas Colmeias e Seus Apiários/Meliponários. A Figura 7 ilustra o fluxograma construído:

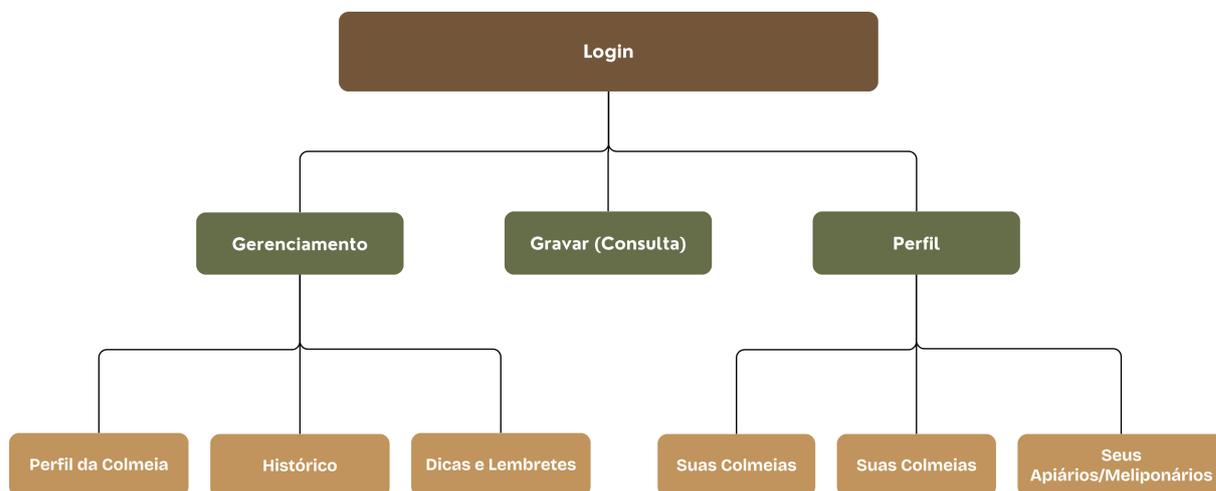


Figura 7 – Fluxograma de navegação do aplicativo da Zumbiedo

Esse fluxograma serviu como base para as etapas seguintes de *design* da interface, com a prototipação de baixa e alta fidelidade, garantindo coerência na navegação e consistência entre as telas.

4.3 Design da Interface

Com base nos requisitos definidos a partir da etapa de levantamento de dados e no fluxograma de navegação elaborado, iniciou-se o processo de *design* da interface do aplicativo Zumbiedo. O desenvolvimento dos primeiros *wireframes* teve como premissa central a criação de uma interface simples, acessível e intuitiva, alinhada às necessidades dos apicultores identificadas na pesquisa.

Os *wireframes* foram elaborados priorizando a clareza na organização dos elementos, facilitando a navegação e o acesso às funcionalidades essenciais. Considerando que muitos apicultores não utilizam dispositivos móveis durante o manejo em campo e enfrentam

limitações de conectividade, o *design* foi pensado para proporcionar uma experiência eficiente, mesmo em ambientes *offline* e de uso pontual. A Figura 8 apresenta alguns dos *wireframes* desenvolvidos para exemplificar essa organização visual.

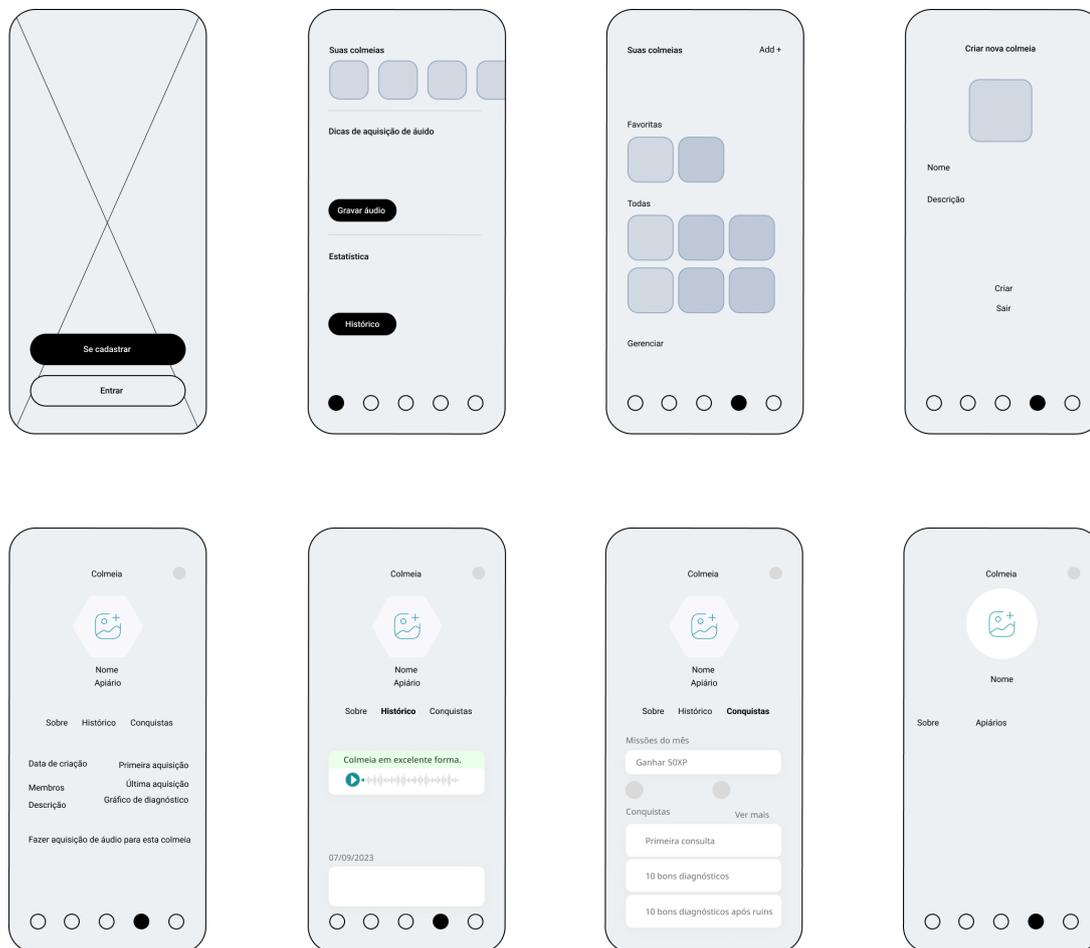


Figura 8 – *Wireframe* desenvolvido para a interface do aplicativo Zumbeedo.

As telas foram projetadas para atender fluxos básicos, como o monitoramento sonoro das colmeias, o registro de dados e a visualização de informações relevantes sobre o estado das colmeias. Para a elaboração dos *wireframes* e do protótipo de alta fidelidade, foi utilizada a ferramenta de *design* Figma¹, que possibilitou a construção de *layouts* (estruturas de disposição visual) aderentes aos princípios de acessibilidade definidos pelas diretrizes WCAG.

Após a definição dos *wireframes*, foi desenvolvido um protótipo interativo, que simula o funcionamento do aplicativo. Esse protótipo tem como objetivo viabilizar testes de usabilidade em etapas posteriores, permitindo a validação da arquitetura da informação, da navegabilidade e da efetividade das interações propostas.

Como mencionado anteriormente, todo o processo de *design* foi orientado pelos princípios do Design Centrado no Usuário (DCU), visando garantir que a solução desenvolvida

¹ Disponível em: <https://www.figma.com>

seja adequada às características, limitações e necessidades dos apicultores. Dessa forma, busca-se promover uma experiência de uso mais eficiente, intuitiva e inclusiva.

A Figura 9 apresenta as principais telas do protótipo de alta fidelidade do aplicativo Zumbeedo. As interfaces foram projetadas para atender aos fluxos identificados durante a etapa de pesquisa, priorizando simplicidade, clareza e facilidade de uso, tanto no campo quanto no escritório.

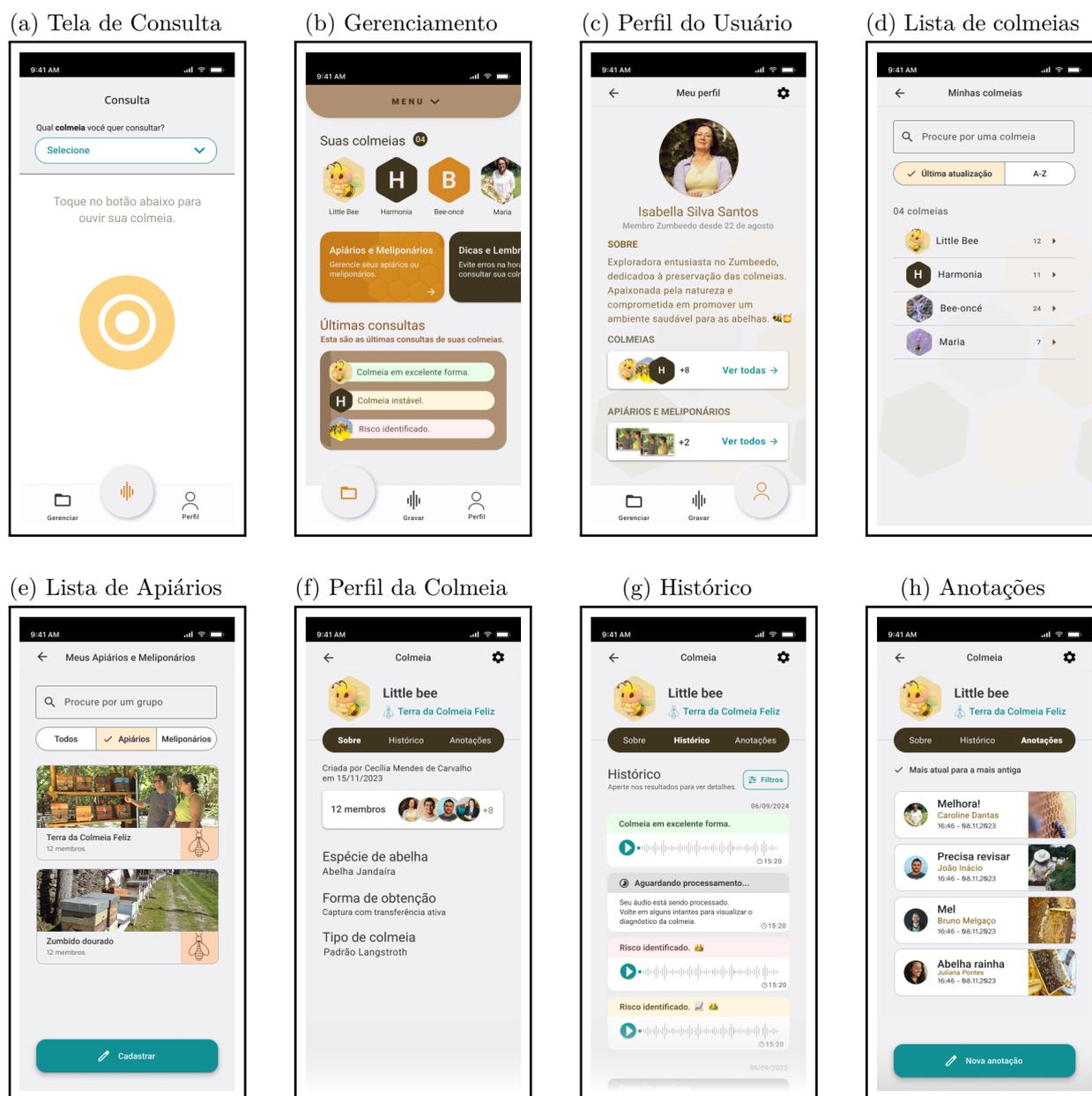


Figura 9 – Principais telas do protótipo interativo do aplicativo Zumbeedo.

A seguir, são descritas as telas principais que compõem o protótipo:

- **(a) Tela de Consulta:** A proposta de *design* desta tela prioriza a simplicidade de interação, com o objetivo de facilitar o uso em ambientes de campo. Considerando o

contexto de uso por apicultores que operam com equipamentos de proteção, o *layout* foi pensado para permitir a seleção rápida da colmeia e o início da análise sonora com um único toque no botão central. O uso de um *layout* limpo e de um ícone de ação em destaque visa tornar a navegação mais intuitiva e acessível mesmo em condições adversas.

- **(b) Gerenciamento:** A proposta desta tela é oferecer uma visão geral eficiente das colmeias cadastradas, com acesso rápido às últimas consultas realizadas. O uso de cores informativas nos blocos tem como objetivo facilitar a identificação do status de cada colmeia, permitindo que o apicultor reconheça rapidamente quais colmeias estão em bom estado e quais requerem atenção, mesmo durante o uso em campo.
- **(c) Perfil do Usuário:** Esta tela foi projetada para destacar a identidade do apicultor no aplicativo, reunindo dados como localização, experiência e os apiários e colmeias sob sua responsabilidade. A organização das informações tem por finalidade proporcionar clareza e fácil acesso a dados relevantes sobre sua atuação no sistema.
- **(d) Lista de Colmeias:** A interface desta tela foi pensada para apresentar de forma organizada as colmeias vinculadas a um determinado apiário. Cada item da lista contém informações resumidas e opções visíveis para ações como visualizar, editar ou adicionar colmeias, com foco na praticidade durante o uso em ambientes externos.
- **(e) Lista de Apiários:** Esta tela agrupa os apiários cadastrados, organizando-os por localização ou finalidade. A navegação por abas permite ao apicultor filtrar os apiários com agilidade. A estrutura da tela foi desenhada com a intenção de facilitar o gerenciamento direto das colmeias vinculadas a cada apiário.
- **(f) Perfil da Colmeia:** O *design* desta tela busca concentrar todas as informações relevantes sobre uma colmeia específica, incluindo sua espécie, tipo, forma de obtenção e apicultores envolvidos. A proposta é garantir acesso rápido e claro a dados detalhados, mesmo durante o trabalho em campo.
- **(g) Histórico:** Esta tela foi projetada para disponibilizar, de maneira acessível, o registro das análises sonoras realizadas em cada colmeia. A ideia é permitir que o apicultor acompanhe a evolução da saúde das colmeias ao longo do tempo, com fácil visualização e interpretação dos dados.
- **(h) Anotações:** A proposta desta funcionalidade é permitir o registro ágil de informações, observações e lembretes relacionados a cada colmeia. O *layout* simples e os campos de texto acessíveis foram estruturados para facilitar o uso em campo e manter o histórico de manejo sempre atualizado.

A proposta dessa estrutura é oferecer, durante a interação com o protótipo, uma experiência que favoreça a visualização clara e organizada das informações, além de facilitar o acesso às funcionalidades essenciais do aplicativo.

4.4 Testes de Usabilidade

O teste de usabilidade é uma etapa essencial no processo de desenvolvimento de interfaces centradas no usuário, pois permite identificar problemas de uso, avaliar a eficiência da navegação e compreender a experiência dos usuários ao interagir com o sistema. Por meio da observação do comportamento dos participantes e da coleta de *feedbacks*, é possível refinar o protótipo, tornando-o mais adequado às reais necessidades do público-alvo. A seguir, são descritas as etapas do processo de avaliação do protótipo desenvolvido, iniciando por uma validação preliminar realizada com membros da equipe envolvida no projeto Zumbeedo.

4.4.1 Etapa preliminar de validação da estrutura do teste

Antes da aplicação do teste de usabilidade com os usuários finais, foi realizada uma etapa preliminar com o objetivo de validar a estrutura do teste preparado — ou seja, verificar a clareza das tarefas definidas e a efetividade do formulário utilizado para coleta de dados. Essa etapa teve como foco identificar eventuais falhas nas instruções, nos rótulos das tarefas e na formulação das perguntas, assegurando que o teste principal ocorresse de forma eficiente e sem ruídos.

Participaram dessa validação três desenvolvedores e dois pesquisadores da área da apicultura que já acompanhavam o desenvolvimento do aplicativo, o que proporcionou uma análise crítica e contextualizada sobre o conteúdo proposto.

Foi disponibilizado um protótipo navegável desenvolvido no Figma, juntamente com um formulário construído no Google Forms, composto por questões **quantitativas** e **qualitativas**. As perguntas quantitativas buscavam mensurar aspectos objetivos da experiência (como facilidade de uso e clareza da navegação), enquanto as qualitativas permitiram que os participantes expressassem percepções, sugestões e dificuldades enfrentadas.

O teste foi aplicado de forma remota, utilizando o método de **avaliação sem moderação**, em que os participantes realizam as tarefas e respondem ao formulário de forma autônoma, sem supervisão direta. As instruções, os links e a lista de tarefas foram enviados via *WhatsApp*.

A partir das respostas obtidas, foram identificados problemas como ambiguidade em algumas perguntas do formulário, instruções pouco claras e necessidade de ajustes na nomenclatura de tarefas. Com base nesses *feedbacks*, o teste foi reformulado e passou a adotar a seguinte lista de tarefas:

1. Iniciar uma nova coleta de áudio.
2. Selecionar uma colmeia específica para acessar seus dados.
3. Consultar o histórico de coletas realizadas.
4. Navegar até a tela de ajuda.
5. Navegar até a tela de apiário e meliponário.
6. Navegar até a tela para convidar novos membros para seu apiário/meliponário.
7. Simular que vai fazer uma anotação sobre uma colmeia específica.

Apesar de ter sido concedido o prazo de uma semana para a realização da atividade, todos os participantes concluíram a tarefa em menos de uma hora, demonstrando engajamento e facilitando a identificação rápida dos pontos de melhoria.

4.4.2 Teste de Usabilidade com Usuários Finais

Após a etapa preliminar de validação do teste, foi realizada a aplicação do teste de usabilidade com os usuários finais — apicultores que representam o público-alvo do aplicativo Zumbiedo. Esta etapa teve como objetivo compreender a experiência real dos usuários ao interagirem com o protótipo do aplicativo, identificando pontos fortes e aspectos a serem aprimorados na interface.

Para a realização dos testes de usabilidade deste projeto, foi adotada a recomendação proposta por Jakob Nielsen, que defende que um grupo de cinco participantes é suficiente para identificar aproximadamente 80% dos problemas de usabilidade em um produto digital (NIELSEN, 2000). Essa abordagem é amplamente utilizada em projetos de UX por sua eficiência, permitindo a detecção das principais falhas com um número reduzido de usuários.

Seguindo o mesmo formato validado na etapa preliminar (Seção 4.4.1), os participantes receberam o link para o protótipo navegável desenvolvido no Figma, o formulário com questões qualitativas e quantitativas, e a mesma lista de tarefas anteriormente definida. Todo o material foi enviado via *WhatsApp*, escolhido com o intuito de proporcionar praticidade no acesso e na comunicação.

Dos cinco apicultores participantes, um realizou o teste com o acompanhamento presencial de um moderador da equipe, outro contou com supervisão remota e os três restantes executaram o teste de forma autônoma, sem mediação. Essa combinação de modalidades — moderada, remotamente moderada e não moderada — permitiu observar diferentes contextos de uso, reforçando a aplicabilidade do método remoto e demonstrando a clareza das instruções fornecidas.

O tempo médio de realização do teste foi inferior a uma hora. Uma das principais dificuldades observadas foi o estranhamento de alguns usuários ao perceberem que se tratava de um protótipo navegável e não de um aplicativo funcional — especialmente na tela de login, que simulava o processo sem exigir um cadastro real. Essa confusão inicial foi minimizada por meio de explicações adicionais, quando necessário.

4.5 Avaliação/Estudos de Caso

A partir das respostas coletadas nas etapas anteriores, iniciou-se a fase de avaliação do protótipo, com o objetivo de verificar a eficácia, usabilidade e acessibilidade do protótipo desenvolvido, a partir da interação de usuários reais com o aplicativo. A seguir, são apresentados os perfis dos participantes, os dados quantitativos consolidados e as percepções qualitativas que emergiram durante a avaliação.

4.5.1 Perfil dos Participantes

Como dito anteriormente, a avaliação foi realizada com cinco apicultores, representando o público-alvo do aplicativo Zumbeedo. Como pode ser observado na Tabela 3, a faixa etária dos participantes foi diversificada, incluindo indivíduos com idades entre 23 e 65 anos. Todos os participantes declararam já ter trabalhado ou estarem atuando com apicultura, o que garantiu que o teste fosse conduzido com pessoas familiarizadas com o contexto de uso do aplicativo.

Quanto ao uso de tecnologias móveis, quatro dos cinco participantes relataram utilizar aplicativos com muita frequência, enquanto um indicou uso pouco frequente. Dois apicultores afirmaram nunca ter utilizado um aplicativo voltado ao monitoramento de colmeias, enquanto três já tiveram esse tipo de experiência. Esse perfil contribuiu para uma avaliação equilibrada, com visões tanto de usuários mais familiarizados quanto de novatos com esse tipo de tecnologia.

Tabela 3 – Perfil dos participantes da avaliação.

Perguntas	P1	P2	P3	P4	P5
Qual é a sua idade?	65	30	45	23	50
Você já trabalha ou trabalhou com apicultura?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Você já utilizou algum aplicativo relacionado ao monitoramento de colmeias?	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Com que frequência você usa aplicativos no celular?	Muito frequente	Muito frequente	Muito frequente	Pouco frequente	Muito frequente

4.5.2 Resultados Quantitativos

As respostas às perguntas com escala *Likert* (variando de 1 a 5) indicaram uma avaliação geral bastante positiva dos participantes. Conforme apresentado na Tabela 4, os itens com as médias mais elevadas foram:

- Pergunta 9: “A aplicação funcionou de forma eficiente (sem atrasos ou confusões)”, com média de 4,8;
- Pergunta 10: “Eu usaria esse aplicativo novamente no meu dia a dia”, também com média de 4,8;
- Pergunta 2: “Consegui entender rapidamente como utilizar o aplicativo”, com média de 4,6.

Tabela 4 – Respostas às perguntas quantitativas (escala Likert 1 a 5).

Pergunta	R1	R2	R3	R4	R5	Média
1. Eu achei a interface do aplicativo fácil de usar.	4	5	5	4	4	4.4
2. Consegui entender rapidamente como utilizar o aplicativo.	4	5	5	4	5	4.6
3. Os ícones e botões eram claros e compreensíveis.	3	5	5	4	5	4.4
4. As informações apresentadas estavam organizadas de forma lógica.	3	5	5	4	5	4.4
5. Consegui completar as tarefas sem ajuda externa.	3	5	4	4	2	3.6
6. A navegação entre as telas foi intuitiva.	4	5	5	4	3	4.2
7. Me senti confiante ao usar o aplicativo.	3	5	5	4	4	4.2
8. A aparência visual do aplicativo foi agradável.	4	5	5	3	4	4.2
9. A aplicação funcionou de forma eficiente (sem atrasos ou confusões).	4	5	5	5	5	4.8
10. Eu usaria esse aplicativo novamente no meu dia a dia.	4	5	5	5	5	4.8

A pergunta 5 ("Consegui completar as tarefas sem ajuda externa") obteve uma média de 3,6, a mais baixa entre as questões quantitativas. Esse resultado foi influenciado pelo fato de que dois dos cinco participantes realizaram o teste em formato moderado, contando com a presença de um facilitador que prestava auxílio quando necessário. Esse suporte, embora limitado, pode ter comprometido a percepção de autonomia desses usuários, refletindo-se em avaliações mais baixas para essa questão. Ainda assim, a média geral indica um nível razoável de independência na execução das tarefas propostas.

Esses resultados indicam que os usuários consideraram a eficiência da aplicação, a intenção de uso futuro e a facilidade de entendimento como os aspectos mais positivos da interface.

4.5.3 Percepções Qualitativas

As percepções qualitativas dos participantes em relação às tarefas propostas indicam, de forma geral, uma boa usabilidade da interface desenvolvida. Assim como mostra a Tabela 5, a maioria dos participantes relatou não ter enfrentado dificuldades significativas durante a execução das tarefas, utilizando termos como “não”, “sem dificuldade” e “achou fácil”. Apenas um participante mencionou que a tarefa de selecionar uma colmeia específica “ficou um pouco confusa”, o que pode sinalizar a necessidade de pequenos ajustes nessa funcionalidade específica.

Tabela 5 – Dificuldades Relatadas nas Tarefas de Avaliação

Tarefa	P1	P2	P3	P4	P5
Tarefa 1. Iniciar uma nova coleta de áudio em uma colmeia.	Pouca	Não	Nenhuma dificuldade	Não	Não
Tarefa 2. Selecionar uma colmeia específica para acessar seus dados.	Não	Não	Achou fácil	Não	Não
Tarefa 3. Consultar o histórico de coletas realizadas.	Não	Não	Ficou um pouco confuso	Não	Não
Tarefa 4. Navegar até a tela de ajuda.	Não	Não	Achou fácil	Não	Não
Tarefa 5. Navegar até a tela de apiário e meliponário.	Não	Não	Não teve dificuldade	Não	Não
Tarefa 6. Navegar até a tela para convidar novos membros para seu apiário/meliponário.	Não	Não	Nenhuma	Não	Não
Tarefa 7. Simular que vai fazer uma anotação sobre uma colmeia específica.	Não	Não	Sem dificuldade	Não	Não

Além disso, quando questionados sobre possíveis melhorias na interface, quatro dos cinco participantes afirmaram não ter sugestões ou utilizaram expressões como “está ótimo” ou “tudo muito bom”. Apenas um dos participantes sugeriu a inclusão de funcionalidades adicionais, como a previsão do tempo na região dos apiários ou a exibição de informações sobre floradas sazonais, o que demonstra uma percepção positiva, mas também engajada com o aprimoramento do sistema. Esses dados reforçam que a interface está alinhada às expectativas de usabilidade do público-alvo, ao mesmo tempo em que apontam oportunidades específicas para aprimoramentos futuros do produto.

5 Conclusão

Este trabalho teve como objetivo principal projetar e avaliar a interface de um aplicativo voltado ao monitoramento de colmeias, considerando as necessidades específicas de apicultores — público-alvo do projeto Zumbbedo. O desenvolvimento das etapas descritas ao longo deste estudo permitiu atingir os objetivos propostos, tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos.

O objetivo geral, de desenvolver e validar uma interface voltada ao monitoramento apícola com foco em usabilidade, foi cumprido com a realização de um processo iterativo de *design* centrado no usuário. Por meio de pesquisas iniciais, fluxogramas, protótipos navegáveis e testes de usabilidade com usuários finais, foi possível construir uma solução coerente com a realidade dos apicultores. Em relação aos objetivos específicos, a investigação sobre o contexto de uso foi conduzida com sucesso por meio da coleta de dados qualitativos com apicultores reais; a criação e refinamento de protótipos navegáveis foi realizada utilizando a ferramenta Figma, com base em boas práticas de UX; e a validação da interface foi concretizada por meio de testes de usabilidade que permitiram identificar pontos positivos e aspectos a serem ajustados na experiência com o protótipo.

Durante o processo, diversas lições foram aprendidas. Uma delas foi a importância de considerar o nível de familiaridade tecnológica dos usuários na formulação de instruções. Outra observação relevante foi a eficácia dos testes remotos: mesmo com pouca ou nenhuma mediação, os participantes conseguiram executar as tarefas propostas, o que sugere que a interface atendeu aos critérios de clareza e navegabilidade. As respostas abertas também trouxeram sugestões construtivas de funcionalidades que não haviam sido previstas inicialmente, como a inclusão de uma previsão do tempo ou informações sobre floradas da região.

As contribuições deste trabalho incluem o desenvolvimento de uma interface funcional voltada ao monitoramento de colmeias, validada com usuários reais. Também se destaca a aplicação de métodos de *UX Design* em um contexto rural, demonstrando que metodologias centradas no usuário podem ser eficazes fora dos ambientes urbanos e tecnicamente especializados. O estudo evidenciou a viabilidade da condução de testes de usabilidade remotos com apicultores e ressaltou a importância da escuta ativa durante o processo de projeto.

Apesar dos avanços, o trabalho apresenta algumas limitações. Uma delas é o número reduzido de participantes nos testes de usabilidade. Embora cinco usuários sejam suficientes para apontar os principais problemas de interação, uma amostra mais ampla poderia oferecer uma visão mais abrangente. Além disso, alguns usuários apresentaram dificuldade inicial em compreender que se tratava de um protótipo, o que demonstra a importância de fornecer instruções claras sobre o funcionamento da simulação.

Como possibilidades de trabalhos futuros, sugerem-se:

- A implementação do aplicativo funcional a partir do protótipo validado, permitindo testes em uso real.
- A ampliação da base de usuários nos testes, incluindo apicultores de outras regiões e com diferentes perfis de familiaridade com tecnologia.
- A realização de estudos comparativos entre testes moderados e não moderados para avaliar suas diferenças e potencialidades.
- A integração com serviços externos, como serviços web de previsão do tempo ou dados sobre floradas regionais.
- O desenvolvimento de tutoriais interativos dentro do aplicativo, voltados especialmente a usuários com menos experiência com dispositivos digitais.

Essas direções apontam caminhos relevantes para a continuidade da pesquisa, ampliando o potencial de impacto do aplicativo e fortalecendo o uso de soluções digitais no setor apícola.

Referências

- AZEVEDO, P. M. de; GIBERTONI, D. A importância do design centrado no usuário em metodologias ágeis como requisito de usabilidade. *Revista Interface Tecnológica*, v. 17, n. 2, p. 293–305, 2020. Citado na página 15.
- BARBOSA, J. L. Aplicação do design thinking: prototipação de um sistema de adoção de animais. 2025. Citado na página 21.
- BROWN, T. *Change by Design: How Design Thinking Creates New Alternatives for Business and Society*. [S.l.]: Harvard Business Press, 2009. Citado na página 17.
- BUAINAIN, A. M.; CAVALCANTE, P.; CONSOLINE, L. *Estado atual da agricultura digital no Brasil: inclusão dos agricultores familiares e pequenos produtores rurais*. [S.l.], 2021. Citado na página 22.
- COSTA, E. B. et al. Propriedade intelectual para a comunidade acadêmica: material didático com recursos de acessibilidade para pessoas com deficiência auditiva e visual. Universidade Federal do Maranhão, 2023. Citado na página 21.
- FERREIRA, M. C. d. C. S. et al. A importância dos serviços ecossistêmicos prestados por abelhas em cultivos orgânicos de tomate: produção e incremento de polinizadores. Universidade Federal de Uberlândia, 2022. Citado na página 12.
- FERREIRA, V. A. R. Lean ux research: um framework para pesquisa em design construtivo. 2022. Citado na página 18.
- FILHO, A. M. d. M. *Aplicações de design em sistemas de automação: análise de boas práticas e recursos para interfaces voltadas à experiência do usuário*. Dissertação (B.S. thesis), 2024. Citado na página 16.
- GARRETT, J. The elements of user experience: User-centered design for the web and beyond 2 (california: New riders pearson education). 2011. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 18.
- GOMES, S. M. P.; NETO, J. S. de O. Recursos de acessibilidade em componentes do android jetpack compose. In: SBC. *Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe (ERBASE)*. [S.l.], 2023. p. 47–56. Citado na página 12.
- KULYUKIN, V.; MUKHERJEE, S.; AMLATHE, P. Toward audio beehive monitoring: Deep learning vs. standard machine learning in classifying beehive audio samples. *Applied Sciences*, MDPI, v. 8, n. 9, p. 1573, 2018. Citado na página 20.
- LEITE, T. d. O. et al. Design de ux e prototipagem: Moldando as escolhas do usuário. In: SBC. *Escola Regional de Informática de Mato Grosso (ERI-MT)*. [S.l.], 2024. p. 189–195. Citado na página 21.
- LU, Y. et al. Flowy: Supporting ux design decisions through ai-driven pattern annotation in multi-screen user flows. In: *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*. [S.l.: s.n.], 2024. Citado na página 18.

- MESQUITA, A. R. de et al. Beefresh: Ferramenta de monitoramento de temperatura com iot para colmeias de abelhas melíponas. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 7, p. 52724–52740, 2020. Citado na página 20.
- NIELSEN, J. Why you only need to test with 5 users. 2000. Acesso em: 9 jun. 2025. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>>. Citado na página 31.
- NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. [S.l.: s.n.], 1990. p. 249–256. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 21.
- NORMAN, D. The design of everyday things: Revised and expanded edition. *New York*, 2013. Citado na página 13.
- NORMAN, D.; DRAPER, S. New perspectives on human-computer interaction. In: *User Centered System Design*. [S.l.]: CRC Press Boca Raton, 1986. p. 544. Citado na página 14.
- NORMAN, D. A. Princípios de design para compreensão e usabilidade. *O design do dia-a-dia. Tradução de Ana Deiró. Rio de Janeiro: Rocco*, 2006. Citado na página 15.
- OLIVEIRA, M. C. de et al. Aquisição e classificação da intensidade da colmeia usando características cepstrais. In: SBC. *Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva (SBCUP)*. [S.l.], 2023. p. 31–40. Citado na página 12.
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. *Design de interação*. [S.l.]: bookman, 2005. Citado na página 15.
- SOUSA, L. C. de; BARBOSA, C. da S.; MESQUITA, L. A. L. Design centrado no usuário (dcu). Citado na página 15.
- SOUZA, G. H. F. d. Acessix: um checklist de conformidade de acessibilidade para profissionais de ux/ui design. *Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Comunicação Visual-Design)-Escola de Belas Artes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro*, 2023. Citado na página 19.
- VOUDIOTIS, G.; MORAITI, A.; KONTOGIANNIS, S. Deep learning beehive monitoring system for early detection of the varroa mite. *Signals*, MDPI, v. 3, n. 3, p. 506–523, 2022. Citado na página 21.
- W3C. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2*. 2023. <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>. Acesso em: 3 jun. 2025. Citado na página 19.
- WITTE, R. D. *Uma abordagem para avaliação da Experiência do Usuário (UX): um estudo com o sistema da Escola de Contas do TCE-RN*. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2024. Citado na página 15.
- ZABINI, T. D. Ux case: design digital para idosos. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2021. Citado na página 19.
- ZACEPINS, A.; STALIDZANS, E.; MEITALOVIS, J. Application of information technologies in precision apiculture. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Precision Agriculture (ICPA 2012)*. [S.l.: s.n.], 2012. v. 7. Citado na página 20.



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

Identificação do Tipo de Documento

- () Tese
- () Dissertação
- (x) Monografia
- () Artigo

Eu,
Mayra Caetano de Oliveira, autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação UX Design para Monitoramento Sonoro e Saúde de Colmeias de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 07 de 07 de 2025.

Mayra Caetano de Oliveira
