

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC DE TABOÃO DA SERRA
Ensino Médio Integrado ao Técnico em Desenvolvimento de
Sistemas

Cauã Alonso Martos
Douglas Gomes de Campos
Érika Yoneyama Masuda
Flavia Eduarda Silva
Kauã Looze de Carvalho

ECHONSENSE: Acessibilidade e autonomia para pessoas com
deficiência visual

TABOÃO DA SERRA - SP
2025

**Cauã Alonso Martos
Douglas Gomes de Campos
Érika Yoneyama Masuda
Flavia Eduarda Silva
Kauã Looze de Carvalho**

**echoSense: Acessibilidade e autonomia para pessoas com
deficiência visual**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Etec de Taboão da Serra, do Centro Estadual de
Educação Tecnológica Paula Souza, como
requisito para a obtenção da habilitação
profissional de Nível Técnico em
Desenvolvimento de Sistemas sob a orientação
da Professora: Nathane de Castro.

**TABOÃO DA SERRA - SP
2025**

**Cauã Alonso Martos
Douglas Gomes de Campos
Érika Yoneyama Masuda
Flavia Eduarda Silva
Kauã Looze de Carvalho**

echoSense: Acessibilidade e autonomia para pessoas com deficiência
visual

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

Aprovada em: XX / XX / XXXX - Conceito: _____

Banca Examinadora:

Assinatura _____

Professor Orientador – Nathane de Castro

Assinatura _____

Professor 1 Banca - xx...

Assinatura _____

Professor 2 Banca - xx

Assinatura _____

Professor 3 Banca - xx

RESUMO

O projeto *echoSense* tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo baseado em Arduino, integrado a um aplicativo *mobile*, voltado para auxiliar a mobilidade autônoma de pessoas cegas e com deficiência visual. O dispositivo é capaz de detectar obstáculos e localizar o usuário, emitindo alertas por meio de estímulos sonoros e táteis configuráveis, o que proporciona uma experiência de uso personalizada, conforme as necessidades individuais. Este trabalho, fundamentado em pesquisas bibliográficas e de campo — com a aplicação de formulários online — constata que, em instituições públicas e privadas, há uma ausência frequente de recursos assistivos capazes de promover acessibilidade, segurança e autonomia nos deslocamentos diários desse público. Tendo isso em vista, a proposta é oferecer uma solução acessível e eficaz que atenda às demandas da inclusão e da mobilidade segura em ambientes institucionais. Para viabilizar sua implementação em larga escala, propõe-se a adoção de planos de serviço anuais, permitindo que instituições disponibilizem a ferramenta a seus frequentadores, promovendo, assim, a democratização do acesso à tecnologia assistiva.

Palavras-chave: Bengala; Acessibilidade; Aplicativo; Aplicabilidade; Deficiência visual;

ABSTRACT

Based on bibliographic and field research, it was found that blind and visually impaired individuals often face a lack of assistive resources within public and private institutions—resources that are essential for ensuring accessibility, safety, and autonomy in their daily mobility. With this in mind, the *echoSense* project proposes the development of a prototype using Arduino, integrated with a mobile application, designed to support the autonomous mobility of this population. The device is capable of detecting obstacles and providing alerts through configurable sound and tactile stimuli, allowing for a personalized experience tailored to each user's needs. The proposal therefore aims to deliver an accessible and effective solution that meets the demands of inclusion and safe mobility in institutional settings. To enable large-scale implementation, the project suggests offering annual service plans, allowing institutions to make the tool available to their users and thereby promoting the democratization of access to assistive technology.

Keywords: Cane; Accessibility; Application; Applicability; Visually impaired;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Formulário 1, Você é aluno do CPS?	18
Figura 2 - Formulário 1, Qual sua idade?	18
Figura 3 - Formulário 1, Você conhece alguém com deficiência visual?	19
Figura 4 - Formulário 1, Você é aluno do CPS?	19
Figura 5 - Formulário 1, localidade.....	20
Figura 6 - Formulário 1, em sua localidade, existem estruturas acessíveis?	20
Figura 7 - Formulário 1, em sua localidade, existem estruturas acessíveis?	21
Figura 8 - Formulário 1, seu instituto é público ou é privado?	21
Figura 9 - Formulário 1, como você julga a condição de elementos de acessibilidade e sinalização para PcVD e cego na sua escola?.....	22
Figura 10 - Formulário 1, como você julga a condição de elementos de acessibilidade e sinalização para PcVD e cego nas escolas públicas?.....	22
Figura 11 - Formulário 1, qual sua percepção acerca da preparação de professores e funcionários das escolas para atender as necessidades de alunos PcDV e cegos?	23
Figura 12 - Formulário 1, com base a sua experiência ou observação, quais são os principais desafios enfrentados por uma PcDV ao se locomover nas escolas?	23
Figura 13 - Formulário 1, quais os maiores desafios em auxiliar uma pessoa com deficiência visual no cotidiano?	24
Figura 14 - Formulário 1, existem tecnologias assistivas para auxiliar a mobilidade de pessoas com deficiência visual dentro da sua instituição de ensino?.....	24
Figura 15 - Formulário 1, como você avalia as tecnologias da questão anterior?	25
Figura 16 - Formulário 1, uma bengala tecnologia que auxiliasse na detecção de obstáculos e identificação de salas para PcDV e cegos teria aplicabilidade em sua instituição?	25
Figura 17 - Formulário 1, qual dos seguintes recursos você considera mais útil em uma bengala inteligente?.....	26
Figura 18 - Formulário 1, fique à vontade para dar sugestões ao projeto.....	26
Figura 19 - Formulário 2, você é aluno da ETEC ou de instituições de ensino do CPS?.....	27
Figura 20 - Formulário 2, qual sua idade.....	27
Figura 21 - Formulário 2, você possui alguma deficiência visual?.....	28
Figura 22 - Formulário 2, qual o seu grau de baixa visão?.....	28
Figura 23 - Formulário 2, você faz uso de algum tipo de bengala para locomoção?	29
Figura 24 - Formulário 2, em que localidade você reside?	29
Figura 25 - Formulário 2, existem estruturas acessíveis como placas sinalizadoras em braile, semáforos etc?	30
Figura 26 - Formulário 2, existem escolas públicas adaptadas para PcDV e cegos?.....	30

Figura 27 - Formulário 2, como você avalia elementos de acessibilidade e sinalização para PcDV e cegos nas escolas públicas?	31
Figura 28 - Formulário 2, qual sua percepção acerca da preparação dos funcionários para atender necessidade de PcDV e cegos?	31
Figura 29 - Formulário 2, quais os maiores desafios que você encontra ao se locomover pela sua escola?	32
Figura 30 - Formulário 2, quais os maiores desafios ao ser auxiliado por outra pessoa em seu cotidiano?	32
Figura 31 - Formulário 2, você já teve experiências com tecnologias assistivas para auxiliar sua mobilidade dentro da sua instituição?	33
Figura 32 - Formulário 2, como você avalia a sua experiência na última questão?	33
Figura 33 – Formulário 2, uma bengala tecnológica que auxiliasse na detecção de obstáculos e identificação de salas para PcDV teria aplicabilidade no seu dia a dia?.....	34
Figura 34 – Formulário 2, qual dos seguintes recursos você considera mais útil em uma bengala inteligente?.....	34
Figura 35 – Formulário 3, qual sua idade?.....	35
Figura 36 – Formulário 3, você faz parte de alguma instituição?	35
Figura 37 – Formulário 3, qual sua relação com a instituição?.....	36
Figura 38 – Formulário 3, você tem conhecimento de colegas que utilizam bengalas para a locomoção?	36
Figura 39 – Formulário 3, quais são as dificuldades apresentadas durante o uso?	37
Figura 40 – Formulário 3, respostas sobre dificuldades de uso	37
Figura 41 – Formulário 3, em sua instituição, existem alguma das estruturas acessíveis? ..	38
Figura 42 – Formulário 3, qual tipo de feedback pela bengala você acha mais interessante?	38
Figura 43 – Formulário 3, sua instituição tem acesso à internet?.....	39
Figura 44 – Formulário 3, em sua perspectiva, o aplicativo apresentar interfaces diferentes para o usuário e auxiliares seria aplicável?.....	39
Figura 45 – Formulário 3, um aplicativo que indica e mapeia a infraestrutura da instituição seria útil?	40
Figura 46 – Formulário 3, qual tipo de conexão entre o aplicativo e a bengala seria mais viável?	40
Figura 47 – Formulário 3, botões personalizados na bengala seriam úteis?	41
Figura 48 – Formulário 3, quais funções seriam úteis no aplicativo?	41
Figura 49 – Formulário 3, sugestões para a bengala?	42
Figura 50 – Formulário 3, respostas de sugestões para a bengala	42
Figura 51 – Formulário 3, resposta de sugestão para a bengala	42

Figura 52 – Formulário 3, se o aplicativo apresentar um sistema de notificação emergencial para o responsável seria aplicável?	43
Figura 53 – Formulário 3, gostaria de contribuir com o projeto? Deixe seu e-mail	43
Figura 54 - Gráfico de Gantt do primeiro semestre	50
Figura 55 – Fluxograma do desenvolvimento do projeto.....	51
Figura 56 - Identidade visual echoSense	52
Figura 57 - Logotipo echoSense	53
Figura 58 – Paleta de cores echoSense	54
Figura 59 – Tipografia Chillax	54
Figura 60 – Tipografia Helvetica	55
Figura 61 – Fluxograma do desenvolvimento do projeto.....	56
Figura 62 - Início da landing page.....	63
Figura 63 - Introdução da landing page	63
Figura 64 - Imagem app da landing page.....	64
Figura 65 - Situação problema landing page.....	64
Figura 66 - Funcionamento do projeto	65
Figura 67 - Palavra de destaque	65
Figura 68 - Sobre o projeto	66
Figura 69 - Benefícios.....	66
Figura 70 - Estampa do echoSense.....	67
Figura 71 - Redes sociais	67
Figura 72 - Contribuição social	68
Figura 73 - Progresso do projeto	68
Figura 74 - Rodapé.....	69
Figura 75 - Tela de carregamento.....	70
Figura 76 - Intro 1 Figura 77 - Intro 2 Figura 78- Intro 3	71
Figura 79- Tela de método de entrada.....	72
Figura 80 - Tela de cadastro 1, usuário	73
Figura 81 - Tela de cadastro 2, usuário	74
Figura 82 - Tela de confirmação de cadastro, usuário	75
Figura 83 - Tela de login, usuário.....	76
Figura 84 - Tela de início, usuário.....	77
Figura 85- Tela de adição de dispositivo, usuário	78
Figura 86 - Tela de confirmação de dispositivo	79
Figura 87 - Tela de locais recentes	80
Figura 88 - Tela de perfil do usuário	81
Figura 89 - Tela de encerramento de sessão, usuário	81

Figura 90 - Tela de cadastro do administrador 1	82
Figura 91 - Tela de seleção de cargo do administrador	83
Figura 92 - Tela de seleção de instituição administrador	84
Figura 93 - Tela de login do administrador.....	85
Figura 94 - Tela de confirmação de login, administrador.....	86
Figura 95 - Tela de início do administrador	87
Figura 96 - Telas de dispositivo do administrador	88
Figura 97 - Tela de locais recentes do administrador.....	89
Figura 98 - Tela de perfil do administrador.....	90
Figura 99 - Tela de edição de perfil.....	91
Figura 100 - Tela de encerramento de sessão.....	92
Figura 101 – Diagrama de casos de uso.....	97
Figura 102 – Diagrama de classe	97
Figura 103 – Diagrama de objetos	98
Figura 104– Diagrama de atividades	99
Figura 105 - Diagrama teste	120
Figura 107 - Tela de carregamento, teste	124
Figura 108 - Tela de introdução, teste	124
Figura 109 - Tela de método de entrada, teste	125
Figura 110- Tela de cadastro, PcDV, teste	126
Figura 111- Tela de cadastro, adm, teste.....	126
Figura 112- Tela de login, PcDV, teste	127
Figura 113- Tela de login, adm, teste	127
Figura 114 -Tela de início, PcDV, teste	128
Figura 115 -Tela de início, adm, teste.....	128
Figura 116 - Tela de início, PcDV, teste	128
Figura 117 - Tela de início, adm, teste....	128
Figura 118 - Tela de editar perfil, teste	129
Figura 119 - Tela de locais recentes, teste	130
Figura 120 - Tela de seleção de cargo, teste	130
Figura 121 - Tela de seleção de instituição, teste	131
Figura 122 - Tabela 1, Teste de Unidade.....	132
Figura 123 - Tabela 2, Teste de Unidade.....	132
Figura 124 - Tabela 1, Teste de Sistema	132
Figura 125 - Tabela 2, Teste de Sistema	133
Figura 126 - Tabela 1, Teste de Integração	133
Figura 127 - Tabela 2, Teste de Integração	133
Figura 128 - Tabela 1, Teste de Aceitação	134
Figura 129 - Tabela 2, Teste de Aceitação	134

Figura 130 -Tabela 1, Teste de Usabilidade	134
Figura 131 -Tabela 2, Teste de Usabilidade	135
Figura 132 - Questões 1 e 2 do Teste de Usuário.....	135
Figura 133 - Questão 3 do Teste de Usuário	136
Figura 134 - Questão 4 do Teste de Usuário	136
Figura 135 - Questão 5 do Teste de Usuário	137
Figura 136 - Questão 6 do Teste de Usuário	137
Figura 137 - Questão 7 do Teste de Usuário	138
Figura 138 - Questão 8 do Teste de Usuário	138
Figura 139 - Questão 9 do Teste de Usuário	139
Figura 140 - Questões 10 e 11 do Teste de Usuário.....	139
Figura 141 - Questões 12 e 13 do Teste de Usuário.....	140
Figura 142 - Questões 14 e 15 do Teste de Usuário.....	141
Figura 143 - Questão 16 do Teste de Usuário	142
Figura 144 - Questão 17 do Teste de Usuário	142
Figura 145 - Questões 18 e 19 do Teste de Usuário.....	143
Figura 146 - Questões 20 e 21 do Teste de Usuário.....	144
Figura 147 - Questões 22 e 23 do Teste de Usuário.....	145
Figura 148 - Questão 24 e 25 do Teste de Usuário	146
Figura 149 - Questões 26 e 27 do Teste de Usuário.....	147
Figura 150 - Questões 28 e 29 do Teste de Usuário.....	148
Figura 151 - Questões 30 e 31 do Teste de Usuário.....	149
Figura 152 - Questão 32 e 33 do Teste de Usuário	150
Figura 153 - Questões 34 e 35 do Teste de Usuário.....	151
Figura 154 - Questões 36, 37 e 38 do Teste de Usuário.....	152

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Divisão de tarefas.....	43
Tabela 2 – Desenvolvimento do Protótipo Físico.....	51
Tabela 3 – Desenvolvimento do Software.....	52
Tabela 4 – Hospedagem, Banco de Dados e Serviços Cloud.....	53
Tabela 5 – Tabela de Valor Salarial.....	53
Tabela 6 – Tabela de Valor Salarial Adicional e Infraestrutura.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS / SIGLAS

APP – Aplicativo

B2B – Business to Business (Empresa para empresa)

B2C – Business to Consumer (Empresa para consumidor)

CPS – Centro Paula Souza

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos

Etc – Etcetera

ETECs – Escola Técnica Estadual

IBDD – Instituto Brasileiro dos Direitos da Pessoa com Deficiência

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IOS – iPhone Operating System

LGPD – Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

Ltda – Sociedade Limitada

PcDV – Pessoa com Deficiência Visual

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

Qtd – Quantidade

RAIS – Relação Anual de Informações Sociais

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

VSM – *Value Stream Mapping* (Mapeamento do Fluxo de Valor)

Web – *World Wide Web*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

A acessibilidade é um direito fundamental garantido pela Constituição Federal e regulamentado por diversas leis, como o Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015). Ela assegura a inclusão de pessoas com deficiência na sociedade, permitindo-lhes usufruir de ambientes e serviços em igualdade de condições com os demais. No entanto, ainda existem barreiras estruturais e tecnológicas que dificultam a inclusão efetiva de pessoas cegas e com deficiência visual, especialmente no que se refere à mobilidade em instituições públicas e privadas.

Dados do IBGE e de estudos acadêmicos sobre acessibilidade demonstram que a inclusão educacional de pessoas com deficiência é um desafio persistente. Segundo a PNAD Contínua de 2022, apenas 25,6% das pessoas com deficiência concluíram o Ensino Médio, e a taxa de analfabetismo entre esse grupo é significativamente maior do que entre pessoas sem deficiência.

No contexto escolar, especialmente em Escolas Técnicas Estaduais (ETECs) — parte do objeto de estudo deste projeto —, ainda são necessárias melhorias para garantir a mobilidade autônoma de estudantes cegos ou com baixa visão. O estudo “Acessibilidade em uma Escola Pública de Ensino Técnico” (Moraes et al., 2015) identificou diversas barreiras estruturais nas ETECs, como a ausência de piso tátil, sinalização em Braille e adaptações adequadas para alunos cegos. Esses dados evidenciam a urgência de soluções inovadoras que promovam maior independência desses estudantes dentro do ambiente escolar.

Além disso, o artigo “Dificuldade na Inclusão e Acessibilidade de Pessoas com Deficiências e Necessidades Especiais de Locomoção na ETEC Prof. Marcos Uchôas dos Santos Penchel”, de Igor Freitas, Maria Silva e Maria Azevedo, contribui para a compreensão das limitações estruturais, além de fornecer subsídios legais e contextuais relevantes para fundamentar este projeto.

Por fim, o projeto *echoSense* vai além do âmbito educacional, buscando também atender às demandas de instituições em geral, incluindo as privadas. A proposta visa possibilitar que os usuários desfrutem do produto desenvolvido como uma ferramenta

de mobilidade e localização, de forma personalizada, segura e adaptada às suas necessidades.

2 PROPOSTA DO PROJETO

2.1 Problemática

Em âmbito educacional, a pesquisa qualitativa publicada na revista *Acta Scientiarum. Education* (2017), realizada com 8 cegos, identificou diferentes obstáculos apontados pelos entrevistados, um deles, a afirmação dificuldade em serem reconhecidos dentro da instituição, o que foi um incômodo para alguns dos participantes, dada a falta de atendimento necessário.

Diante disso, Barbosa e Fumes (2010) destacam que o coordenador de curso exerce função importante para a estrutura da instituição. Portanto, é responsabilidade desse cargo atender às necessidades específicas dos alunos.

Segundo o mesmo artigo, a tecnologia de suporte e de adaptação deve ser previamente e indispensavelmente pensada para fornecer uma experiência adequada à pessoa com deficiência visual. Em complemento, Raposo (2006) ressalta que a utilização de recursos tecnológicos favorece a independência dos estudantes e é meio de acesso rápido à informação.

Já em mérito do mercado de trabalho, foi identificado, a partir do trabalho de mestrado de Perez (2013), *Deficientes Visuais nas Organizações: A Exclusão no Processo de Inclusão*, os seguintes aspectos:

De acordo com Mudrick (1997), possuir uma condição crônica não é o principal fator de dificuldade para a execução do trabalho, mas sim a inacessibilidade dos transportes, da estrutura dos ambientes, das instalações do local de trabalho, além da discriminação sofrida na organização.

Dessa forma, levando em consideração o preconceito existente sobre pessoas cegas e PcDVs, profissionais com deficiências “leves” são preferidos durante a contratação, pois não apresentam grande impacto no cotidiano de uma organização privada (IBDD, 2008).

A partir disso, surge o problema de pesquisa do projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC): Qual tipo de tecnologia poderia ser aplicada ao cotidiano

do público-alvo para aumentar a qualidade de vida e sua autonomia em ambientes institucionais privados e públicos?

2.2 Solução

Ao detectar a necessidade de ampliação dos recursos de acessibilidade para pessoas com deficiência visual (PcDV) e cegos, e após comprovar a ausência desses recursos por meio de uma pesquisa de campo com aproximadamente 230 respostas, o grupo decidiu prosseguir com a ideia de prototipar um dispositivo em Arduino. Esse que é capaz de detectar objetos a até 12 metros de distância, fornece informações sobre a localização do usuário, priorizando a segurança, entre outras funcionalidades.

Muitas tecnologias assistivas possuem um custo elevado, o que as torna inacessíveis considerando a realidade financeira de um salário-mínimo. Além da precariedade dos recursos oferecidos nas instituições alvo da pesquisa. Tendo isso em vista, um dos objetivos do projeto é tornar essa solução acessível e viável no cotidiano dessas pessoas.

Diante disso, o projeto propõe oferecer uma ferramenta tecnológica de auxílio para que as tarefas do cotidiano se tornem mais confortáveis, contribuindo, assim, para a inclusão e autonomia do indivíduo em instituições públicas e privadas.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo geral

Auxiliar na mobilidade autônoma de pessoas com deficiências visuais ou cegas em instituições privadas e públicas, desenvolvendo um protótipo de bengala inteligente, construído com Arduino, que possua conectividade com um aplicativo *mobile*.

2.3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar os principais problemas de acessibilidade nas instituições;
- b) Levantar funcionalidades com base em pesquisas de campo;
- c) Apoiar instituições na melhoria da acessibilidade do espaço físico;
- d) Promover maior autonomia para pessoas com deficiência visual em ambientes escolares e de trabalho

2.4 Concorrências

2.4.1 Concorrência direta

Bengala inteligente *WeTalk*: possui *bluetooth*, navegação no *google maps* e detecção de obstáculos. Em fevereiro de 2025, encontra-se no valor de R\$5400,00, no site “Mais autonomia”.

2.4.2 Concorrência indireta

BlindSquare: aplicativo pago para *IOS*, tem funções como comando de voz e a busca por estabelecimentos próximos, utilizando o *gps* para a sua localização. Em fevereiro de 2025, encontra-se no valor de \$39.99, aproximadamente R\$228,00.

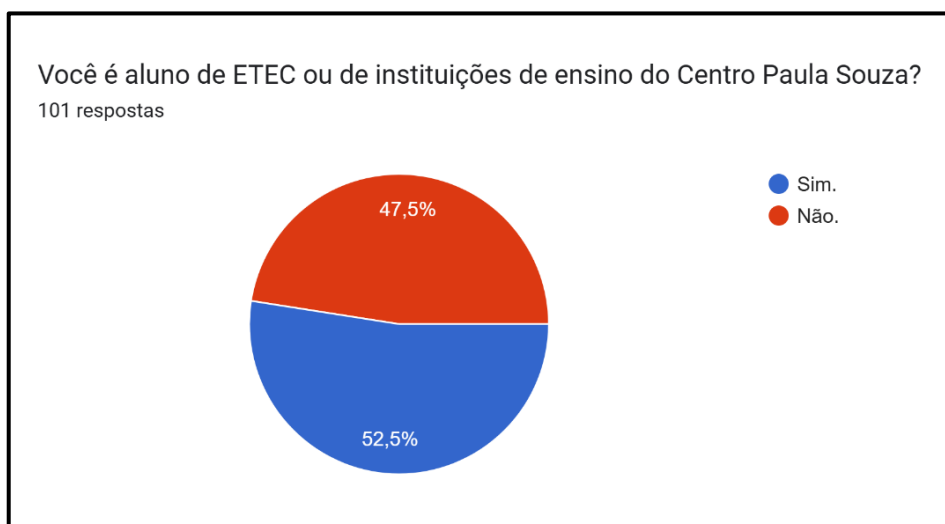
3 PESQUISA DE CAMPO

Para a comprovação da viabilidade do projeto foram criados e divulgados três formulários, sendo dois deles para viabilização do protótipo da bengala inteligente, divididos para pessoas com deficiência visual e pessoas sem deficiência visual, o formulário para a viabilização da ideia do aplicativo foi voltado apenas para não deficientes visuais.

3.1 Questionários

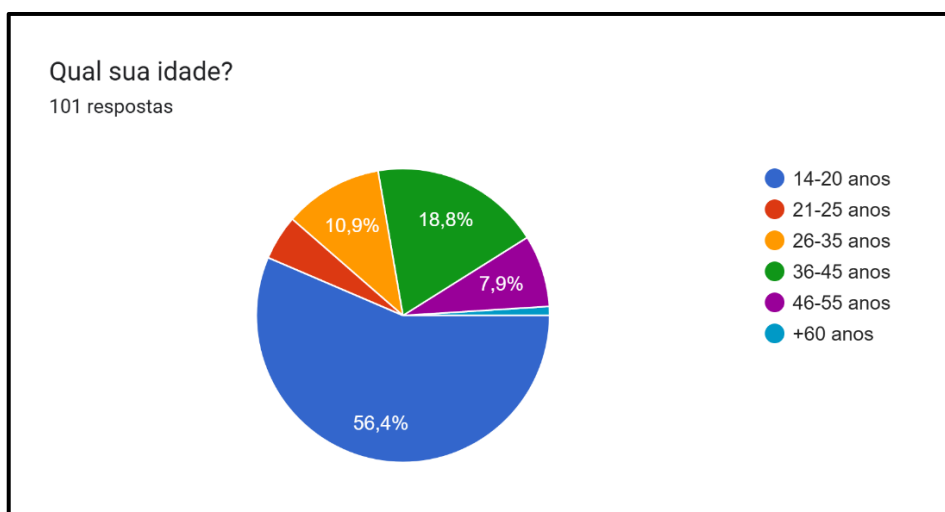
3.1.1 Formulário 1, para pessoas visuais

Figura 1 - Formulário 1, Você é aluno do CPS?



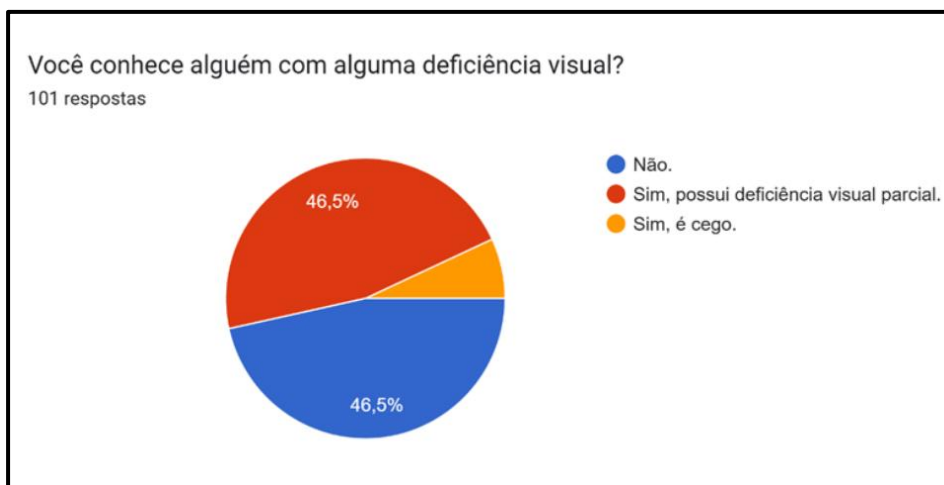
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 2 - Formulário 1, Qual sua idade?



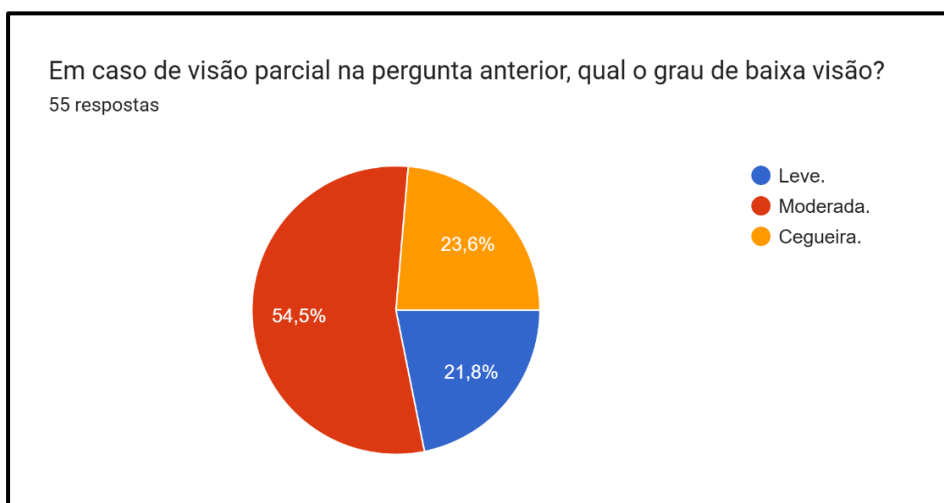
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 3 - Formulário 1, Você conhece alguém com deficiência visual?



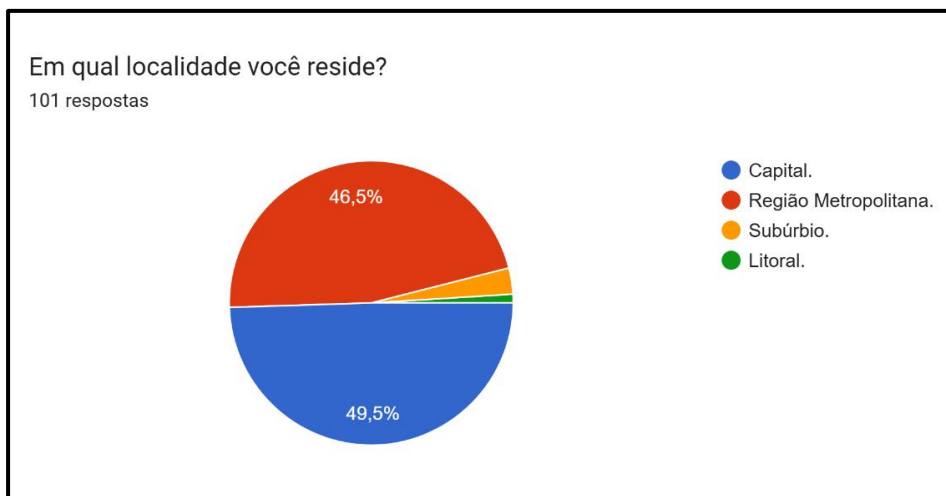
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 4 - Formulário 1, Você é aluno do CPS?



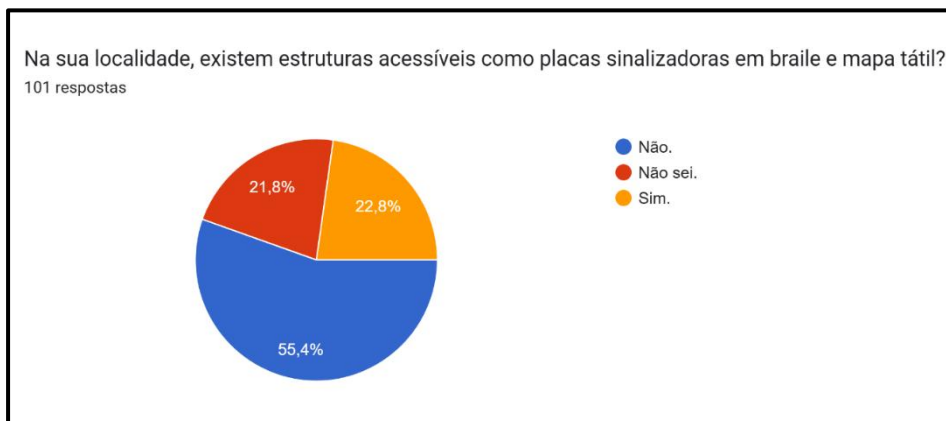
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 5 - Formulário 1, localidade



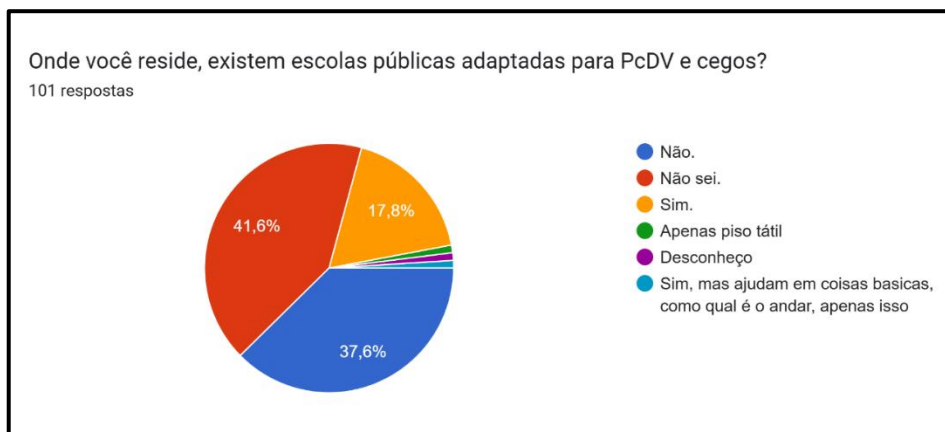
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 6 - Formulário 1, em sua localidade, existem estruturas acessíveis?



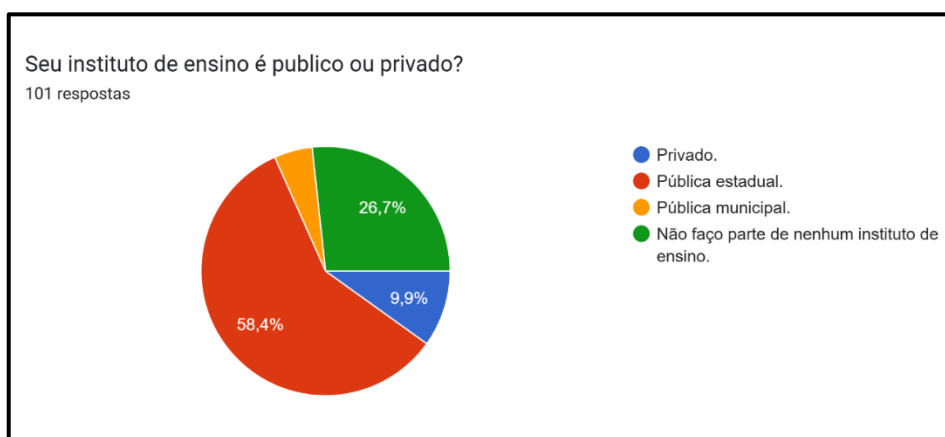
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 7 - Formulário 1, em sua localidade, existem estruturas acessíveis?



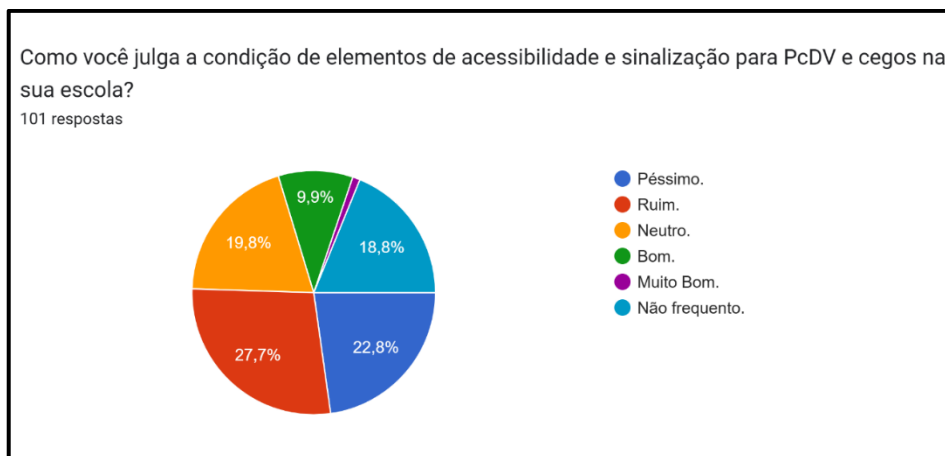
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 8 - Formulário 1, seu instituto é público ou é privado?



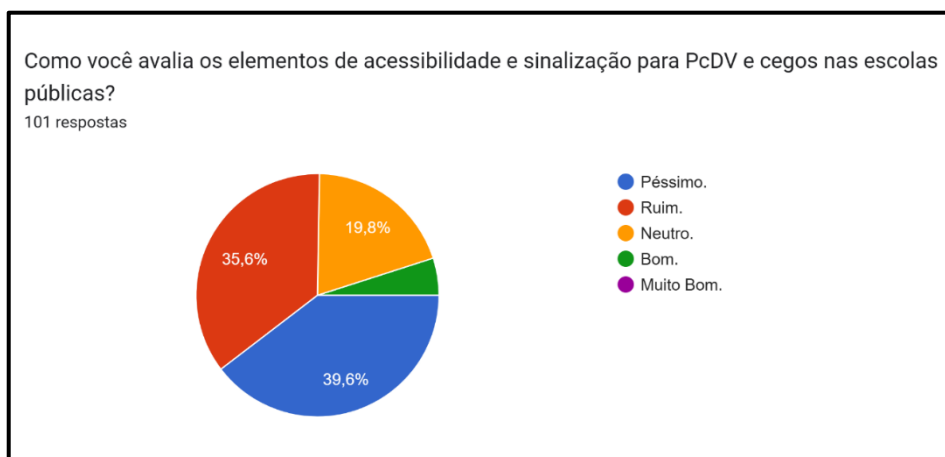
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 9 - Formulário 1, como você julga a condição de elementos de acessibilidade e sinalização para PcVD e cego na sua escola?



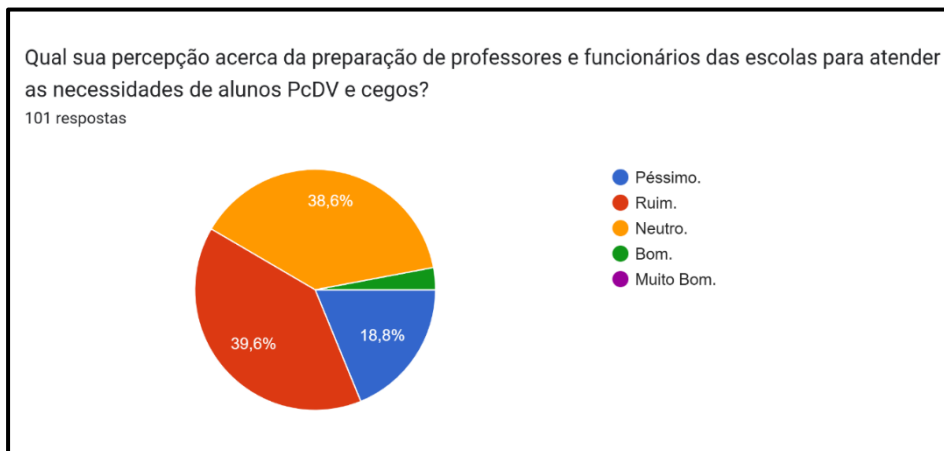
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 10 - Formulário 1, como você julga a condição de elementos de acessibilidade e sinalização para PcVD e cego nas escolas públicas?



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 11 - Formulário 1, qual sua percepção acerca da preparação de professores e funcionários das escolas para atender as necessidades de alunos PcDV e cegos?



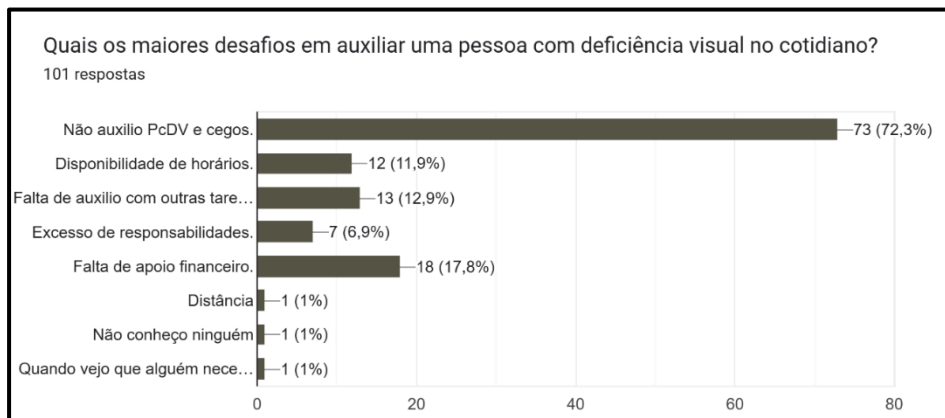
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 12 - Formulário 1, com base a sua experiência ou observação, quais são os principais desafios enfrentados por uma PcDV ao se locomover nas escolas?



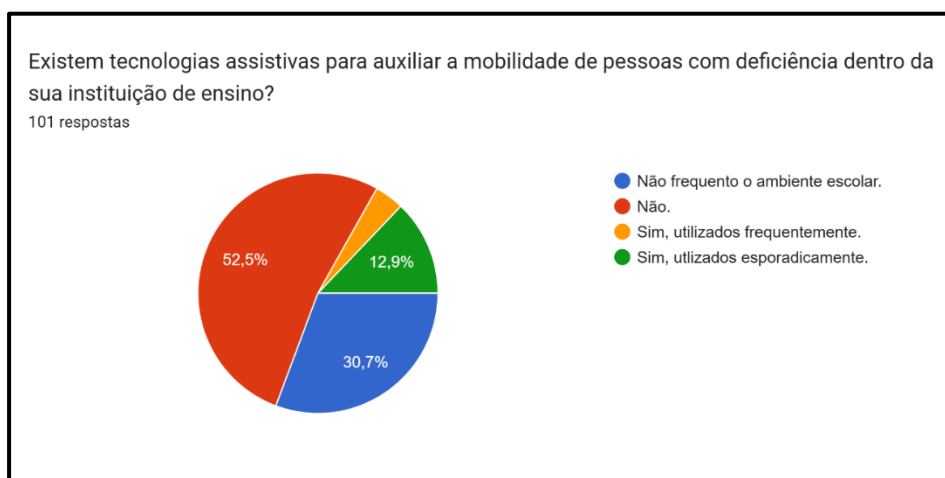
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 13 - Formulário 1, quais os maiores desafios em auxiliar uma pessoa com deficiência visual no cotidiano?



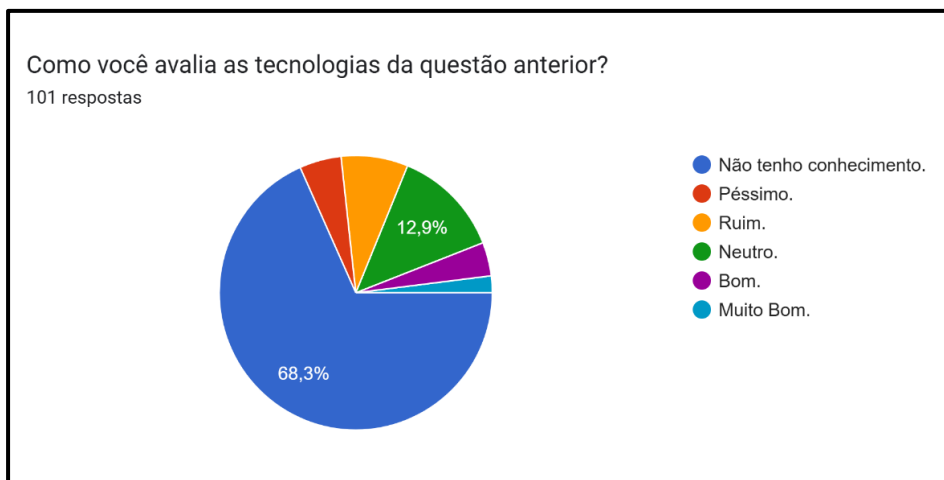
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 14 - Formulário 1, existem tecnologias assistivas para auxiliar a mobilidade de pessoas com deficiência visual dentro da sua instituição de ensino?



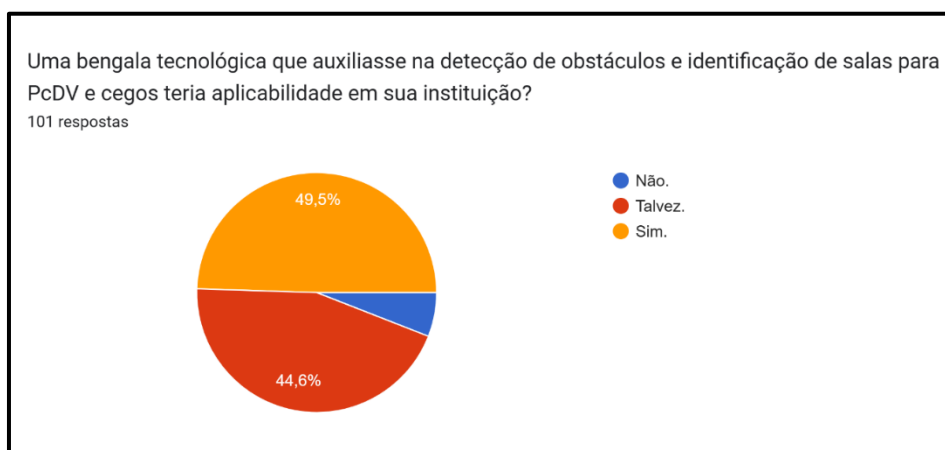
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 15 - Formulário 1, como você avalia as tecnologias da questão anterior?



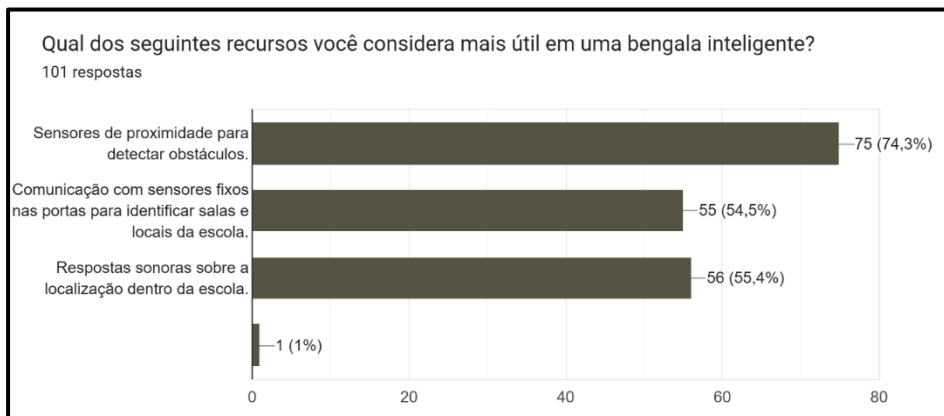
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 16 - Formulário 1, uma bengala tecnológica que auxiliasse na detecção de obstáculos e identificação de salas para PcDV e cegos teria aplicabilidade em sua instituição?



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 17 - Formulário 1, qual dos seguintes recursos você considera mais útil em uma bengala inteligente?



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 18 - Formulário 1, fique à vontade para dar sugestões ao projeto

Fique a vontade para dar sugestões ao projeto:

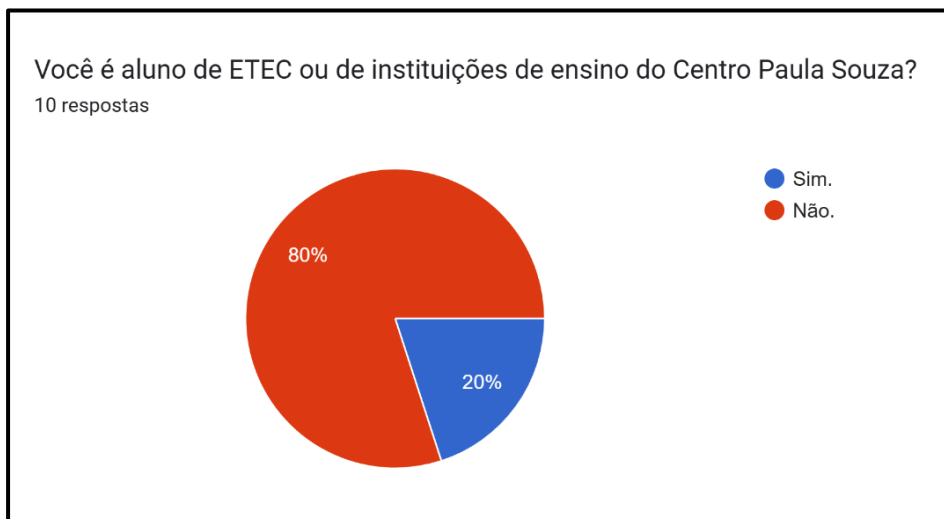
6 respostas

- Seria bom ter essas adaptações nas escola os deficientes visuais iam se sentir melhores
- Nada a dizer, o trabalho está incrível.
- Bengalas com sensores ou algum som q possam ajudar com que PcDV se sintam mais independentes para encontrar na instituição de ensino salas, banheiros, refeitório, etc.
- Parabéns pelo projeto!
- Projeto incrível. Que possa continuar e ajudar cada vez mais pessoas.
- Muito bom parabéns

Fonte: autoria própria (2025).

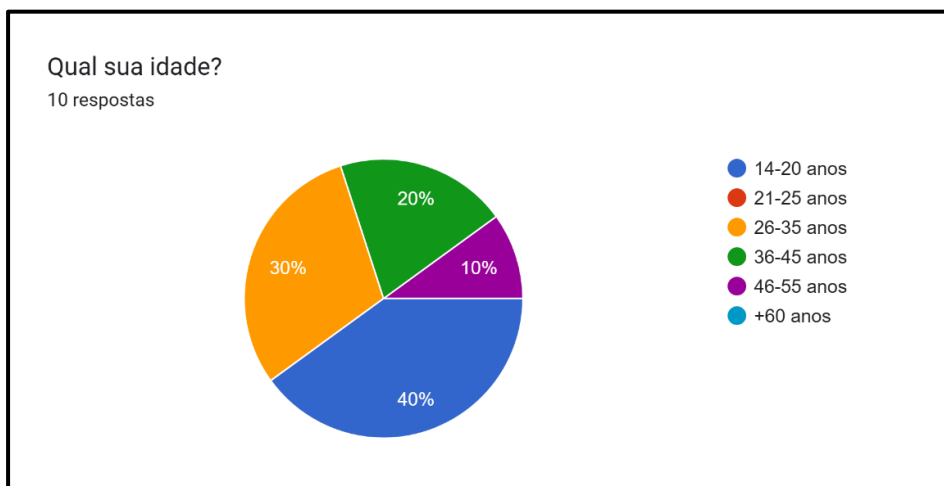
3.1.2 Formulário 2, para pessoas com deficiência visual ou cegas

Figura 19 - Formulário 2, você é aluno da ETEC ou de instituições de ensino do CPS?



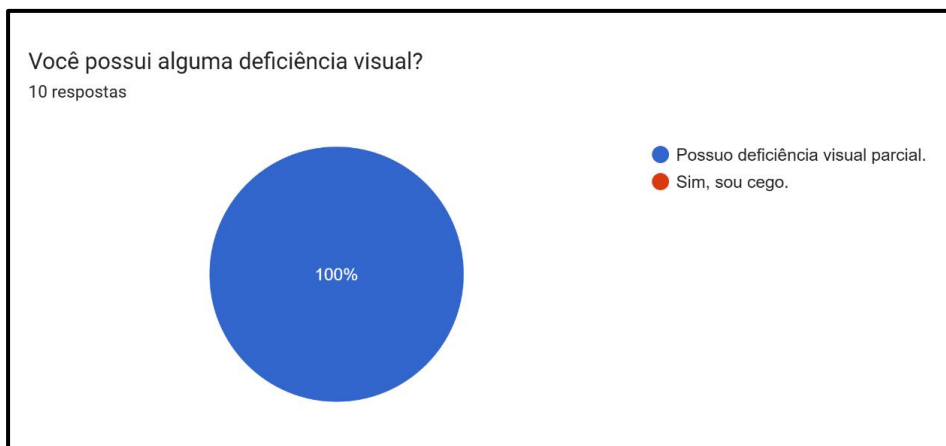
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 20 - Formulário 2, qual sua idade



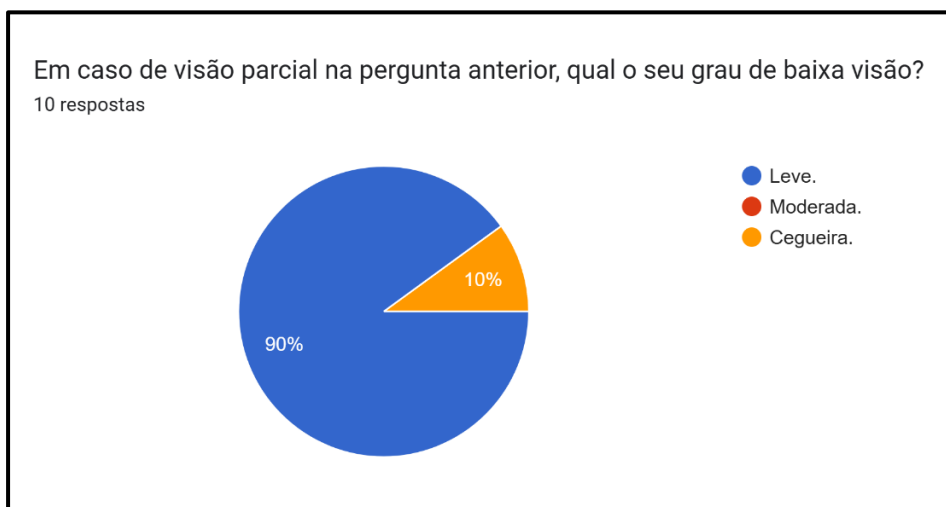
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 21 - Formulário 2, você possui alguma deficiência visual?



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 22 - Formulário 2, qual o seu grau de baixa visão?



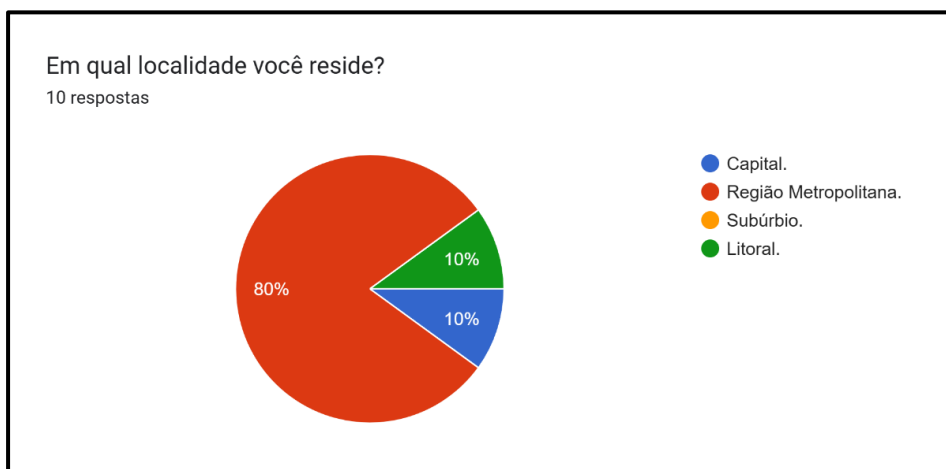
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 23 - Formulário 2, você faz uso de algum tipo de bengala para locomoção?



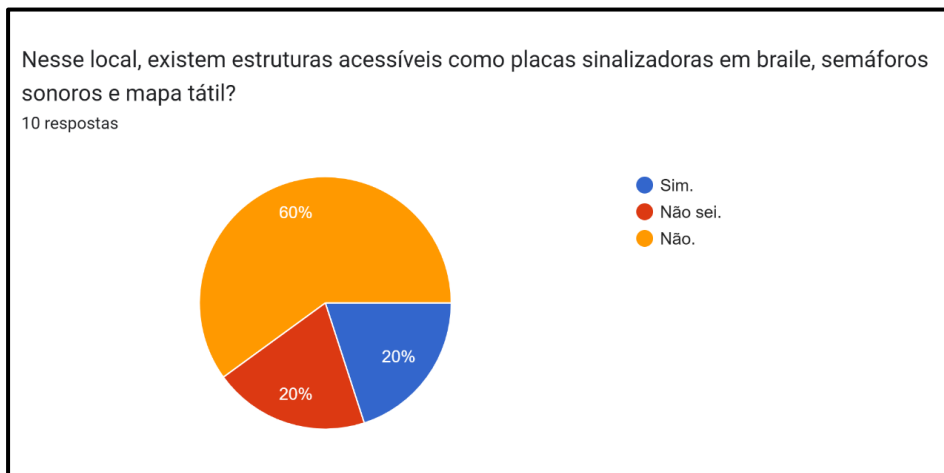
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 24 - Formulário 2, em que localidade você reside?



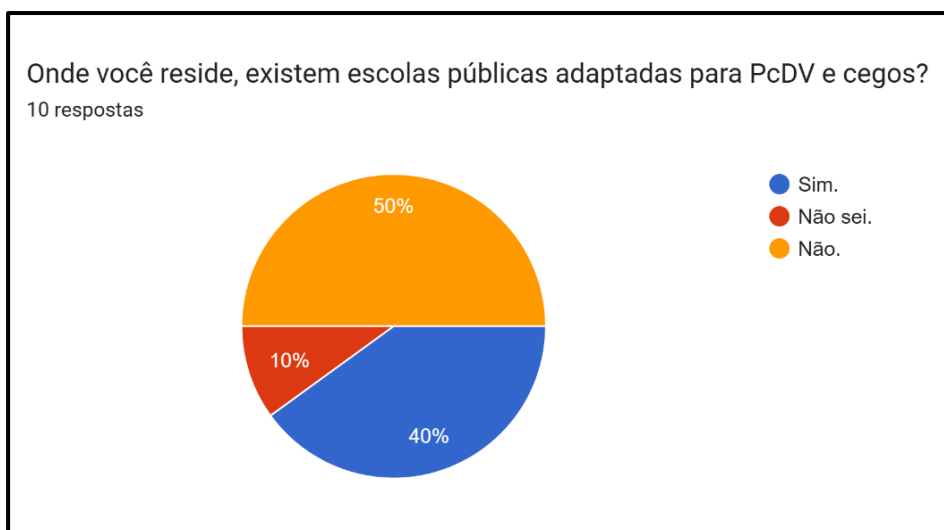
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 25 - Formulário 2, existem estruturas acessíveis como placas sinalizadoras em braile, semáforos etc?



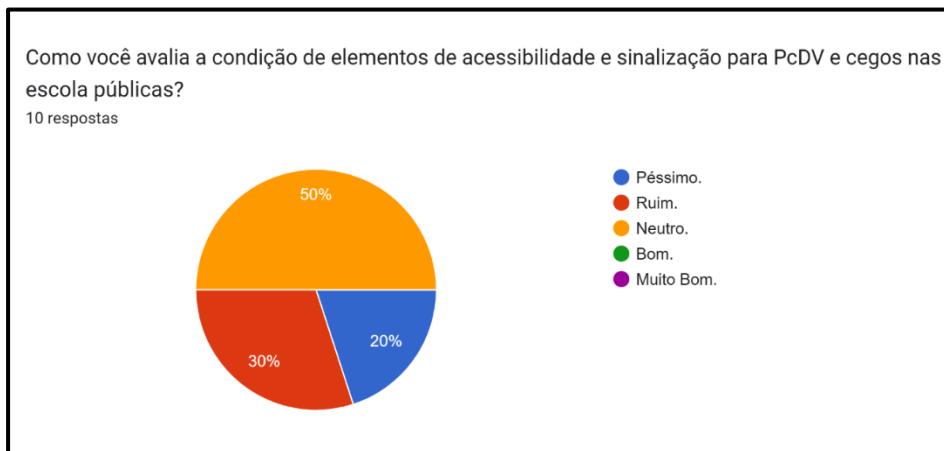
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 26 - Formulário 2, existem escolas públicas adaptadas para PcDV e cegos?



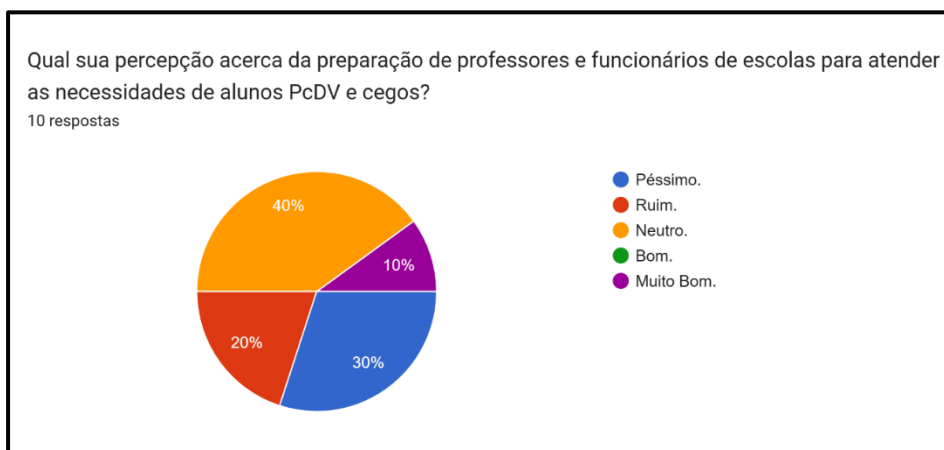
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 27 - Formulário 2, como você avalia elementos de acessibilidade e sinalização para PcDV e cegos nas escolas públicas?



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 28 - Formulário 2, qual sua percepção acerca da preparação dos funcionários para atender necessidade de PcDV e cegos?



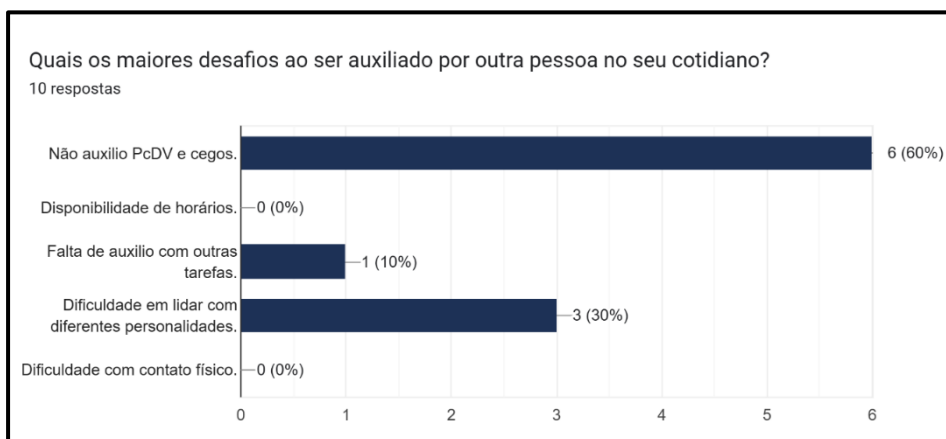
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 29 - Formulário 2, quais os maiores desafios que você encontra ao se locomover pela sua escola?



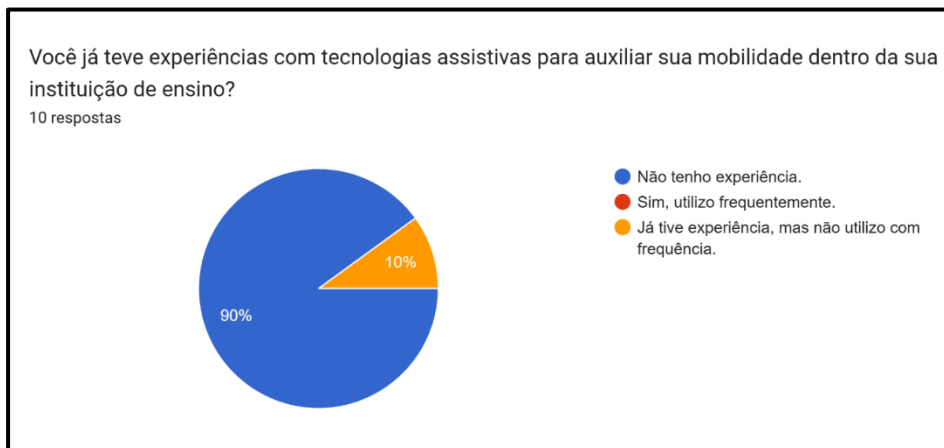
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 30 - Formulário 2, quais os maiores desafios ao ser auxiliado por outra pessoa em seu cotidiano?



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 31 - Formulário 2, você já teve experiências com tecnologias assistivas para auxiliar sua mobilidade dentro da sua instituição?



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 32 - Formulário 2, como você avalia a sua experiência na última questão?



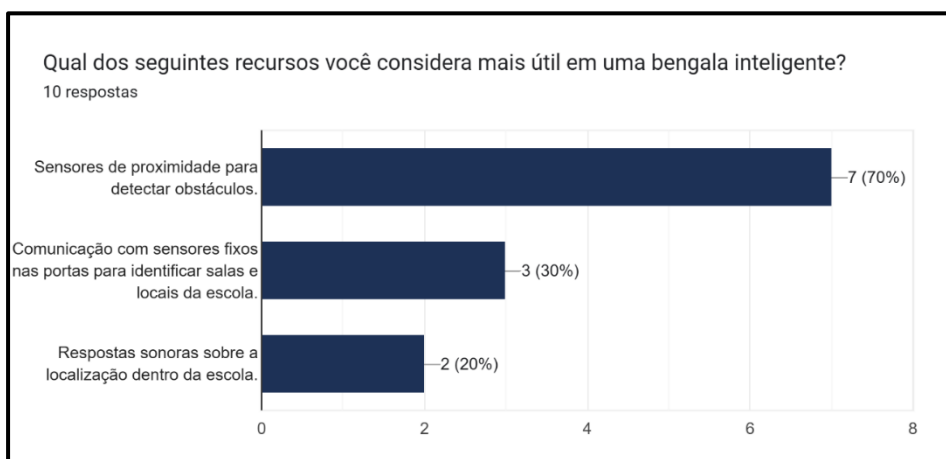
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 33 – Formulário 2, uma bengala tecnológica que auxiliasse na detecção de obstáculos e identificação de salas para PcDV teria aplicabilidade no seu dia a dia?



Fonte: autoria própria (2025).

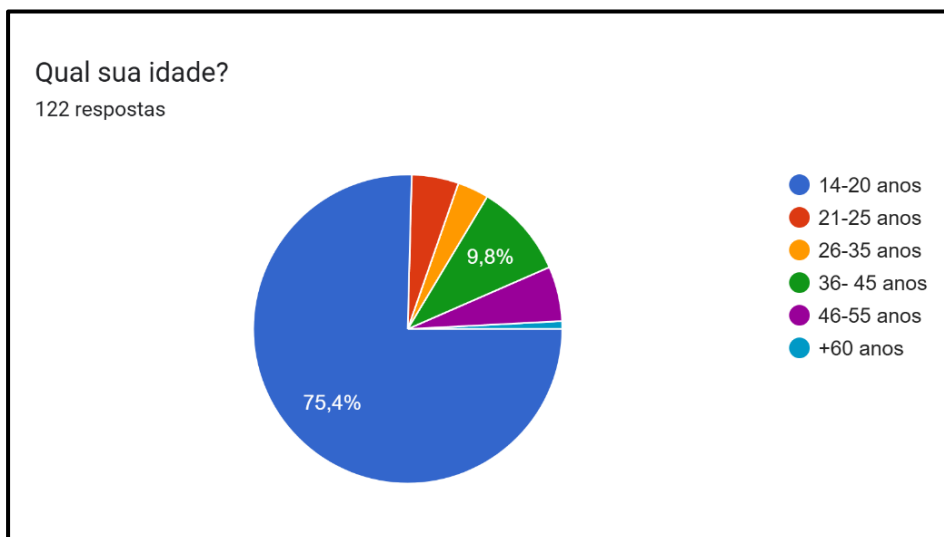
Figura 34 – Formulário 2, qual dos seguintes recursos você considera mais útil em uma bengala inteligente?



Fonte: autoria própria (2025).

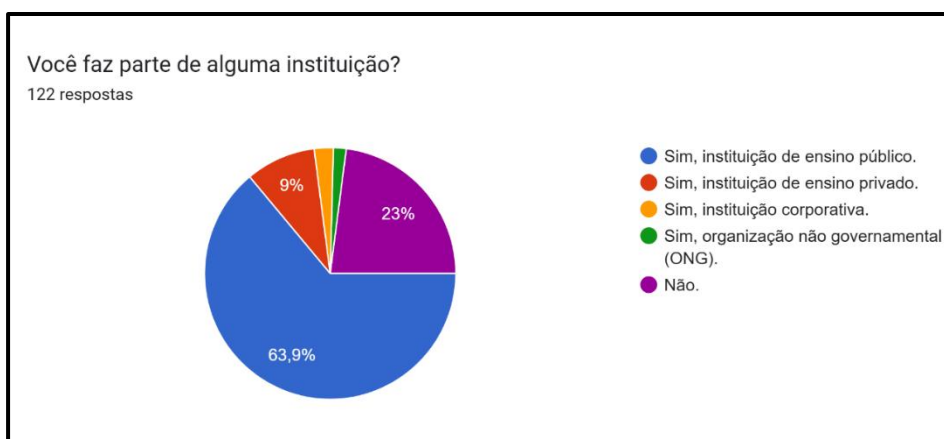
3.1.3 Formulário 3, para pessoas visuais

Figura 35 – Formulário 3, qual sua idade?



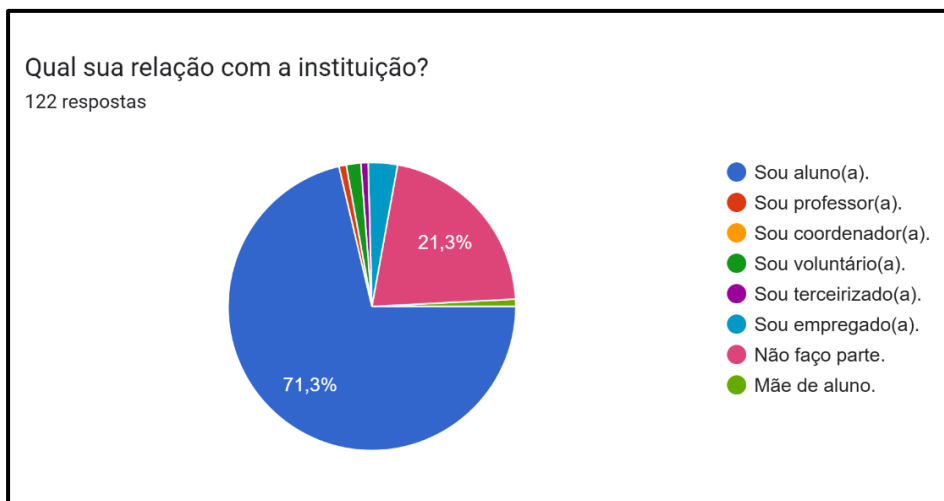
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 36 – Formulário 3, você faz parte de alguma instituição?



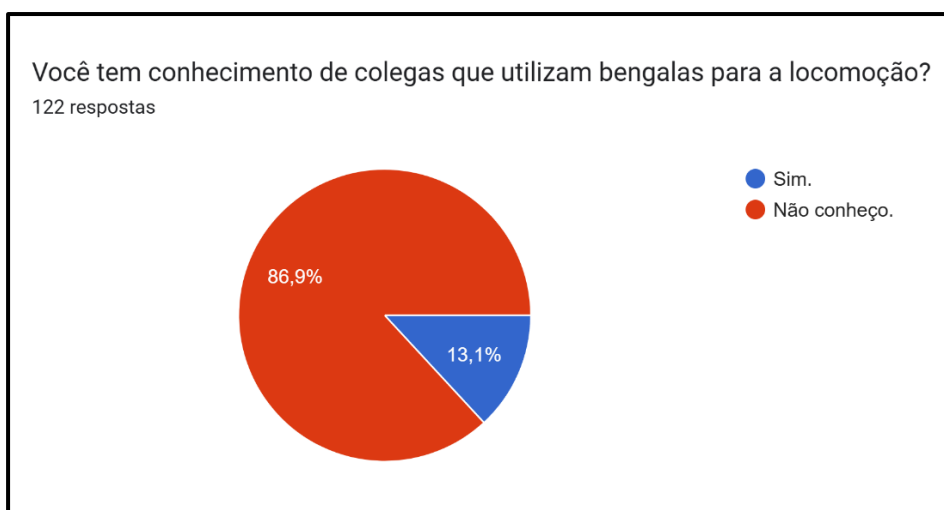
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 37 – Formulário 3, qual sua relação com a instituição?



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 38 – Formulário 3, você tem conhecimento de colegas que utilizam bengalas para a locomoção?



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 39 – Formulário 3, quais são as dificuldades apresentadas durante o uso?

Com base na pergunta anterior, quais são as dificuldades apresentadas durante o uso?(Pergunta não obrigatória)

14 respostas

Locomoção
Subir escadas
A locomoção nas ruas, com tantos carros e motos dificultam um pouco para de locomoverem com medo de serem atropelados e se machucarem
Mesmo não conhecendo ninguém, acredito que dentro da escola pessoas com essa limitação tem dificuldades nas escadas e estacionamento
Muita dificuldade de locomoção ,devido as ruas ter muitos buracos .
Ela não é perfeita e mesmo assim pode haver obstáculos q ele não irá conseguir detectar
Ruas sem calçadas buraco
Paralisia infantil

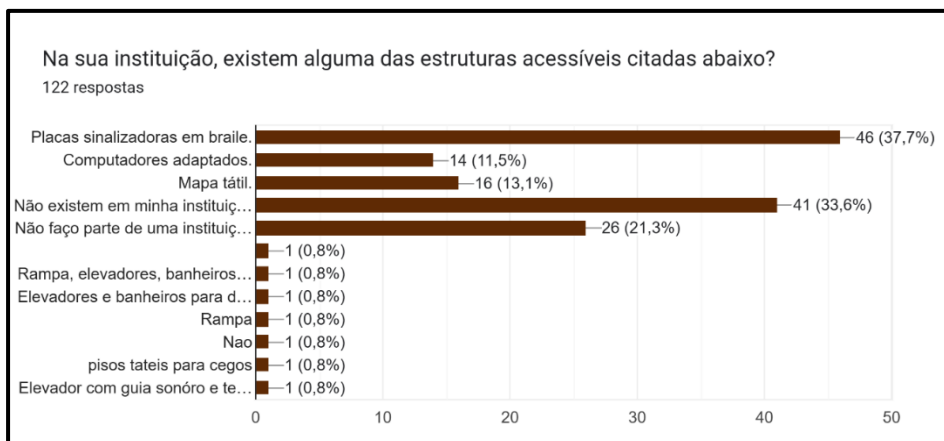
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 40 – Formulário 3, respostas sobre dificuldades de uso

A locomoção nos ambientes onde pessoas com deficiência visual não conhecem
Difícil locomoção nos ambientes
Não conheço.
Todas
De locomoção nas ruas ,dificuldades pra andar na calçada.

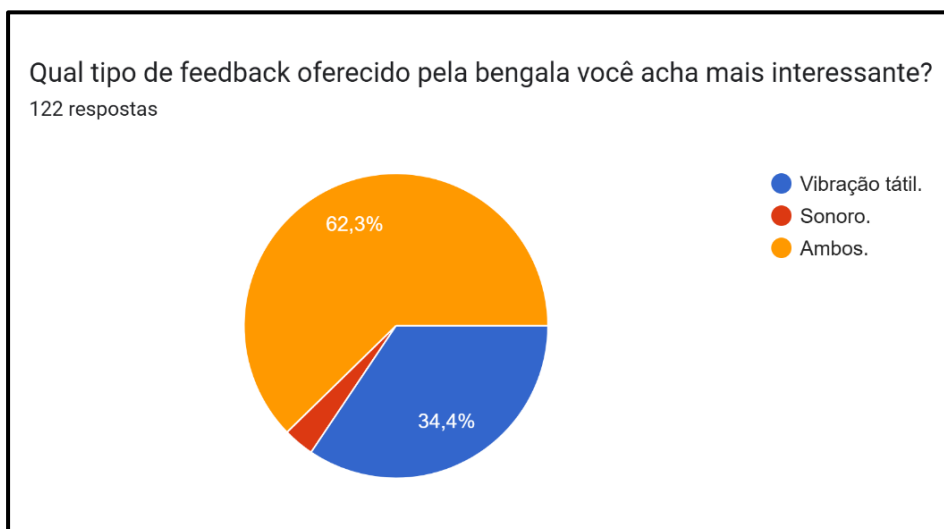
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 41 – Formulário 3, em sua instituição, existem alguma das estruturas acessíveis?



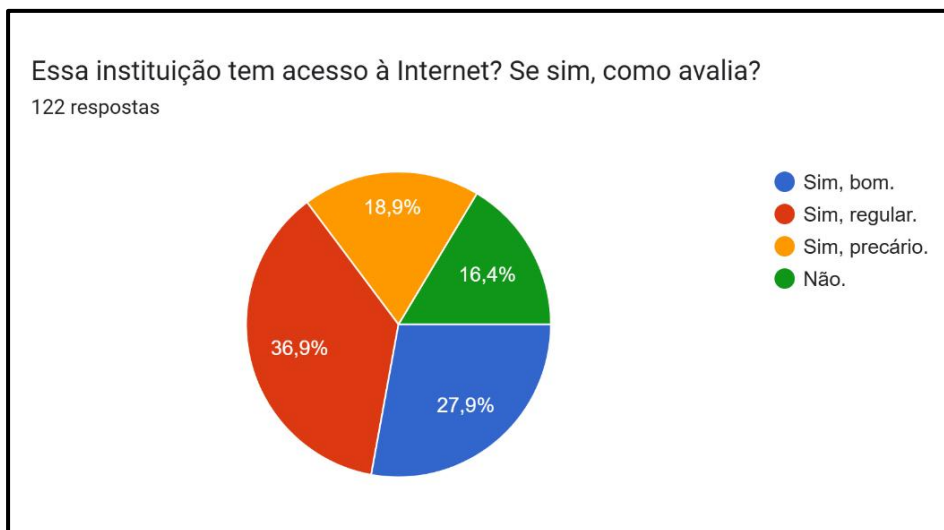
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 42 – Formulário 3, qual tipo de *feedback* pela bengala você acha mais interessante?



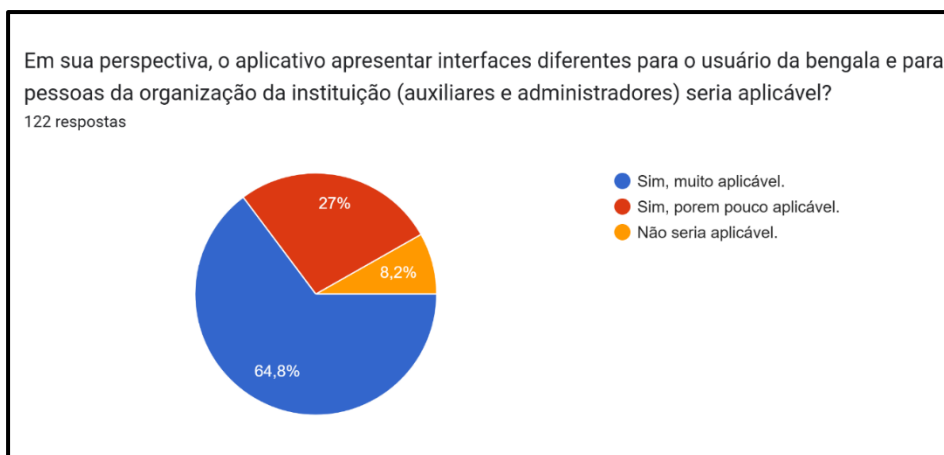
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 43 – Formulário 3, sua instituição tem acesso à internet?



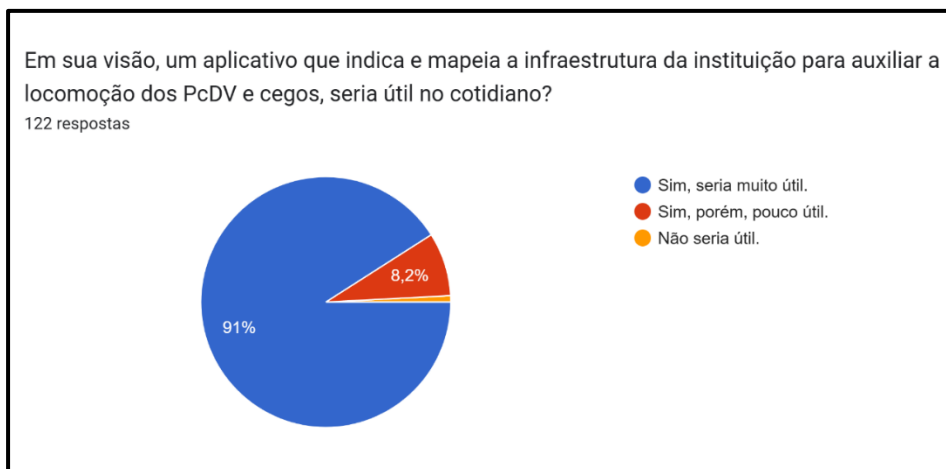
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 44 – Formulário 3, em sua perspectiva, o aplicativo apresentar interfaces diferentes para o usuário e auxiliares seria aplicável?



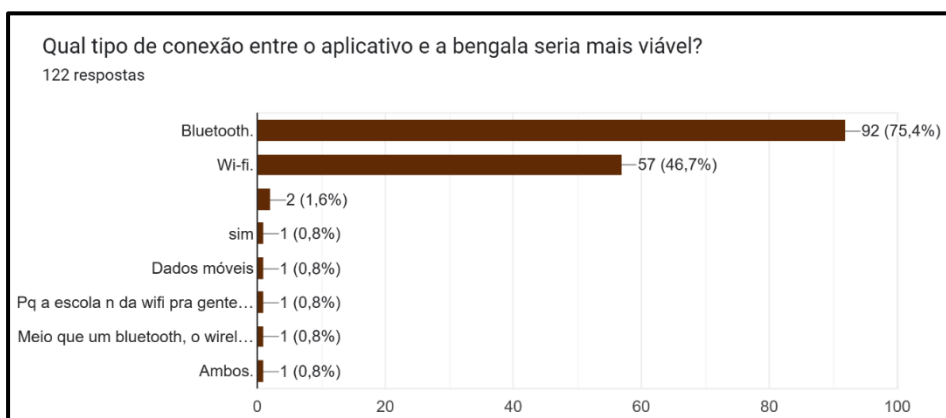
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 45 – Formulário 3, um aplicativo que indica e mapeia a infraestrutura da instituição seria útil?



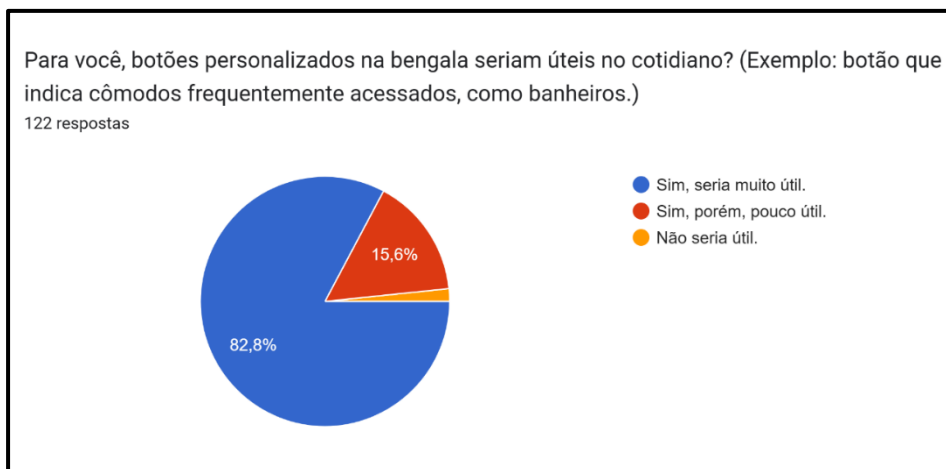
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 46 – Formulário 3, qual tipo de conexão entre o aplicativo e a bengala seria mais viável?



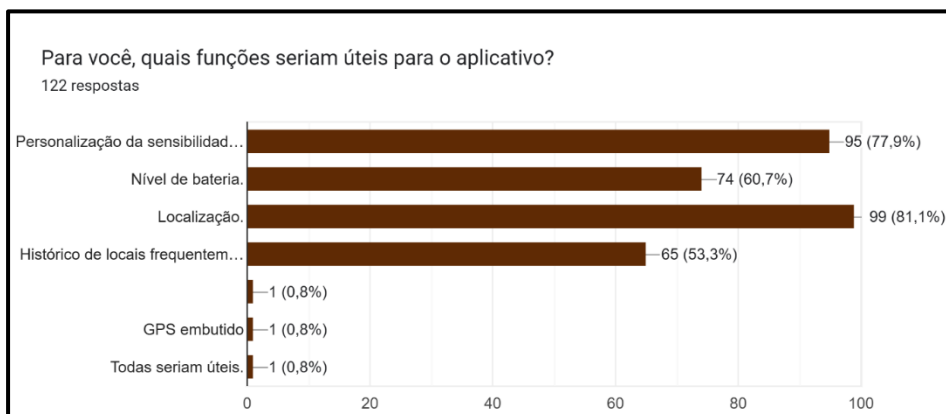
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 47 – Formulário 3, botões personalizados na bengala seriam úteis?



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 48 – Formulário 3, quais funções seriam úteis no aplicativo?



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 49 – Formulário 3, sugestões para a bengala?

Em sua opinião, quais funções seriam úteis para a bengala? (Pergunta opcional)

19 respostas

- Indicação do local mais apropriado para andar com a bengala naquele local.
- Todas são muito boas.
- seria muito legal a opção de economizar bateria ou ter alguma bateria portátil
- Vibração ou sensor
- Sensor
- Deixar claro para aa pessoas ao redor que a pessoa esta com a mesma
- Humanização
- Avisos de escada/buracos ou elevacoes no solo
- Alerta em caso de buracos, ruas muito movimentadas e coisas do tipo.

Fonte: autoria própria (2025).

Figura 50 – Formulário 3, respostas de sugestões para a bengala

- Localizar o desnível do relevo local, se possível
- Sensor
- sensor de objetos/pessoas a uma certa distancia
- GPS embutido
- Botão de pânico
- Sinais sonoros por aproximação
- Voz para auxiliar os usuários (no app)
- Conexão Bluetooth e fala
- Sensores bem precisos e sem precisar carregar em um local com energia , e sim com sensor para facilitar

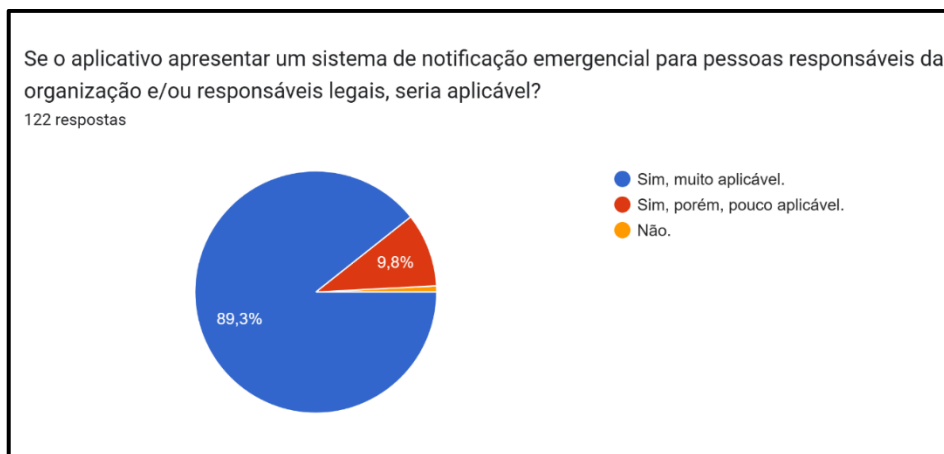
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 51 – Formulário 3, resposta de sugestão para a bengala

Com som sonoro avisando por onde passa .

Fonte: autoria própria (2025).

Figura 52 – Formulário 3, se o aplicativo apresentar um sistema de notificação emergencial para o responsável seria aplicável?



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 53 – Formulário 3, gostaria de contribuir com o projeto? Deixe seu e-mail



Fonte: autoria própria (2025).

3.2 Análise das respostas dos questionários

3.2.1 Análise dos formulários 1 e 2

Dos dados levantados, 51,5% dos participantes estão nas instituições de ensino Centro Paula Souza, dentre eles, 98% têm a idade entre 14 e 20 anos, e nos 48,5% que não estão no CPS, 56,2% não estão em nenhuma instituição de ensino, 20,8% estão em colégios particulares e os 22,9% restantes estão em escolas municipais e estaduais.

Na pergunta “Como você avalia os elementos de acessibilidade e sinalização para PcDV e cegos nas escolas públicas?” apenas 5,1% das pessoas responderam que a acessibilidade dentro das escolas públicas é boa, em contraste aos 78,4% que apontaram a acessibilidade como RUIM ou PÉSSIMA, já o restante preferiu manter neutralidade.

Do total das respostas, apenas 6,1% acreditam que uma bengala inteligente no ambiente escolar não seria aplicável. Além disso, a funcionalidade mais apontada como útil foi a implementação de sensores de detecção de objetos próximos, no entanto, 54,5% também aprovou a ferramenta de implementar sensores fixos nas salas de aula, tendo um *feedback* sonoro sobre a localização do usuário.

Na análise do perfil dos participantes que acreditam que a bengala inteligente não é utilizável em sua instituição, foi possível notar que:

- 66,6% estudam em ESCOLA ESTADUAL, o que é equivalente a quatro pessoas, dentre elas, três fazem parte do Centro Paula Souza. Desses estudantes, 50% afirmam que suas escolas têm uma infraestrutura acessível ruim, 25% péssimo e 25% neutro. Além disso, 75% alegam que seus institutos não têm nenhum tipo de tecnologias assistivas para auxiliar a mobilidade de pessoas com deficiência. Os 33,3% restantes não estão ligados a nenhuma instituição de ensino;
- 83,33% declaram não ter conhecimento de existências de escolas com acessibilidade para pessoas com deficiência visual/cegas perto de sua localidade;
- Avaliam a acessibilidade nas escolas públicas como péssimo (50%), ruim (33,3%) ou neutro (16,6%).

3.2.2 Análise do questionário 3

O terceiro formulário foi proposto em sala de aula para validar a viabilidade do aplicativo, o qual é uma parte essencial do projeto de TCC. Os principais pontos questionados foram: idade, tipo de instituição e seu papel dentro dela, além de quais funcionalidades seriam agradáveis no aplicativo e no protótipo da bengala.

As respostas em destaque, por contemplarem o propósito do formulário, afirmam que, 75,4% dos participantes possuem de 14 à 20 anos, 63,9% são de instituições de ensino público e 71,3% são alunos.

Apesar da maioria dos participantes (86,9%) não terem contato com usuários de bengalas para locomoção, houve a contribuição de 14 respostas dissertativas que afirmaram, em maior relevância, as seguintes dificuldades: “Subir escadas”, “Mesmo não conhecendo ninguém, acredito que dentro da escola pessoas com essa limitação tem dificuldades nas escadas e estacionamento” e “Difícil locomoção nos ambientes”. Além disso, ainda relacionado à infraestrutura, placas sinalizadoras, computadores adaptados e mapa tátil foram citados como presentes, variando de 11,5% à 37,7%, por outro lado, 33,6% declaram a ausência de quaisquer recursos de acessibilidade na instituição.

Em suma, as características mais validadas pelos participantes foram: *feedback* por vibração tátil e sonoro (62,3%), interfaces específicas para administrador e usuário (64,8%), botões de guia (82,8%), e por fim, sistema de notificação emergencial (89,3%).

Concluindo, a questão da viabilidade do aplicativo proposto, foi confirmado que seria útil no cotidiano, contando com a aprovação de 91%.

3.3 Legislação

Para justificar o projeto, algumas leis relacionadas ao tema, em diversos aspectos são importantes, como por exemplo, no caso dos pontos selecionados do Decreto-lei nº 5.296/2004, que, no Capítulo III (Das Condições Gerais da Acessibilidade), Art. 8º, define:

- I - Acessibilidade: condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida;
- II - Barreiras: qualquer entrave ou obstáculo que limite ou impeça o acesso, a liberdade de movimento, a circulação com segurança e a possibilidade de as pessoas se comunicarem ou terem acesso à informação, classificadas em:

- a) barreiras urbanísticas: as existentes nas vias públicas e nos espaços de uso público;
- c) barreiras nos transportes: as existentes nos serviços de transportes; e
- d) barreiras nas comunicações e informações: qualquer entrave ou obstáculo que dificulte ou impossibilite a expressão ou o recebimento de mensagens por intermédio dos dispositivos, meios ou sistemas de comunicação, sejam ou não de massa, bem como aqueles que dificultem ou impossibilitem o acesso à informação;
- V - Ajuda técnica: os produtos, instrumentos, equipamentos ou tecnologia adaptados ou especialmente projetados para melhorar a funcionalidade da pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida;

Ademais, de acordo com a Rede Globo, a Lei 9.213/1991 prevê que a empresa com 100 ou mais empregados está obrigada a preencher de 2% a 5% dos seus cargos com beneficiários reabilitados ou pessoas portadoras de deficiência, habilitadas, na seguinte proporção: 2% quando se tem até 200 empregados; 3% quando for de 201 a 500; 4% quando for de 501 a 1000; e 5% quando tiver de 1001 em diante.

Outro aspecto valorizado é a Lei 14.951/2024. Segundo a Agência Senado, a cor branca deve ser destinada a pessoas cegas. Usuários com baixa visão ou visão subnormal devem portar bengalas verdes, enquanto a vermelha e branca é reservada para pessoas surdas-cegas. O Sistema Único de Saúde (SUS) deve fornecer a bengala longa na coloração solicitada.

Por fim, a Lei nº 13.146/2015, no capítulo I (Disposições Gerais), no Art. 1º, institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania.

f) barreiras tecnológicas: as que dificultam ou impedem o acesso da pessoa com deficiência às tecnologias;

Tendo em vista os aspectos citados, as leis demandam que exista igualdade, inclusão e acessibilidade para Pessoas com Deficiência Visual (PcDV) e cegos na sociedade. E, a fim de contribuir para esse propósito, o Protótipo da Bengala Integrada

ao Software será desenvolvido como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da ETEC Taboão da Serra.

4 METODOLOGIA

A metodologia aplicada no processo de desenvolvimento do *echoSense* foi o *Kanban*, um método comumente utilizado no desenvolvimento de projetos. A palavra tem origem no idioma japonês e significa "cartão". Esses cartões são organizados em um quadro com a premissa de tornar as etapas e objetivos do projeto visíveis e bem-organizados. Assim, o grupo decidiu adotar esse método para obter maior controle e melhorar continuamente o processo.

4.1 Abordagem

Durante o desenvolvimento deste projeto, foi adotada a abordagem quantitativa, focando na eficiência do protótipo em aspectos como: satisfação e aprovação do público, distância de detecção, tempo de resposta e número de obstáculos detectados. Para isso, foram criados quatro formulários: dois produzidos exclusivamente para o público-alvo e os outros dois direcionados a pessoas que conhecem ou auxiliam cegos no cotidiano. Com esses dados, foi possível comprovar a viabilidade do trabalho.

Além disso, a abordagem qualitativa se faz presente na coleta de depoimentos de pessoas cegas e com deficiência visual, que testaram o dispositivo e forneceram suas opiniões, com base na experiência de uso e sugerindo melhorias, assim, contribuindo para o aprimoramento.

Portanto, a pesquisa adotou uma abordagem quantitativa e qualitativa.

4.1.1 Técnicas e Procedimentos

A pesquisa foi de natureza descritiva e exploratória, pois visou levantar características de um fenômeno social e explorar novas possibilidades tecnológicas para promover a acessibilidade.

- Revisão bibliográfica: A pesquisa abrangeu a consulta a artigos científicos, teses e trabalhos sobre acessibilidade, tecnologias assistivas e o uso de Arduino em dispositivos de auxílio a deficientes visuais.

- Pesquisa de campo: Tratou-se da divulgação de formulários online e entrevistas com usuários cegos ou com deficiência visual para avaliar o funcionamento e a utilidade do protótipo.

4.2 Divisão de Papéis

Para a organização das funções, para o controle e balanceamento de responsabilidades, o grupo foi subdividido nas seguintes partes:

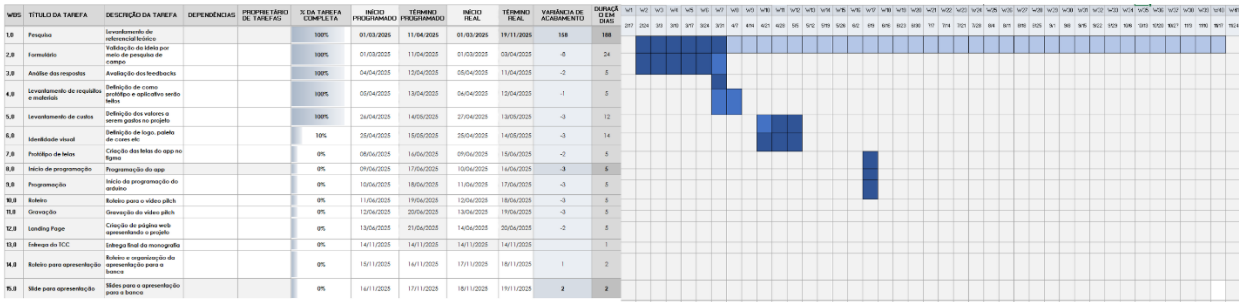
Tabela 1 – Divisão de tarefas

Divisão de Funções	
 Responsável	Função
Érika e Flavia	Documentação
Érika e Flavia	Pesquisa bibliográfica e de campo
Kauã	Design e identidade visual
Cauã e Douglas	Banco de dados
Érika e Flavia	Diagramação
Cauã e Douglas	Programação do aplicativo
Cauã e Douglas	Programação do protótipo Arduino
Cauã e Douglas	Desenvolvimento da página <i>web</i>
Flavia	Escrita de roteiro do vídeo <i>pitch</i>
Érika e Kauã	Edição do vídeo <i>pitch</i>
Érika e Kauã	Criação de slides para apresentação
Todos	Roteiro para apresentação
Todos	Organização do espaço de apresentação
Todos	Apresentação final.

Fonte: autoria própria (2025).

4.3 Cronogramas de Entrega

Figura 54 - Gráfico de *Gantt* do primeiro semestre



Fonte: autoria própria (2025).

4.4 Carga horária

A carga horária contempla as horas destinadas ao desenvolvimento do projeto, abrangendo as seguintes áreas: planejamento, pesquisa e documentação, prototipação, programação, testes e revisão. O projeto foi desenvolvido ao longo de dois semestres letivos, combinando o uso do tempo em sala de aula com horas adicionais dedicadas fora do período escolar. Estima-se uma média de aproximadamente quatro horas semanais, totalizando cerca de 15 horas mensais.

Por fim, ao considerar dez meses efetivos de aula, totaliza-se cerca de 160 horas totais.

4.5 Fluxograma de desenvolvimento

Figura 55 – Fluxograma do desenvolvimento do projeto



Fonte: autoria própria (2025).

5 INICIALIZAÇÃO

5.1 Dados do *echoSense*

5.1.1 Razão social

A razão social da empresa – nome que será utilizado nos documentos legais – foi definida como:

echoSense Tecnologia e Acessibilidade Ltda.

5.1.2 Nome Fantasia

echoSense.

O nome do projeto foi baseado na junção das palavras “*echo*” e “*sense*”, em português, respectivamente, “eco” e “percepção”. Assim, transmitindo a ideia da empresa: sentir e compreender o ambiente a partir de ecos.

5.1.3 Identidade visual

A escolha do nome une os conceitos de “*echo*” (como fenômeno de propagação e retorno de ondas) e “*sense*” (sentido, percepção), reforçando a ideia de uma tecnologia que “sente” o espaço e devolve informações relevantes ao usuário.

5.1.3.1 Logotipo

Figura 56 - Identidade visual *echoSense*



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 57 - Logotipo *echoSense*



Fonte: autoria própria (2025).

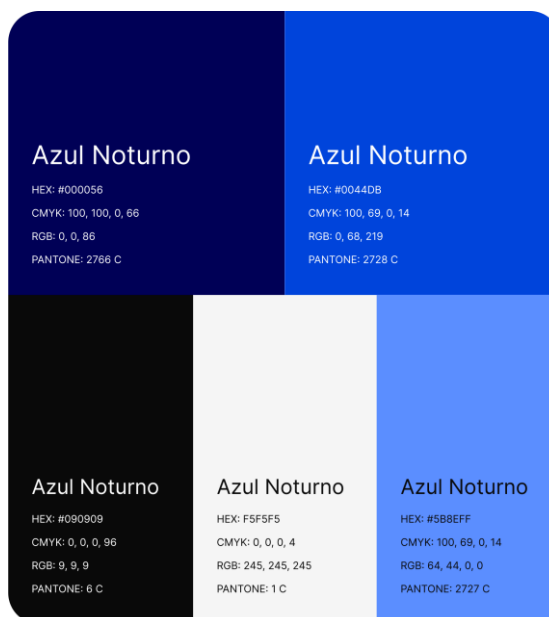
O símbolo é formado por formas concêntricas orgânicas, que remetem à propagação de ondas — como ecos, sinais sonoros ou vibrações. Essa representação dialoga diretamente com o funcionamento do dispositivo, que utiliza sensores para “ler” o ambiente e emitir respostas táteis.

Embora lembre vagamente um radar ou um olho abstrato, o símbolo evita qualquer representação direta da visão. Isso reforça a proposta da marca de ser inclusiva e sensível, focada na percepção como um todo — não apenas visual.

A tipografia escolhida para o logotipo é moderna, acessível e de leitura facilitada. Com traços limpos e arredondados, transmite leveza, acolhimento e tecnologia. O contraste entre a espessura das letras ajuda a criar ritmo e equilíbrio visual, tornando a marca memorável sem ser complexa.

5.1.3.2 Paleta de cores

A paleta de cores da *echoSense* foi pensada para transmitir confiança, tecnologia, segurança e acessibilidade — pilares centrais do projeto. Os tons de azul são predominantes, reforçando a ideia de precisão tecnológica e empatia, enquanto os tons neutros garantem contraste, legibilidade e equilíbrio visual.

Figura 58 – Paleta de cores *echoSense*

Fonte: autoria própria (2025).

- Paleta principal

Os tons de azul foram escolhidos por sua forte associação com tecnologia, inteligência, estabilidade e serenidade. A combinação entre claro, médio e escuro cria uma hierarquia visual funcional, respeitando critérios de contraste para usuários com baixa visão.

- Cores neutras

Essas cores complementares permitem versatilidade na aplicação da marca, promovendo legibilidade e acessibilidade em diversos contextos, como interfaces digitais, materiais impressos e vídeos.

5.1.3.3 Tipografia

- *Chillax*

Figura 59 – Tipografia *Chillax*

Fonte: autoria própria (2025).

A fonte *Chillax* é a tipografia institucional da *echoSense*. Moderna, geométrica e com formas arredondadas, ela transmite suavidade e acessibilidade sem perder a

presença visual. Sua aparência contemporânea a torna ideal para títulos, logotipos, botões e comunicações de destaque.

- *Helvetica*

Figura 60 – Tipografia *Helvetica*



Fonte: autoria própria (2025).

A clássica *Helvetica* entra como suporte, garantindo legibilidade máxima em textos longos e descrições. Sua neutralidade permite que o conteúdo flua sem competir visualmente com os elementos gráficos da marca.

5.1.4 Missão, Visão e Valores

- Missão: Promover acessibilidade nas instituições a partir do uso da tecnologia, com um baixo custo e inovação.
- Visão: Proporcionar uma melhor qualidade de vida e conforto para pessoas com deficiência visual ou cegas.
- Valores: Acessibilidade, custo-benefício, personalização.

5.1.5 Plano de negócios

5.1.5.1 Modelo Canvas

Figura 61 – Fluxograma do desenvolvimento do projeto



Fonte: autoria própria (2025).

- Principais parcerias

Para a realização do projeto, o apoio de fornecedores de materiais elétricos, como: componentes de Arduino e placas de prototipagem. Além disso, a parceria com transportadoras seria necessária para o envio dos equipamentos para as instituições.

- Atividades chave

As principais atividades precisas para criar e manter o aplicativo e o funcionamento da bengala são:

- Programação e a manutenção do aplicativo mobile;
- Montagem do aparelho para a bengala;
- Divulgação da marca para atrair clientes.

- Recursos chave

- Desenvolvedores capacitados: uma equipe responsável pela programação do aplicativo e montagem do equipamento, além da realização de testes de qualidade e manutenções eventuais.

- Plataformas de vendas: utilizado para a venda e suporte para o cliente. Infraestrutura tecnológica: utilizada para o desenvolvimento de todas as etapas do projeto.
- Proposta de valor
 - Acessibilidade: buscando a inclusão de pessoas com deficiência visual e cegas em instituições.
 - Custo-benefício: a marca procura levar a acessibilidade com um baixo custo em um grande benefício.
 - Personalização: a possibilidade de customizar as configurações de acordo com a preferência do usuário.

- Relação com o cliente

Auxílio e suporte: ajuda ao cliente.

- Canais
 - Aplicativo mobile: comunicação voltada para usuários e instituições que já aderiram à marca.
 - Site: direcionada a instituições que possuem interesses em adquirir o produto e aplicativo e/ou possuem dúvidas.
 - Redes sociais: utilizadas para a propaganda da marca.
 - Instituições: suporte direto às instituições.

- Segmento de cliente

B2C: cegos e pessoas com deficiência visual que frequentam instituições.

B2B: instituições que possuem interesse em promover uma melhor infraestrutura e apoio para PcDV e cegas.

- Fonte de renda
 - Venda do dispositivo;
 - Planos anuais para as instituições: os preços variam de acordo com a quantidade de dispositivos comprados. São disponibilizados apenas planos com duração de um ano.

5.1.5.2 Estrutura de custos

A estrutura de custos do projeto *echoSense* está dividida em quatro grandes áreas: desenvolvimento do protótipo físico, desenvolvimento do aplicativo e *backend*, hospedagem e serviços em nuvem, e equipe técnica com pesquisa e gestão.

Os modelos de estrutura de custos que se adequam ao projeto *echoSense* são: a precificação por projeto e a forma recorrente. Tendo em vista que a venda do kit do aparelho Arduino e o aplicativo suporte depende da produção de forma individual, ou seja, por projeto. Já a forma recorrente se aplica ao serviço anual oferecido às instituições consumidoras do produto. Além disso, para redução de custo, optamos por terceirizar alguns serviços e criar parcerias.

Por fim, o modelo é baseado em custos, seguindo o objetivo de tornar o produto final mais acessível. Assim, há presença da automação e da terceirização dos serviços em algumas etapas do processo, porém prezando pela eficiência operacional, a fim de obter aprovação dos consumidores.

- Custos fixos:
 - Desenvolvimento do site, aplicativo e aparelho;
 - Hospedagem do site e do aplicativo;
 - Consumo das ferramentas de trabalho dos desenvolvedores como computadores, internet, softwares pagos, entre outros;
 - Salários.
- Custos variáveis:
 - Transportadora;
 - Fornecedores de embalagem;
 - Fornecedores de material eletrônico.
- Custos operacionais:
 - Marketing;
 - Manutenção;
 - Canal de suporte.
- Valor do protótipo físico

No que diz respeito ao desenvolvimento do protótipo físico, a bengala inteligente utiliza componentes de baixo custo, mas com funcionalidades robustas. São utilizados microcontroladores como o ESP32 ou ESP8266, sensores ultrassônicos para detecção de obstáculos, módulos *Bluetooth* BLE (como o JDY-24M) e baterias recarregáveis.

Somando os custos com a estrutura física da bengala, PCB personalizada e montagem, estima-se um gasto médio entre R\$ 500 e R\$ 700 por unidade. Além disso, é necessário considerar a aquisição de *beacons Bluetooth* que serão distribuídos nos ambientes, com custo médio de R\$ 40 por unidade — totalizando cerca de R\$ 810 para colocar o projeto em funcionamento.

Tabela 2 - Desenvolvimento do Protótipo Físico (Bengala Inteligente)

Item	Custo Unitário	Qtd.	Subtotal
ESP32/ESP8266 (por unidade)	R\$ 40	1	R\$ 40
Sensor ultrassônico	R\$ 25	1	R\$ 25
Bateria recarregável + carregador	R\$ 70	2	R\$ 70
Placa PCB + montagem protótipo	R\$ 135	1	R\$ 135
Beacon BLE	R\$ 40	1	R\$ 40
Testes e calibração	R\$ 500	-	R\$ 500
CUSTO TOTAL:	-	-	R\$ 810

Fonte: autoria própria (2025).

- Valor de Desenvolvimento do Aplicativo (Android/iOS)

Já o desenvolvimento de software, que inclui o aplicativo móvel (para Android e iOS), o *backend* baseado em *Firebase*, uma interface web para administrar os dispositivos e uma landing *page* para divulgação representa a maior parte do investimento. O app será desenvolvido em *React Native* para garantir compatibilidade entre plataformas, com funcionalidades como *login*, cadastro, leitura do BLE, status da bengala, entre outros. O sistema Web terá como tecnologias o *React.JS* e também terá como base de dados o *Firebase*.

Esse desenvolvimento está estimado entre R\$ 40.000 e R\$ 50.000. A integração com *Bluetooth*, *Firebase*, notificações e gerenciamento dos dispositivos podem exigir um investimento adicional de R\$ 10.000 a R\$ 15.000. O *backend* no *Firebase*, com autenticação, banco de dados em tempo real e armazenamento, pode custar entre R\$ 5.000 e R\$ 8.000. Juntos, esses itens totalizam de R\$ 63.000 a R\$ 85.000.

Tabela 3 - Desenvolvimento de Software (Aplicativo e Backend)

Item	Subtotal
Desenvolvimento App Android/iOS (<i>React Native</i>)	R\$ 20.000
Integração BLE, GPS e <i>Firebase</i>	R\$ 2500
Desenvolvimento <i>Backend Firebase</i> (<i>Realtime DB</i> , Auth, <i>Storage</i>)	R\$ 3500
Painel <i>Web</i> para administração	R\$ 4500
Testes de usabilidade + QA	R\$ 7000
SUBTOTAL:	R\$ 37.500

Fonte: autoria própria (2025).

- Valores para Hospedagem, Banco de Dados e Serviços *Cloud*

Para hospedagem e serviços em nuvem, o projeto utilizará o *Firebase* no plano *Blaze*, que cobra por demanda. Com uso moderado, os custos de autenticação, banco de dados e armazenamento devem girar entre R\$ 3.000 e R\$ 5.000 por ano. Também é necessário considerar a publicação do app nas lojas (R\$ 750 de taxa da *App Store* e *Google Play*) e eventuais custos com hospedagem de site e painel de administração, que podem variar entre R\$ 500 e R\$ 1.000 anuais.

Tabela 4 - Hospedagem, Banco de Dados e Serviços *Cloud*

Item	Custo Anual Estimado
Firebase (Plano <i>Blaze</i> : armazenamento, auth, RTDB)	R\$ 3.000 – R\$ 5.000
Google Play / App Store (taxas e publicação)	R\$ 750 (único + anual)
Subdomínio + hospedagem site/painel admin	R\$ 500 – R\$ 1.000
Subtotal Hospedagem/Cloud	R\$ 6.750

Fonte: autoria própria (2025).

- Valor Salarial

Os valores apresentados referem-se à média salarial de trainees em empresas de pequeno porte, com base nas informações disponibilizadas pelos sites *Educa Mais Brasil* e *Glassdoor*.

Tabela 5 – Tabela de Valor Salarial

Cargo	Número de Funcionários	Salários	Total por Cargo	Total de Custos
Programador Arduino	2	R\$3.000	R\$6.000	-
Desenvolvedor Mobile	2	R\$3.000	R\$6.000	-
Desenvolvedor Web	2	R\$2.250	R\$4.500	-
Design Digital	2	R\$3.000	R\$6.000	-
Analista de Marketing	2	R\$2.000	R\$4.000	-
Programador de SQL	2	R\$2.000	R\$4.000	-
-	-	-	-	R\$30.500

Fonte: autoria própria (2025).

- Infraestrutura

Por fim, há os custos relacionados à equipe técnica, pesquisa, infraestrutura e desenvolvimento. Isso inclui o pagamento de desenvolvedores, engenheiros, designers e consultores de acessibilidade. Considerando um período de seis a nove meses de trabalho, a remuneração da equipe pode variar entre R\$ 40.000 e R\$ 50.000. Também se reserva um valor para consultoria especializada (R\$ 5.000) e para documentação técnica e relatórios (R\$ 2.000).

Tabela 6 – Tabela de Valor Salarial Adicional e Infraestrutura

Categoria	Detalhamento	Valor Estimado
Desenvolvedor	<i>Mobile (React Native)</i> – seis meses	R\$ 36.000
Desenvolvedor	<i>Backend (Firebase)</i> – quatro meses	R\$ 20.000
Engenharia de <i>Hardware</i>	Engenheiro eletrônico (ESP + sensores) – quatro meses	R\$ 24.000
<i>Design</i> e UX/UI	<i>Designer</i> UX/UI – dois meses	R\$ 8.000
Consultoria de Acessibilidade	Especialista para validação do sistema	R\$ 5.000
Gerência e Coordenação	Coordenação técnica – seis meses (parcial)	R\$ 24.000
Pesquisa com Usuários	Testes, entrevistas e logística	R\$ 6.500
Infraestrutura e Ferramentas	<i>Softwares</i> , laboratório, <i>coworking</i>	R\$ 10.500
SUBTOTAL	-	R\$ 134.000

Fonte: autoria própria (2025).

5.1.5.3 Monetização do projeto

A estratégia de monetização do projeto consiste nos seguintes modelos: comercialização do kit, composto pelo dispositivo Arduino e o aplicativo de suporte, o qual pode ser vendido para indivíduos ou instituições; e prestação de serviços recorrentes, ou seja, planos anuais para gerenciamento e controle dos dispositivos adquiridos por instituições públicas e privadas.

Dessa forma, objetivamos atender tanto usuários individuais quanto organizações, promovendo a acessibilidade e a sustentabilidade financeira do projeto.

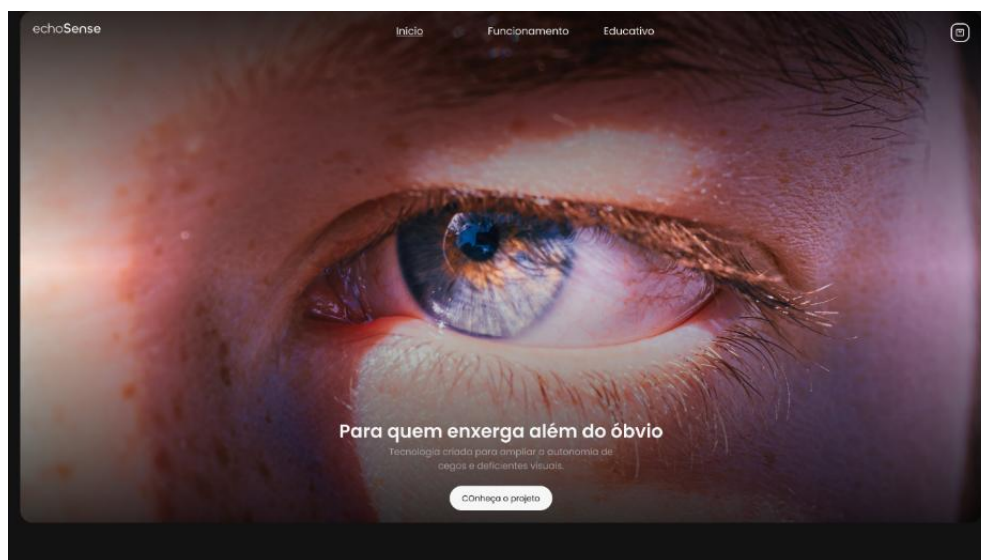
6 DESENVOLVIMENTO

6.1 Protótipo

6.1.1 Projeto Web

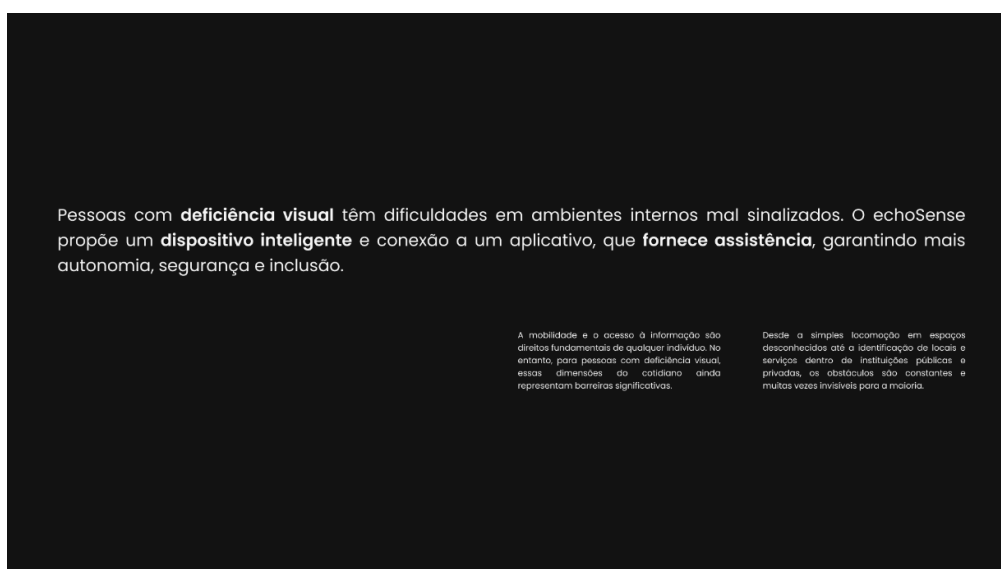
O *website* foi desenvolvido com foco nas instituições, a fim de introduzir e explicar o projeto. A *landing page* possui uma interface simples, que reúne resumos da problemática, justificativa, benefícios, progresso e divulgação do projeto.

Figura 62 - Início da *landing page*



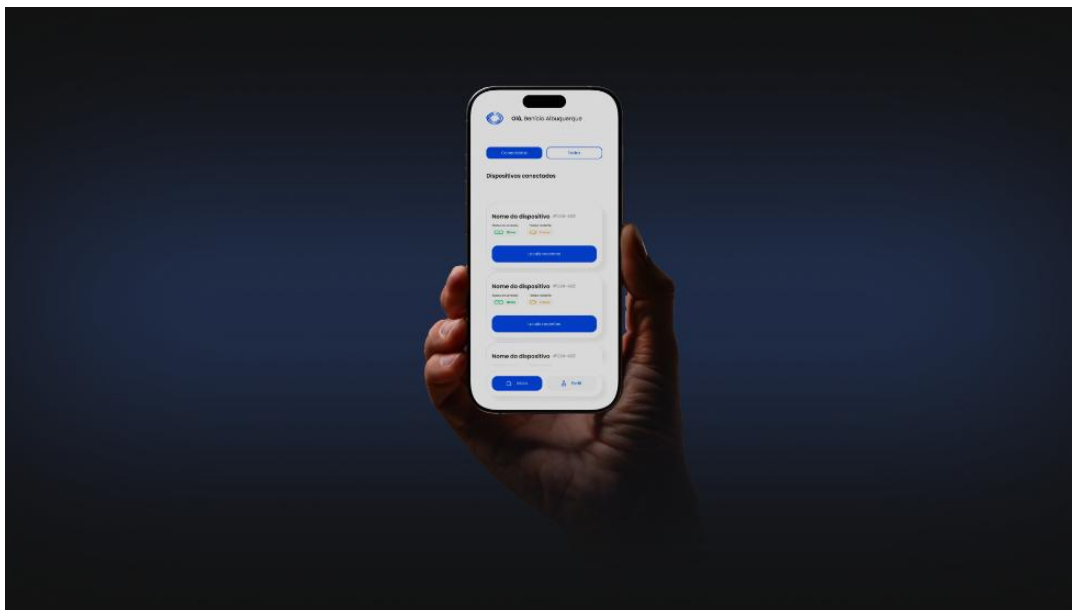
Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 63 - Introdução da *landing page*



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 64 - Imagem app da *landing page*



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 65 - Situação problema *landing page*

Situação problema

No Brasil, mais de 6,5 milhões de pessoas têm deficiência visual, sendo cerca de 582 mil cegas e quase 6 milhões com baixa visão (IBGE, 2010). Mesmo com avanços legais, como a Lei Brasileira de Inclusão (LBI), o deslocamento em ambientes internos — como escolas, hospitais, empresas e repartições públicas — continua desafiador pela falta de sinalização, acessibilidade arquitetônica e soluções tecnológicas. Essa situação gera riscos de colisões e desorientação, limita a autonomia, aumenta a dependência de terceiros e reduz as oportunidades de participação social e profissional.

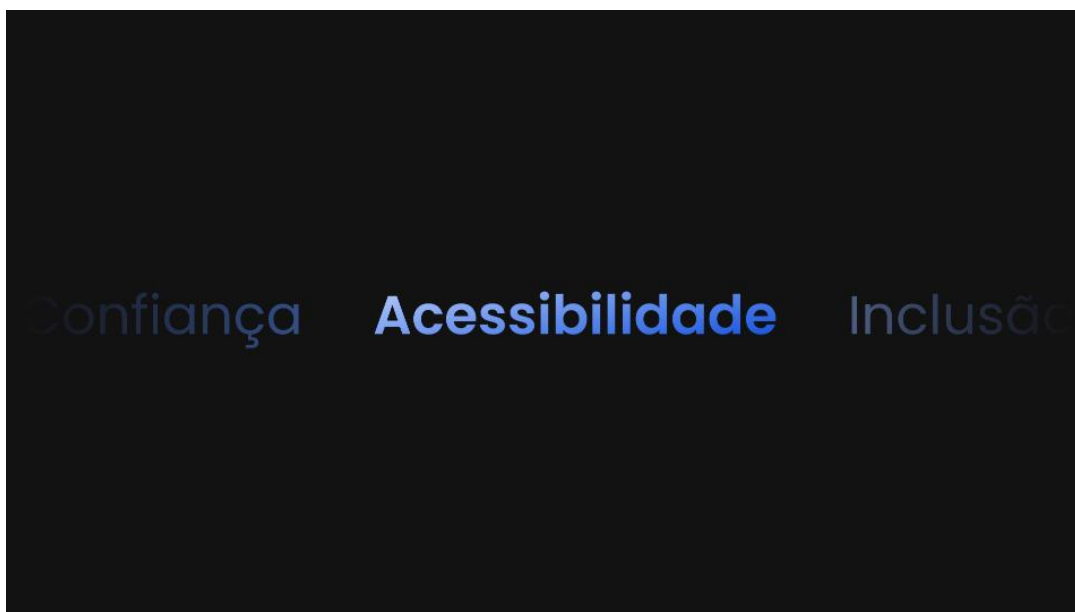
Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 66 - Funcionamento do projeto



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 67 - Palavra de destaque



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 68 - Sobre o projeto

MotivaçãoPúblicosDiferenciais

Por que criamos essa solução?

A criação desta solução nasceu da escuta atenta às dificuldades enfrentadas diariamente por pessoas com deficiência visual em ambientes internos. Locais como escolas, hospitais, centros de atendimento e instituições públicas, embora importantes, nem sempre estão preparados para oferecer autonomia e segurança a esses indivíduos.

Durante o processo de pesquisa e observação, identificamos uma lacuna crítica: a maioria das tecnologias assistivas existentes são voltadas para a mobilidade em ambientes externos, como ruas e calçadas. No entanto, muitos desafios importantes acontecem “dentro” dos prédios — onde a sinalização é confusa, a movimentação é constante e o apoio humano nem sempre está disponível.

Percebemos que era possível transformar essa realidade por meio da tecnologia. A proposta de um dispositivo acoplado à bengala, integrado a um aplicativo móvel, surgiu da vontade de oferecer mais do que orientação: queremos promover independência, confiança e inclusão.

A ideia não é substituir o tato ou os sentidos aguçados de quem vive com deficiência visual, mas sim criar um sistema que complemente suas habilidades e amplie sua liberdade. É sobre criar.



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 69 - Benefícios

Principais benefícios para os usuários.

Mais do que uma ferramenta tecnológica, esta solução foi pensada para oferecer liberdade, segurança e independência no dia a dia. Confira os principais benefícios que ela proporciona às pessoas com deficiência visual.

Autonomia na locomoção

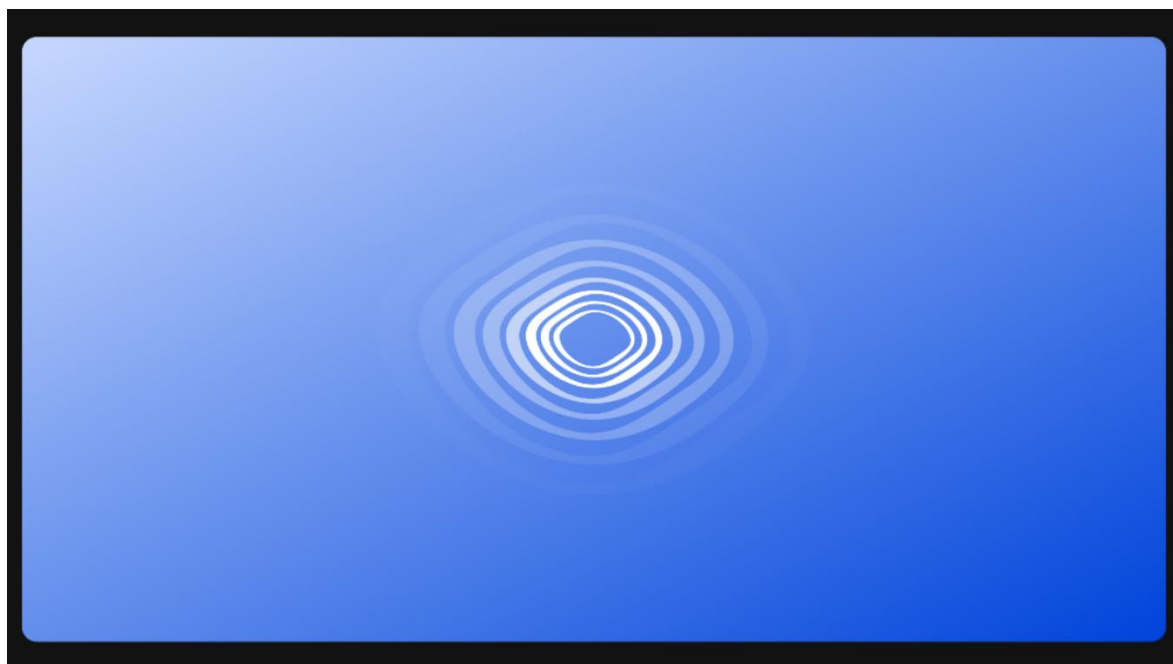
Facilidade no uso diário

Maior segurança e confiança

Sensação de liberdade

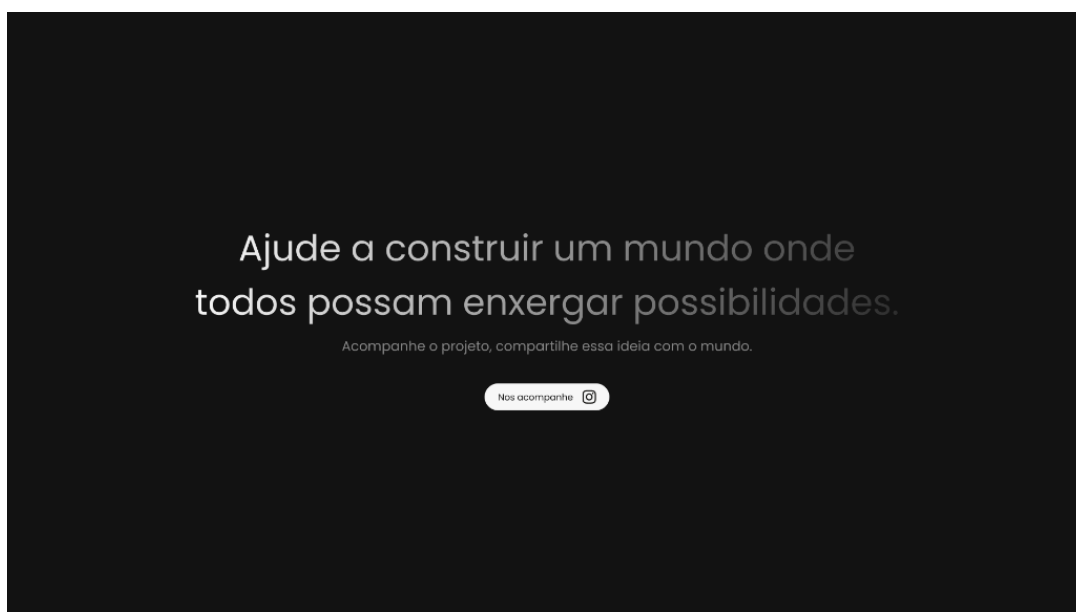
Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 70 - Estampa do *echoSense*



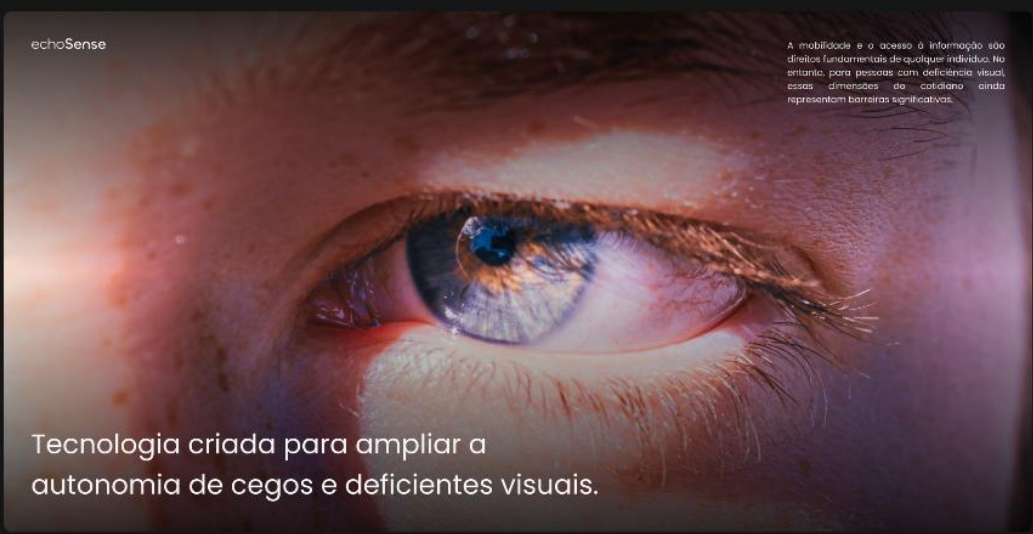
Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 71 - Redes sociais



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 72 - Contribuição social



echoSense

A mobilidade e o acesso à informação são direitos fundamentais de qualquer indivíduo. No entanto, para pessoas com deficiência visual, essas dimensões do cotidiano ainda representam barreiras significativas.

Tecnologia criada para ampliar a autonomia de cegos e deficientes visuais.

Potencial de contribuição social

Ao promover autonomia para pessoas com deficiência visual em ambientes internos, como escolas, hospitais e centros de atendimento, estamos contribuindo para a redução das desigualdades e para a valorização da diversidade humana.

A tecnologia assistiva aqui proposta pode transformar a experiência de milhares de pessoas, ampliando suas oportunidades de participação plena na vida social, educacional e profissional.

Além disso, a iniciativa estimula a adoção de práticas mais conscientes nas instituições, incentivando a adaptação de seus espaços e a incorporação de recursos tecnológicos que respeitam as necessidades de todos.

Ao fortalecer a independência de pessoas com deficiência visual, este projeto promove a dignidade, o respeito e a inclusão, que são pilares fundamentais para o desenvolvimento sustentável e social.

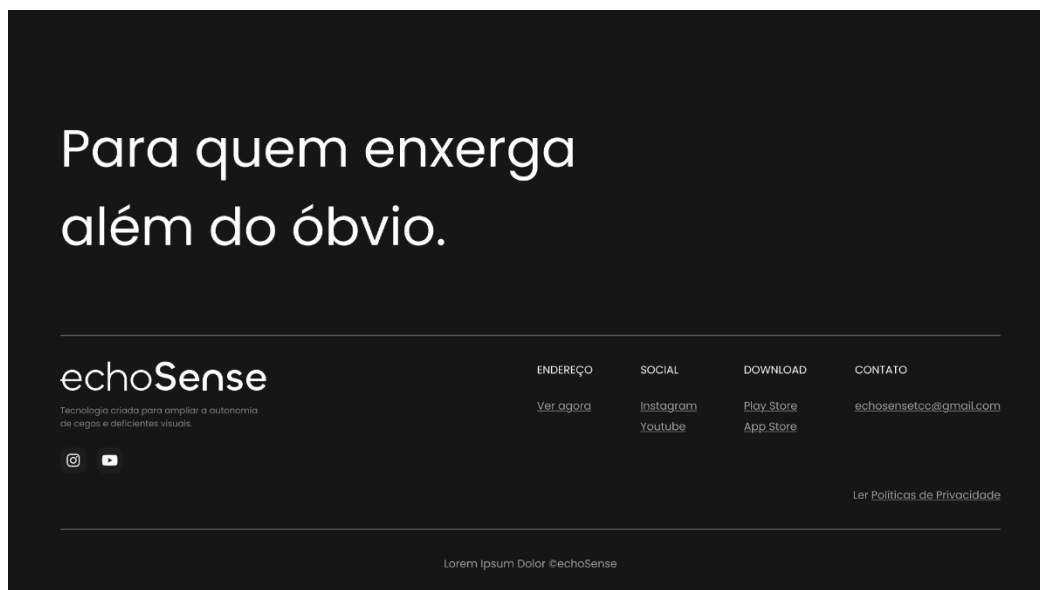
Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 73 - Progresso do projeto



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 74 - Rodapé



Fonte: A autoria própria (2025)

6.1.2 Projeto *Mobile*

O aplicativo desenvolvido tem como principal objetivo proporcionar uma experiência acessível, intuitiva e funcional para seus usuários, com foco especial na inclusão de pessoas com deficiência visual.

A plataforma oferece recursos voltados à navegação segura e personalizada, permitindo o cadastro e a autenticação de usuários e administradores, além do acesso a funcionalidades essenciais, como visualização de locais visitados recentemente, controle de sessão, personalização de perfil e um assistente sonoro integrado.

Com uma interface que segue as diretrizes da identidade visual da marca e que respeita princípios de usabilidade e acessibilidade, o aplicativo conta com uma estrutura dividida em etapas claras: introdução à marca, seleção do tipo de usuário, cadastro e autenticação, além da navegação principal. O assistente sonoro, acionado por fone de ouvido *Bluetooth*, permite a interação por meio de áudio, oferecendo suporte a usuários com baixa visão ou cegos.

A aplicação foi projetada com base em boas práticas de design responsivo, acessibilidade digital e informativa, assegurando que os usuários possam utilizar suas funções com facilidade, conforto e autonomia.

6.1.2.1 Telas gerais

- Tela de carregamento

Ao iniciar o aplicativo, uma animação com o logotipo da marca será exibida, acompanhada de uma das estampas definidas no manual de identidade visual.

Figura 75 - Tela de carregamento



Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de introdução

Após a animação inicial, o usuário ou administrador é direcionado a uma sequência de telas introdutórias, que funcionam de forma semelhante aos "stories" do Instagram. Cada uma dessas telas possui botões para avançar ou voltar, uma imagem de fundo e um texto que pode variar conforme o projeto. O objetivo dessas telas é apresentar o aplicativo e a marca ao usuário.

Figura 76 - Intro 1



Figura 77 - Intro 2



Figura 78- Intro 3



Fonte: Autoria própria (2025). Fonte: Autoria própria (2025). Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de método de entrada

Depois da introdução, o usuário pode optar por criar uma conta ou fazer *login*, tanto como usuário quanto como administrador. O direcionamento ocorre conforme a opção selecionada.

Figura 79- Tela de método de entrada



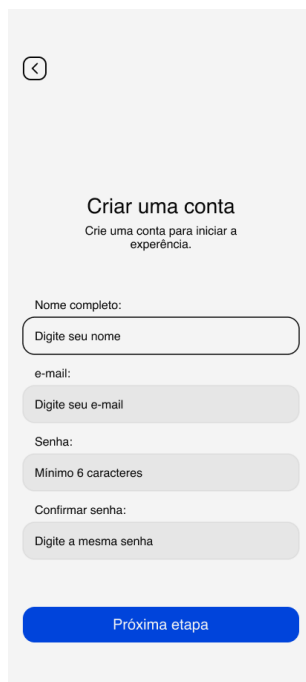
Fonte: Autoria própria (2025).

6.1.2.2 Telas do usuário

- Tela de cadastro do usuário – etapa 1

Ao clicar em “Criar conta”, o usuário é direcionado a um formulário de cadastro, no qual deve preencher todos os campos obrigatórios. As caixas de texto possuem títulos, pensados para melhorar a experiência de pessoas que utilizam recursos de acessibilidade, como o "*TalkBack*", que lê o conteúdo da tela. O formulário adota um design simples, alinhado à identidade visual da marca. Ao final da tela, encontra-se o botão “Próxima etapa”, que leva o usuário à próxima fase do cadastro.

Figura 80 - Tela de cadastro 1, usuário



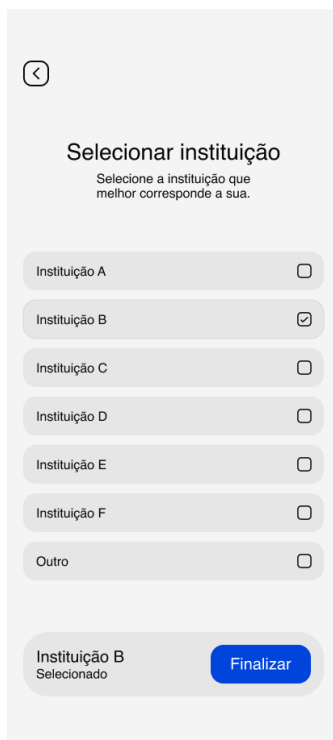
A interface de usuário para a criação de uma conta, exibida em um formato de tela de smartphone. No topo, há um ícone de seta para trás dentro de um círculo. Abaixo, o título "Criar uma conta" é seguido por uma sub-título: "Crie uma conta para iniciar a experiência.". O formulário contém quatro campos de entrada: "Nome completo:" com o placeholder "Digite seu nome", "e-mail:" com o placeholder "Digite seu e-mail", "Senha:" com o placeholder "Mínimo 6 caracteres", e "Confirmar senha:" com o placeholder "Digite a mesma senha". Todos os campos de entrada possuem uma borda arredondada e um fundo cinza claro. No final do formulário, há um botão azul com o texto "Próxima etapa".

Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de cadastro do usuário - etapa 2

Com uma lista de instituições previamente definidas, esta tela permite ao usuário selecionar a que mais se adequa à sua realidade. Após a escolha, é possível retornar à tela anterior para finalizar o cadastro.

Figura 81 - Tela de cadastro 2, usuário



A interface de usuário para a seleção de uma instituição. No topo, há um ícone de seta para trás. O título principal é "Selecionar instituição", seguido por uma instrução: "Selecione a instituição que melhor corresponde a sua.". Abaixo, há uma lista de opções: "Instituição A", "Instituição B", "Instituição C", "Instituição D", "Instituição E", "Instituição F" e "Outro". Cada opção possui um botão de seleção à direita. O botão para "Instituição B" está marcado com um checkmark. Na base da tela, há uma seção de confirmação que mostra "Instituição B" como "Selecionado" e um botão azul "Finalizar".

Instituição	Seleção
Instituição A	☐
Instituição B	☒
Instituição C	☐
Instituição D	☐
Instituição E	☐
Instituição F	☐
Outro	☐

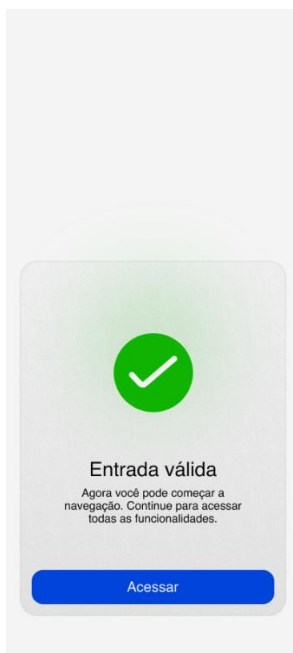
Instituição B Selecionado **Finalizar**

Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de confirmação de cadastro

Esta tela informa ao usuário que seu cadastro foi concluído com sucesso e que o aplicativo já pode ser utilizado.

Figura 82 - Tela de confirmação de cadastro, usuário



Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de entrada do usuário

Caso já possua uma conta, o usuário pode acessar a opção “Entrar”. A tela segue o mesmo padrão visual da de cadastro, com um título no topo e um formulário

mais simples, exigindo apenas *e-mail* e senha. Há também a opção “Esqueci minha senha”, que leva à funcionalidade de redefinição.

Figura 83 - Tela de login, usuário

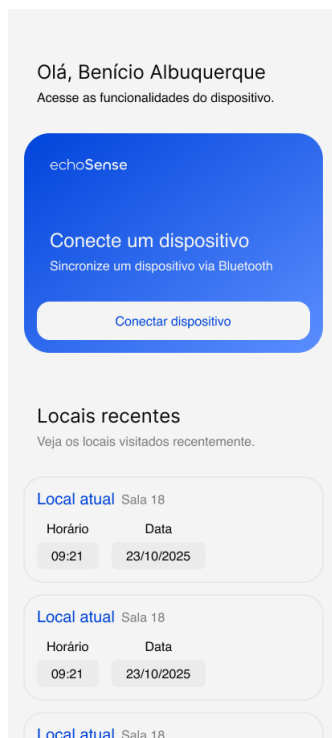
A imagem mostra a interface de login de um aplicativo. No topo, há um ícone de seta para trás. Abaixo, um círculo azul desfocado serve como fundo para o título "Entre em sua conta". Logo abaixo, um subtítulo explica: "Entre em sua conta e volte para acessar todas as funcionalidades." O formulário de login contém dois campos de entrada: "Nome completo:" com o placeholder "Digite seu nome" e "Senha:" com o placeholder "Digite sua senha". Abaixo dos campos, há um link "Não lembra sua senha? Redefinir senha". No final, um botão azul com o texto "Entrar" permite o acesso.

Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de início do usuário

A tela de início apresenta apenas elementos essenciais ao usuário: uma ilha para adicionar novos dispositivos e uma seção para visualizar os locais frequentados recentemente.

Figura 84 - Tela de início, usuário

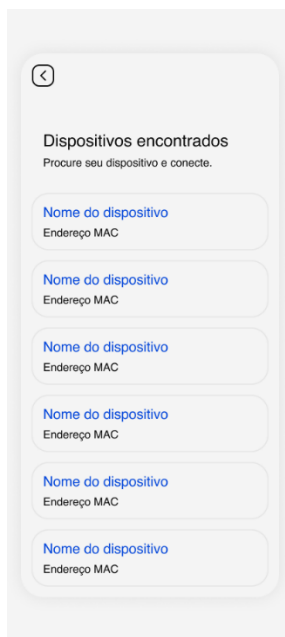


Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de adição de dispositivo

É exibido uma lista de dispositivos com conexão disponível, onde o usuário deve selecionar o seu dispositivo.

Figura 85- Tela de adição de dispositivo, usuário

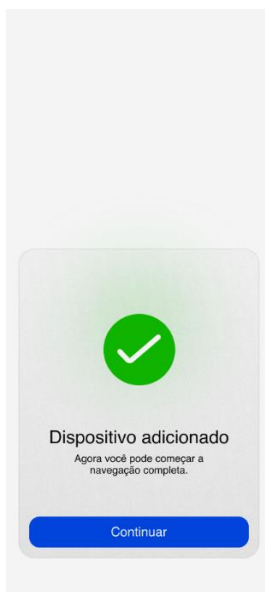


Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de confirmação de adição de dispositivo

Após selecionar e conectar seu dispositivo, uma mensagem vai ser exibida para o melhor entendimento do usuário.

Figura 86 - Tela de confirmação de dispositivo

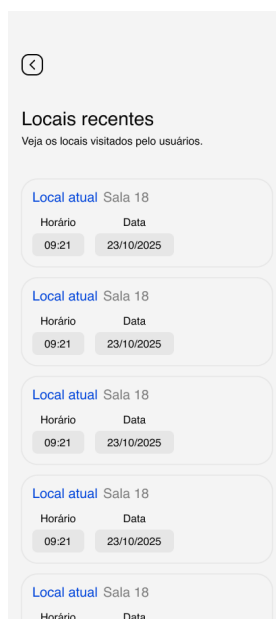


Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de locais recentes

Esta tela permite que o usuário visualize os locais visitados recentemente, com informações de data e horário da visita.

Figura 87 - Tela de locais recentes

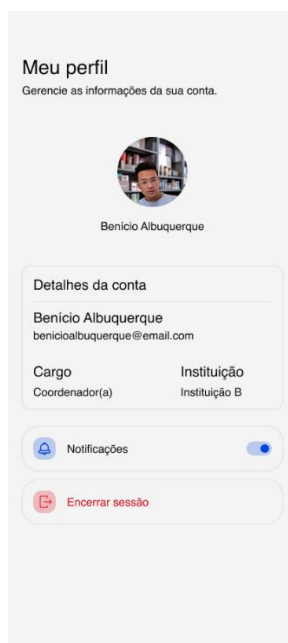


Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de perfil do usuário

Com um *layout* simplificado, esta tela exibe a foto e o nome do usuário, além de um botão para editar o perfil. Também inclui as opções de ativar ou desativar notificações e de encerrar a sessão.

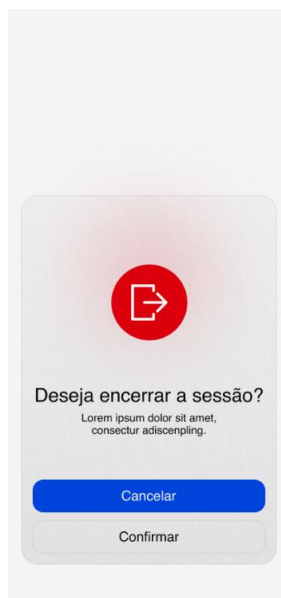
Figura 88 - Tela de perfil do usuário



Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de encerrar sessão do usuário

Figura 89 - Tela de encerramento de sessão, usuário



Fonte: Autoria própria (2025).

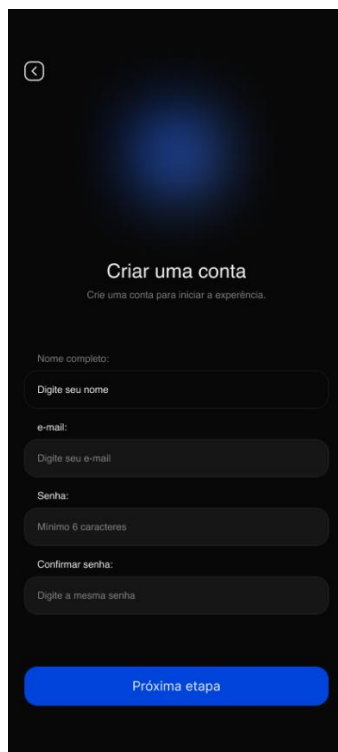
6.1.2.3 Telas do administrador

- Tela de cadastro do administrador

Ao clicar em “Criar conta”, o administrador é direcionado a um formulário de cadastro, no qual deve preencher todos os campos obrigatórios. As caixas de texto

possuem títulos, pensados para melhorar a experiência do administrador. O formulário adota um design simples, alinhado à identidade visual da marca.

Figura 90 - Tela de cadastro do administrador 1

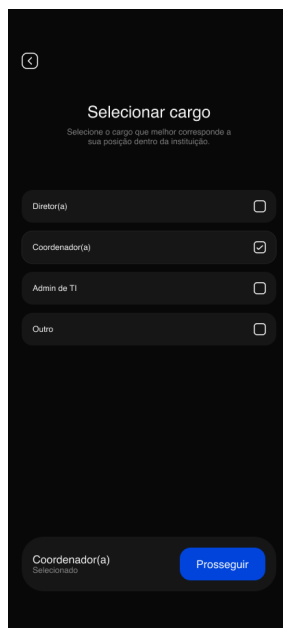
A imagem mostra a tela de cadastro de um administrador em um aplicativo. No topo, há um ícone de seta para trás. Abaixo, um círculo azul brilhante serve como fundo para o título "Criar uma conta" e o subtítulo "Crie uma conta para iniciar a experiência.". O formulário contém quatro campos de entrada: "Nome completo:" com o placeholder "Digite seu nome", "e-mail:" com "Digite seu e-mail", "Senha:" com "Mínimo 6 caracteres", e "Confirmar senha:" com "Digite a mesma senha". No final, há um botão azul com o texto "Próxima etapa".

Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de cadastro do administrador - Seleção de cargo

Com uma lista de cargos previamente definidos, esta tela permite ao administrador selecionar aquele que melhor representa sua função. Após a escolha, é possível retornar à tela anterior para continuar o processo de cadastro.

Figura 91 - Tela de seleção de cargo do administrador

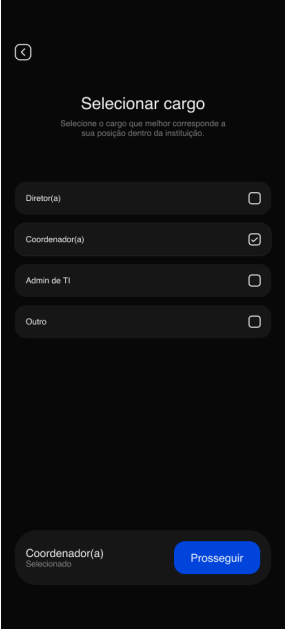
A imagem mostra uma interface de usuário em um aplicativo móvel com fundo escuro. No topo, há um ícone de seta para voltar. O título principal é "Selecionar cargo" em branco. Abaixo dele, um texto menor diz: "Selecione o cargo que melhor corresponde a sua posição dentro da instituição." Há uma lista de quatro opções de cargo, cada uma com um botão de seleção à direita: "Diretor(a)" (desselecionado), "Coordenador(a)" (selecionado com uma marca de seleção), "Admin de TI" (desselecionado) e "Outro" (desselecionado). Na base da tela, há uma barra de seleção que mostra "Coordenador(a)" como a opção selecionada, com o texto "Selecionado" em menor fonte abaixo. À direita desta barra está um botão azul com o texto "Prosseguir" em branco.

Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de cadastro do administrador - Seleção de instituição

Com uma lista de instituições previamente definidas, esta tela permite ao usuário selecionar a que mais se adequa à sua realidade. Após a escolha, é possível retornar à tela anterior para finalizar o cadastro.

Figura 92 - Tela de seleção de instituição administrador



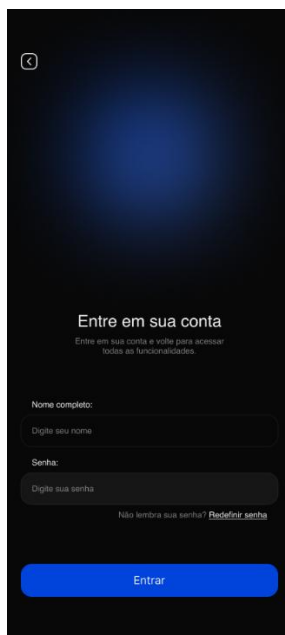
A imagem mostra uma interface de usuário em um aplicativo móvel com fundo escuro. No topo, há um ícone de seta para trás. O título principal é "Selecionar cargo" em branco. Abaixo dele, uma instrução menor diz: "Selecione o cargo que melhor corresponde a sua posição dentro da instituição." Há quatro opções de cargo, cada uma em um botão cinza com um ícone de seleção à direita: "Diretor(a)" (caixa vazia), "Coordenador(a)" (caixa marcada com um checkmark), "Admin de TI" (caixa vazia) e "Outro" (caixa vazia). Na parte inferior, há uma barra de seleção com "Coordenador(a)" selecionado e um botão azul "Prosseguir" à direita.

Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de login do administrador

Caso já possua uma conta, o administrador pode acessar a opção “Entrada”. A tela segue o mesmo padrão visual da de cadastro, com um título no topo e um formulário mais simples, exigindo apenas *e-mail* e senha. Há também a opção “Esqueci minha senha”, que leva à funcionalidade de redefinição.

Figura 93 - Tela de login do administrador

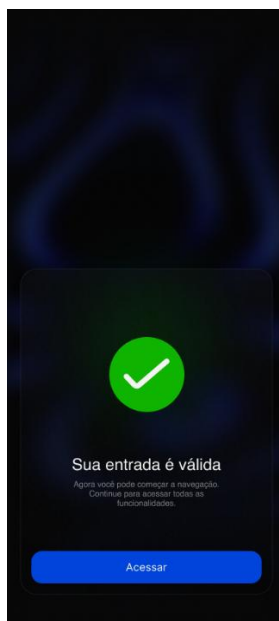
A imagem mostra a interface de login de um aplicativo. No topo, há um ícone de lupa. Abaixo, o título "Entre em sua conta" é seguido por uma explicação: "Entre em sua conta e volte para acessar todas as funcionalidades." Há dois campos de entrada: "Nome completo:" com o placeholder "Digite seu nome" e "Senha:" com o placeholder "Digite sua senha". Abaixo do campo de senha, há um link "Não lembra sua senha? Redefinir senha". No final, há um botão azul com o texto "Entrar".

Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de confirmação login do administrador

Após a redefinição, esta tela confirma que a senha foi atualizada com sucesso. Em seguida, o administrador é redirecionado à tela de entrada, onde deverá acessar sua conta com a nova senha.

Figura 94 - Tela de confirmação de login, administrador



Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de início do administrador

A tela de início apresenta apenas os elementos essenciais ao administrador: uma lista de dispositivos conectados, exibida em formato de carrossel com informações detalhadas de cada dispositivo, e um botão de acesso à tela de locais recentes.

Figura 95 - Tela de início do administrador

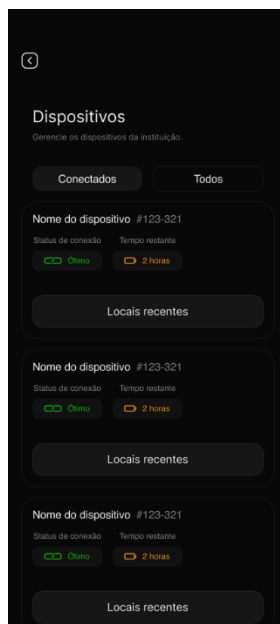


Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de dispositivos administrador

Esta mostra uma lista com todos os dispositivos pertencentes à instituição, podendo filtrar entre "Conectados" e "Todos".

Figura 96 - Telas de dispositivo do administrador



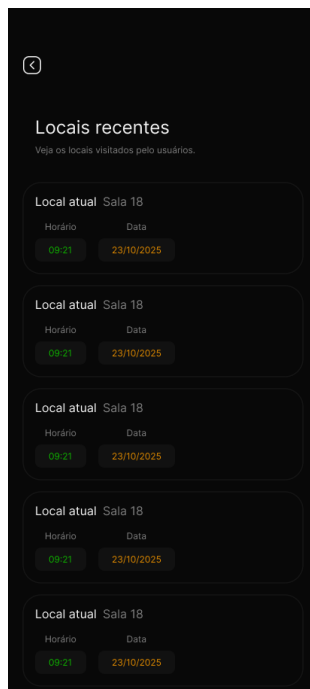
Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de locais recentes do administrador

Esta tela apresenta os principais dados de localização dos dispositivos, permitindo que o administrador acompanhe onde cada equipamento se encontra. Essa funcionalidade pode ser útil tanto para usuários que utilizam bengalas com tecnologia

integrada quanto para as instituições, que passam a ter mais controle e facilidade em casos de perda do dispositivo.

Figura 97 - Tela de locais recentes do administrador

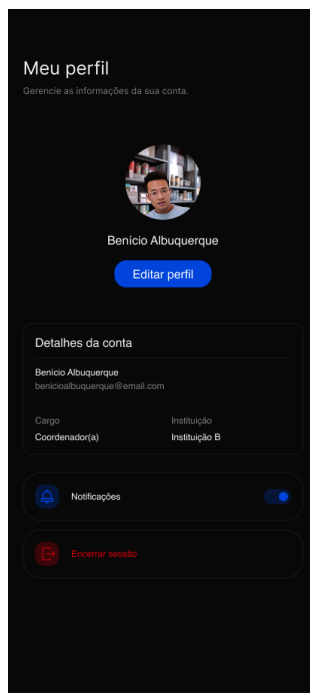


Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de perfil do administrador

Apresenta um formulário simplificado com informações básicas do administrador, como nome completo e foto de perfil. É possível alterar esses dados e salvar as modificações.

Figura 98 - Tela de perfil do administrador

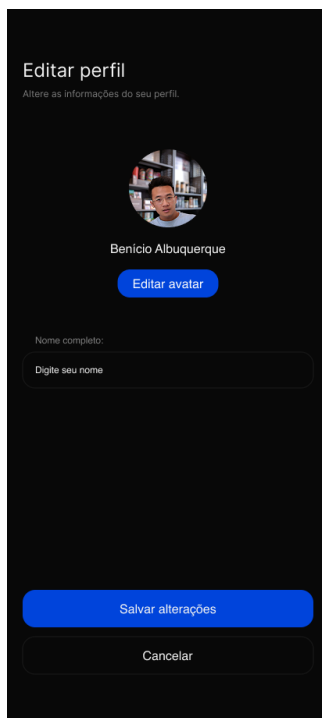


Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de edição de perfil

A tela apresenta os botões que possibilitam a edição da foto de perfil e do nome do usuário do administrador.

Figura 99 - Tela de edição de perfil

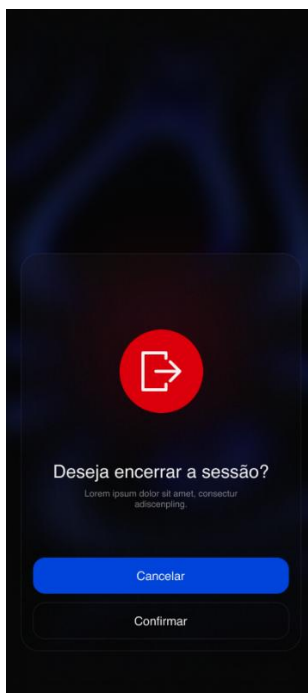


A tela de edição de perfil apresenta o título "Editar perfil" e o subtítulo "Altere as informações do seu perfil.". Abaixo, há uma imagem circular de perfil de Benicio Albuquerque, com o nome "Benicio Albuquerque" e um botão "Editar avatar" em azul. Segue-se um campo de texto rotulado "Nome completo:" com o placeholder "Digite seu nome". Na base da tela, há dois botões: "Salvar alterações" em azul e "Cancelar" em cinza.

Fonte: Autoria própria (2025).

- Tela de encerramento de sessão do administrador

Figura 100 - Tela de encerramento de sessão



Fonte: Autoria própria (2025).

6.2 Levantamento de requisitos

Os requisitos, no contexto do desenvolvimento de sistemas, representam as necessidades e expectativas que uma solução tecnológica deve atender para ser eficaz e funcional. Eles são divididos em duas categorias principais: os requisitos funcionais, que descrevem o que o sistema deve fazer — ou seja, suas funcionalidades e comportamentos esperados, como login de usuários, exibição de status de dispositivos ou comunicação com sensores; e os requisitos não funcionais, que definem como o sistema deve operar, estabelecendo critérios de desempenho, segurança, acessibilidade, compatibilidade e usabilidade.

Juntos, esses requisitos formam a base do planejamento e da implementação de um sistema robusto, garantindo não apenas que ele execute as tarefas previstas, mas também que o faça de maneira eficiente, segura e adequada ao público-alvo.

6.2.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais descrevem o comportamento e as funcionalidades específicas que o sistema deve oferecer para atender às necessidades dos usuários.

Em um projeto como o da bengala inteligente, que se comunica com *beacons Bluetooth* para indicar a localização do usuário dentro de uma escola, os requisitos funcionais são essenciais para garantir que todas as ações esperadas sejam executadas corretamente. Por exemplo, o sistema deve permitir o *login* de usuários e administradores, o cadastro de perfis com diferentes permissões, a visualização de dados da bengala como nível de bateria e status de conexão, além da identificação precisa da posição do usuário por meio da interação com os beacons instalados no ambiente. Cada uma dessas funções representa uma interação direta do usuário com o sistema e compõe a base do funcionamento da solução proposta.

- Requisitos funcionais do *echoSense*

RF01 - O sistema deve estar disponível 99% do tempo;

RF02 - A comunicação entre a bengala e o servidor deve ser segura, usando criptografia;

RF03 - A interface do aplicativo deve ser responsiva e acessível para pessoas com deficiência visual;

RF04 - O sistema deve suportar até 500 dispositivos conectados simultaneamente;

RF05 - O tempo de resposta do sistema para cada ação do usuário não deve ultrapassar cinco segundos;

RF06 - O banco de dados deve armazenar dados por, no mínimo, 12 meses;

RF07 - O aplicativo deve ser compatível com Android 8.0 ou superior;

RF08 - O sistema deve ser multilíngue, inicialmente em português e inglês;

RF09 - A interface deve seguir as diretrizes de design inclusivo;

RF10 - A bateria da bengala deve durar no mínimo 8 horas de uso contínuo;

RF11 - A bengala deve resistir à água em ambientes internos (resistência IPX4 ou superior);

RF12 - O sistema deve enviar notificações em tempo real;

RF13 - As atualizações de *firmware* da bengala devem ser feitas remotamente;

RF14 - O tempo máximo para sincronização inicial com beacons deve ser de até cinco segundos;

RF15 - O sistema deve seguir as normas da LGPD quanto ao tratamento de dados pessoais;

RF16 - O app deve possuir suporte técnico documentado;

RF17 - O sistema deve utilizar autenticação segura com *hash* de senhas;

RF18 - A latência de comunicação entre a bengala e o app não deve ultrapassar 200ms;

RF19 - O sistema deve ter backup automático diário dos dados;

RF20 - A identificação dos locais (banheiro, biblioteca etc.) deve ser precisa em até três metros;

RF21 - A aplicação deve ter baixo consumo de dados móveis;

RF22 - O sistema deve continuar funcionando *offline*, com sincronização posterior;

RF23 - A bengala deve possuir *firmware* robusto contra falhas ou interrupções;

RF24 - O aplicativo deve carregar completamente em até quatro segundos em conexão 4G;

RF25 - O sistema deve ser escalável para suportar múltiplas instituições simultaneamente.

6.3 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais definem as qualidades, restrições e padrões que o sistema deve seguir para garantir seu desempenho, segurança, confiabilidade e usabilidade. Embora não descrevam funções específicas, esses requisitos são cruciais para o sucesso do projeto.

No caso da bengala inteligente, os requisitos não funcionais garantem, por exemplo, que o sistema funcione com baixa latência, que a interface seja acessível a pessoas com deficiência visual, que os dados do usuário estejam protegidos conforme a LGPD e que a bateria da bengala tenha autonomia mínima para um dia de uso. Eles também estabelecem padrões de qualidade como tempo de resposta, compatibilidade com dispositivos móveis, capacidade de operação *offline*, atualizações remotas e resistência do *hardware*.

Em resumo, são esses requisitos que asseguram que o sistema funcione de maneira eficiente, segura e agradável ao usuário final.

- Requisitos não funcionais do *echoSense*

RNF01 - O sistema deve estar disponível 99% do tempo;

RNF02 - A comunicação entre a bengala e o servidor deve ser segura, usando criptografia;

- RNF03** - A interface do aplicativo deve ser responsiva e acessível para pessoas com deficiência visual;
- RNF04** - O sistema deve suportar até 500 dispositivos conectados simultaneamente;
- RNF05** - O tempo de resposta do sistema para cada ação do usuário não deve ultrapassar cinco segundos;
- RNF06** - O banco de dados deve armazenar dados por, no mínimo, 12 meses;
- RNF07** - O aplicativo deve ser compatível com Android 8.0 ou superior;
- RNF08** - O sistema deve ser multilíngue, inicialmente em português e inglês;
- RNF09** - A interface deve seguir as diretrizes de design inclusivo;
- RNF10** - A bateria da bengala deve durar no mínimo 8 horas de uso contínuo;
- RNF11** - A bengala deve resistir à água em ambientes internos (resistência IPX4 ou superior);
- RNF12** - O sistema deve enviar notificações em tempo real;
- RNF13** - As atualizações de *firmware* da bengala devem ser feitas remotamente;
- RNF14** - O tempo máximo para sincronização inicial com beacons deve ser de até cinco segundos;
- RNF15** - O sistema deve seguir as normas da LGPD quanto ao tratamento de dados pessoais
- RNF16** - O app deve possuir suporte técnico documentado;
- RNF17** - O sistema deve utilizar autenticação segura com *hash* de senhas;
- RNF18** - A latência de comunicação entre a bengala e o app não deve ultrapassar 200ms;
- RNF19** - O sistema deve ter *backup* automático diário dos dados;
- RNF20** - A identificação dos locais (banheiro, biblioteca etc.) deve ser precisa em até três metros;
- RNF21** - A aplicação deve ter baixo consumo de dados móveis;
- RNF22** - O sistema deve continuar funcionando *offline*, com sincronização posterior;
- RNF23** - A bengala deve possuir *firmware* robusto contra falhas ou interrupções;
- RNF24** - O aplicativo deve carregar completamente em até quatro segundos em conexão 4G;
- RNF25** - O sistema deve ser escalável para suportar múltiplas instituições simultaneamente.

6.4 Diagramação

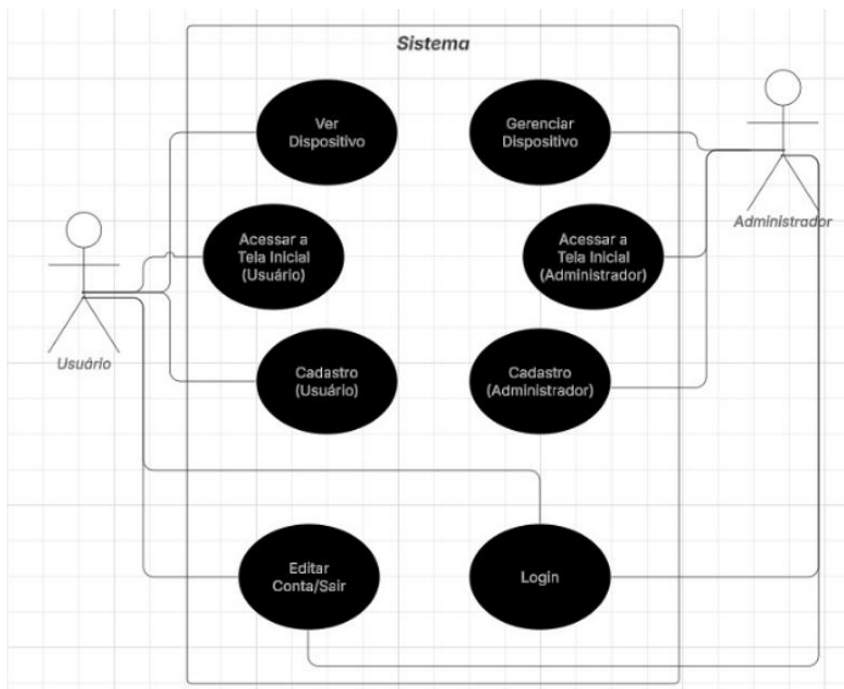
A estruturação de dados do projeto foi pensada para refletir a natureza hierárquica e não relacional do *Firestore*, priorizando a organização por coleções e documentos que facilitam o acesso e a escalabilidade dos dados.

O banco de dados está dividido em coleções principais como usuários, administradores, bengalas, instituições e *beacons* (emissores de sinal), cada uma contendo documentos com atributos específicos e, em alguns casos, subcoleções para representar relações lógicas, como os *beacons* dentro de uma instituição. Por exemplo, cada documento da coleção usuários armazena dados como nome, horários e locais frequentemente acessados, além de um campo de referência à bengala utilizada. Já os administradores têm campos como nome, cargo e código da bengala associada.

A coleção bengalas mantém informações do dispositivo, como modelo, *status* de conexão e nível de bateria. Essa estrutura evita relacionamentos diretos e normalizações complexas, permitindo que os dados sejam acessados de forma rápida e eficiente, alinhando-se às boas práticas do *Firebase Firestore* para aplicações em tempo real com múltiplos perfis de usuários.

6.4.1 Diagrama de Casos de Uso

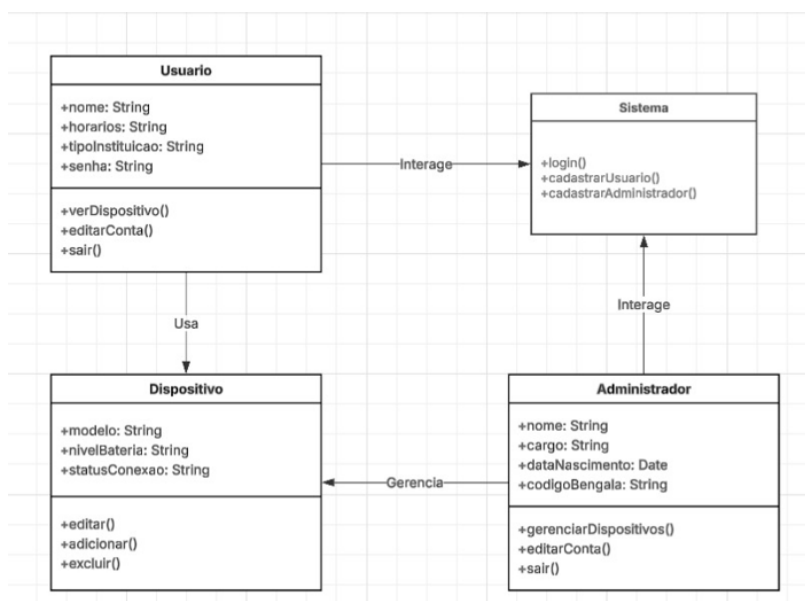
Figura 101 – Diagrama de casos de uso



Fonte: autoria própria (2025).

6.4.2 Diagrama de Classe

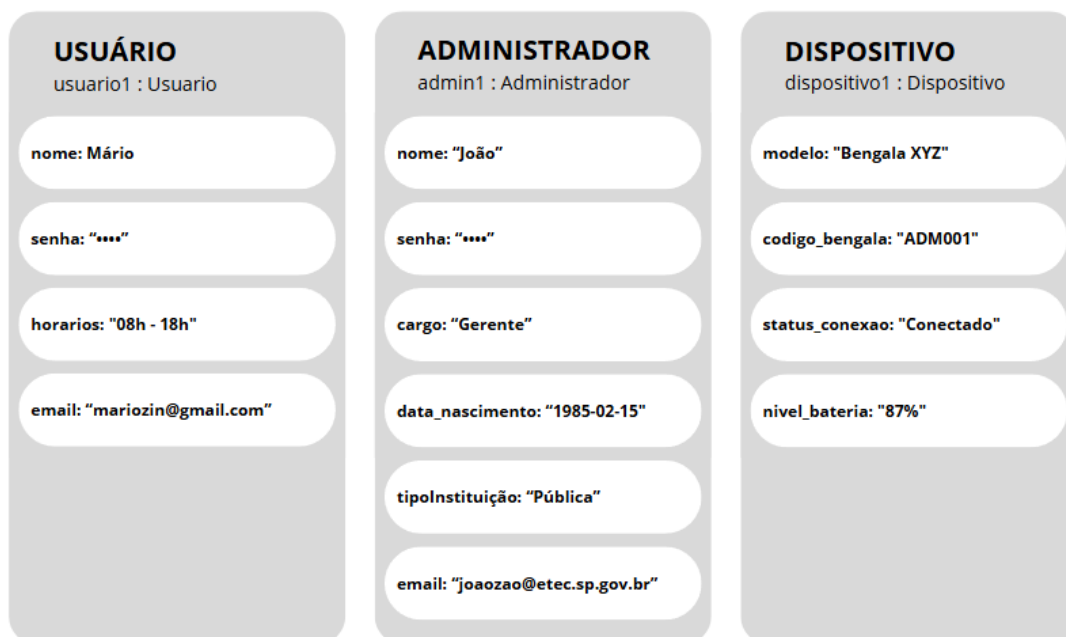
Figura 102 – Diagrama de classe



Fonte: autoria própria (2025).

6.4.3 Diagrama de Objetos

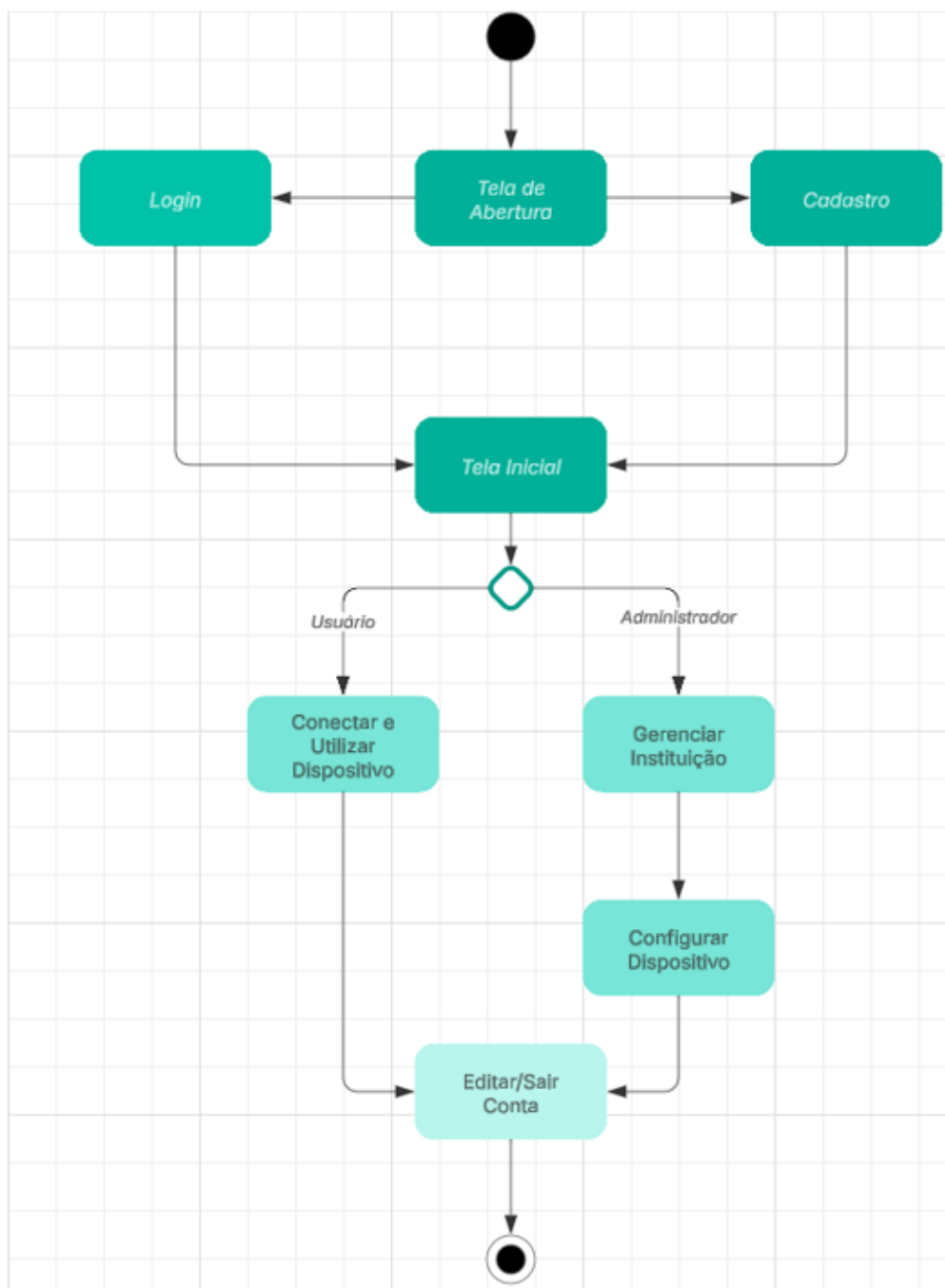
Figura 103 – Diagrama de objetos



Fonte: autoria própria (2025).

6.4.4 Diagrama de Atividades

Figura 104 – Diagrama de atividades



Fonte: autoria própria (2025).

6.5 Descritivo do software

6.5.1 Ambientes utilizados

O desenvolvimento será dividido em três partes principais: o sistema embarcado da bengala e o aplicativo *mobile*. O sistema embarcado será programado na plataforma Arduino IDE utilizando o microcontrolador ESP32, que oferece suporte a Wi-Fi e *Bluetooth* BLE, necessários para a comunicação com o aplicativo. Também será equipada com outros componentes, como botão liga/desliga, bateria recarregável e LEDs que indiquem informações relevantes (por exemplo, bateria fraca ou 100% carregada). Paralelamente, haverá a produção de um emissor de sinal BLE, que será um *beacon* JDY-24M equipado com botão liga/desliga, LEDs para indicação do nível de bateria e bateria recarregável.

Para o desenvolvimento do aplicativo, será utilizada a plataforma *React Native* CLI, sem o uso do *Expo*, que não suporta bibliotecas nativas para o uso do Bluetooth, permitindo a criação de um aplicativo multiplataforma (Android/iOS). O *Firebase* será utilizado como *back-end* para o armazenamento em nuvem e comunicação entre app e bengala.

Já no caso da *landing page*, o método escolhido vai se basear em *HTML*, *CSS* e *JavaScript*, com foco principal em apresentar o projeto de uma forma digital e dinâmica, ajudando na divulgação.

6.5.1.1 Linguagens de programação

O *firmware* da bengala será desenvolvido em C/C++, utilizando bibliotecas específicas para o ESP32. O aplicativo será desenvolvido em *JavaScript* com o framework *React Native*. Em determinadas funcionalidades, como manipulação de *Bluetooth*, poderão ser utilizados trechos em *Java (Android)* via módulos nativos, caso necessário.

A comunicação com o *Firebase* será feita utilizando JSON e chamadas *HTTP/HTTPS*. Finalmente, o site vai utilizar *HTML* e *CSS* para a sua interface visual, e o *JavaScript* para funções de interatividade do usuário, como um formulário de contato para possíveis dúvidas ou sugestões.

6.5.1.2 SGBD e plataforma

O sistema utilizará o *Firebase Realtime Database*, um banco de dados *NoSQL* baseado em nuvem da plataforma *Firebase*, que permite sincronização de dados em tempo real entre dispositivos conectados. Essa escolha foi feita pela facilidade de integração com o *React Native* e o suporte nativo à autenticação, armazenamento de arquivos e notificações *push*, além de não exigir a configuração de um servidor tradicional.

6.5.1.3 Frameworks

No aplicativo, os principais *frameworks* e bibliotecas utilizadas incluem:

- *React Native* – para construção da interface e lógica do app;
- *React Navigation* – para gerenciamento de rotas e telas;
- *React Native BLE PLX* – para comunicação via *Bluetooth Low Energy*;
- *Firebase SDK* – para autenticação, armazenamento e banco de dados em tempo real.

No microcontrolador, serão utilizadas as bibliotecas padrão do Arduino, juntamente com:

- ESP32 BLE Arduino – para comunicação BLE;
- WiFi.h – para conexão com redes Wi-Fi e envio de dados;
- Ultrasonic.h – para leitura do sensor de distância.

6.5.1.4 Integração com APIs

O sistema fará integração com a API do *Firebase*, utilizando seus módulos de:

- *Realtime Database*;
- *Firebase Authentication*;
- *Firebase Storage* (para *upload* de imagens ou outros dados)

Além disso, há planos de utilizar a *Text-to-Speech API* nativa do celular para fornecer *feedback* por voz ao usuário, aumentando a acessibilidade do aplicativo.

6.5.1.5 Interface

O aplicativo terá uma interface simples e acessível, com botões grandes, suporte a leitura de tela (*TalkBack*) e alertas sonoros e vibratórios. A bengala, por sua vez, será alimentada por bateria recarregável. O emparelhamento entre bengala e app será feito por *BLE*, e o *ID* único da bengala será transmitido ao app no momento da

conexão para garantir que os dados lidos e exibidos sejam específicos do dispositivo emparelhado.

7 TERMOS E CONDIÇÕES DE USO

7.1 Formulário

- PcDV (Pessoa com Deficiência Visual), a condição pode apresentar variações entre: Cegueira parcial (leve, moderada, severa, profunda).

Este formulário tem como objetivo coletar informações e sugestões voluntariamente fornecidas pelos entrevistados, visando contribuir com o desenvolvimento do projeto de TCC “Bengala Integrada ao *Software*” da ETEC de Taboão da Serra - SP. A coleta de dados será realizada com base no consentimento do titular, conforme previsto no artigo 7º, inciso I, da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD- Lei nº 13.079/2018).

As informações fornecidas serão exclusivamente utilizadas para fins acadêmicos pelo tempo necessário de conclusão do projeto, serão também, armazenadas de forma confidencial e protegidas de qualquer compartilhamento inadequado.

Ao preencher este formulário, você concorda com a coleta e o uso das informações conforme descrito.

Para corrigir, excluir ou acessar seus dados, ou em caso de dúvidas, entre em contato por flavia.silva511@etec.sp.gov.br.

7.1 Termos de uso

Ao acessar o site, o usuário deverá ler as condições do Termos de Uso, e declarar ter lido, compreendido e concordado com as condições nele presentes. Caso contrário, não se deve utilizar o sistema, seja em sua versão web ou móvel, assim como Serviços *echoSense*.

7.1.1 Seus direitos de uso do serviço

A licença de uso refere-se à autorização e às ações de uso concedidas ao usuário, conforme definidas pelos desenvolvedores do *echoSense*. Essa licença é individual, limitada, não exclusiva, intransferível e revogável, para utilizar o Serviço exclusivamente para fins pessoais ou de inclusão, conforme permitido.

7.1.2 Restrições de uso

Para utilizar *echoSense*, o usuário se compromete a não:

- copiar, reproduzir, modificar ou criar obras derivadas do *software*, *site* ou aplicativo;
- realizar engenharia reversa ou extrair o código-fonte;
- alugar, sublicenciar ou distribuir o *software*, aplicativo ou dispositivos para terceiros sem ligação com a instituição que os retêm.

Tendo isso em vista, os usuários não têm nenhum direito de propriedade intelectual sobre o *echoSense*. Logo, todos os direitos, títulos e interesses relacionados ao projeto — incluindo direitos autorais, sinais distintivos, patentes e outras propriedades imateriais — pertencem exclusivamente aos idealizadores do *echoSense*.

7.1.3 Uso de dados

O sigilo das informações coletadas pelo *echoSense* segue as diretrizes estabelecidas pela Lei nº 13.709/2018 (Lei Geral de Proteção de Dados – LGPD). As informações eventualmente fornecidas pelo usuário são empregadas para aprimorar a experiência, garantir o funcionamento correto do sistema e promover a segurança das interações.

O projeto não compartilha dados pessoais com outras partes sem consentimento e adota medidas técnicas para proteger as informações armazenadas.

7.1.4 Responsabilidade

O *echoSense* foi surgido com o intuito de auxiliar na mobilidade e autonomia de pessoas com deficiência visual, oferecendo suporte tecnológico por meio de sensores de identificação e retorno sonoro e tátil. Contudo, o sistema não substitui o acompanhamento profissional especializado nem garante a completa eliminação de riscos. O uso correto e prudente é de responsabilidade do utilizador e de sua instituição.

7.1.5 Atualizações

O *echoSense* poderá, a qualquer momento, renovar seus recursos, corrigir falhas ou revisar estes Termos de Uso. A utilização do aplicativo após tais modificações equivale a aceitação das novas condições.

7.1.6 Contato

Para dúvidas, sugestões ou informações adicionais sobre o *echoSense*, entre em contato pelo e-mail oficial do projeto ou pelo canal de suporte dentro do aplicativo.

8 PROTOCOLOS DE SEGURANÇA

8.1 O que é segurança?

Para o *echoSense*, a segurança representa adotar um conjunto de medidas para garantir o funcionamento confiável e protegido de todo o sistema. Envolvendo tanto a integridade dos dados transmitidos entre os dispositivos quanto a proteção das informações do usuário, promovendo o acesso e uso dos recursos de forma segura, estável e livre de ameaças.

Por tratar-se de um sistema que coleta, processa e transmite informações potencialmente identificadoras — entre elas identificadores únicos de dispositivos (IDs BLE), estimativas de localização, dados de cadastro de usuários e contatos de cuidadores — o projeto está diretamente sujeito às disposições da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD — Lei nº 13.709/2018).

8.2 Conformidade com a LGPD

A conformidade com a LGPD no contexto do *echoSense* deve ser entendida em três níveis complementares: (1) princípios legais e direitos dos titulares (acesso, retificação, exclusão, revogação do consentimento, transparência), (2) práticas organizacionais (*privacy by design* e *mapping* entre casos de uso e controles) e (3) medidas técnicas (confidencialidade, integridade e disponibilidade — tríade CIA). Além disso, há necessidade de materializar casos de uso — por exemplo “Solicitar Consentimento”, “Excluir Conta” e “Criptografar Dados” — na própria arquitetura do sistema, de modo que fluxos UML e políticas de segurança conversem diretamente com os requisitos legais.

Na prática, isso significa que o *echoSense* deve incorporar *privacy by design* desde a concepção do firmware, do app e da infraestrutura cloud: minimizar a coleta (*data minimization*), aplicar padrões de privacidade por padrão (*privacy by default*), utilizar pseudonimização/ anonimização quando possível, e projetar interfaces que permitam obter, registrar e revogar o consentimento de forma clara e acessível. Importante lembrar que recursos opcionais (por exemplo 2FA no login) devem constar como extensões nos casos de uso (<<extend>>) enquanto controles obrigatórios (por exemplo verificação de autenticação) são modelados como <<include>>.

Além disso, destacam-se orientações de medidas concretas para o *echoSense*: os direitos do titular previstos no Art. 18 da LGPD devem ser operacionalizados (mecanismos de consulta, correção, exclusão e portabilidade), e as obrigações de segurança técnica do Art. 46 — como criptografia, registros de logs e varreduras de vulnerabilidades — devem ser integradas ao processo de desenvolvimento e operação.

Essas prescrições são diretamente aplicáveis ao tratamento de dados de localização, identificação de dispositivos e logs operacionais do sistema.

Por fim, a contextualização normativa lembra que a conformidade é também um diferencial ético e competitivo: tratar dados como “novo petróleo”, ou seja, algo extremamente valioso, exige “refino ético” — isto é, políticas claras, transparência e mapeamento entre UML, casos de uso e controles técnicos que demonstrem não só conformidade legal, mas compromisso com a privacidade dos usuários do *echoSense*.

8.2.1 Proteção de dados pessoais

O objetivo da Política de Privacidade do *echoSense* é assegurar que todos os dados pessoais tratados pelo sistema sejam gerenciados de forma ética, transparente e em conformidade com os princípios do Artigo 6º da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei nº 13.709/2018). Isso implica que cada atividade de coleta, armazenamento e uso das informações respeite finalidades legítimas, utilize apenas os dados estritamente necessários, mantenha a qualidade e integridade dessas informações e assegure a livre manifestação de vontade dos titulares quanto ao tratamento.

Para que essa conformidade não seja apenas declaratória, mas uma prática contínua, o *echoSense* adota desde sua concepção o princípio de *privacy by design*. Isso significa que a proteção de dados pessoais é incorporada em todas as etapas do desenvolvimento da bengala inteligente, do aplicativo mobile e do *backend* em nuvem.

As funcionalidades são planejadas de forma que a privacidade seja o padrão (*privacy by default*), a coleta de dados seja mínima (*data minimization*) e os titulares tenham controle efetivo sobre suas informações.

No diagrama de casos de uso do sistema, esse objetivo se materializa em funcionalidades específicas que traduzem, na prática, os direitos previstos na LGPD e os controles técnicos de segurança:

- [Solicitar Consentimento]: representa a etapa em que o usuário é informado, de forma clara e acessível, sobre os dados coletados, a finalidade de uso e as bases legais que justificam o tratamento. Esse consentimento é registrado formalmente e constitui a aceitação dos termos da política.

- [Gerenciar Preferências de Consentimento]: garante que o usuário tenha autonomia contínua, podendo revisar, alterar ou revogar permissões anteriormente concedidas, em consonância com o princípio da transparência e o direito de revogação previsto no Art. 18 da LGPD.

- [Excluir Dados/Conta]: assegura ao titular o exercício do direito de eliminação, permitindo que todos os dados pessoais relacionados à sua conta sejam removidos de forma definitiva e segura do sistema, conforme solicitado.

- [Consultar Dados] e [Retificar Dados]: funcionalidades que garantem os direitos de acesso e correção dos titulares, possibilitando a verificação da exatidão das informações armazenadas e a atualização de dados imprecisos.

- [Criptografar Dados Pessoais]: caso de uso central para proteção da confidencialidade e integridade das informações, reforçando o cumprimento do Art. 46 da LGPD e os princípios da tríade de segurança (Confidencialidade, Integridade e Disponibilidade).

- [Atender Solicitação de Titular]: mecanismo que integra os direitos previstos na legislação, garantindo que qualquer solicitação do titular — seja de acesso, correção, exclusão ou portabilidade — seja recebida, registrada e tratada pelo sistema.

Além disso, funcionalidades complementares, como [Gerenciar Controle de Acessos], [Executar Varredura de Vulnerabilidades] e [Registrar Log de Atividades], reforçam o compromisso do sistema com a prevenção, a rastreabilidade e a governança, pilares que suportam a proteção de dados pessoais.

Assim, o objetivo da Política de Privacidade do *echoSense* não se restringe ao cumprimento normativo. Ele se estende à construção de um ambiente confiável e seguro, no qual o usuário tenha a certeza de que seus dados são tratados com ética e responsabilidade, e no qual cada funcionalidade técnica — do consentimento à criptografia — foi desenhada para transformar os princípios da LGPD em práticas reais e verificáveis.

8.2.1.1 Classificação das informações

A classificação da informação é um elemento essencial para garantir conformidade com a LGPD e orientar as medidas técnicas e organizacionais do *echoSense*. Inspirada em um modelo tríade, essa classificação organiza os dados em três níveis distintos: Público, Confidencial e Restrito, cada um com características próprias, exemplos, riscos associados e casos de uso específicos. Essa categorização assegura que a proteção seja proporcional à sensibilidade da informação tratada.

- **Nível Público**

- O que são: informações de domínio público ou de caráter institucional, que não permitem identificar diretamente um indivíduo.

Exemplos: descrição do projeto na landing *page*, materiais de divulgação, informações institucionais sobre planos de serviço.

- Riscos se vazados: mínimo, restringindo-se a potenciais distorções de reputação ou uso indevido de informações já públicas.
 - Proteção no sistema: disponibilizadas de forma aberta, sem autenticação, mas com garantia de integridade (para evitar adulterações).
 - Caso de uso associado: acesso a informações gerais do projeto pelo usuário sem necessidade de *login*.

Analogias: “O que a empresa oferece” – qualquer pessoa pode acessar, assim como ocorre com a visualização de serviços em uma página aberta.

- **Nível Confidencial**

- O que são: informações básicas de identificação dos titulares (usuários, coordenadores, administradores).

Exemplos: nome completo, telefone, *e-mail*, identificadores únicos de dispositivos BLE vinculados a um perfil.

- Riscos se vazados: exposição de identidade, aumento do risco de fraudes, recebimento de comunicações não solicitadas, engenharia social.
 - Proteção no sistema:
 - Criptografia em repouso (no banco *Firebase*) e em trânsito (TLS/HTTPS);
 - Acesso restrito a perfis autorizados, com base no princípio do menor privilégio;
 - Autenticação obrigatória para consulta e gerenciamento desses dados.

- Casos de uso associados:
- [Criptografar Dados Pessoais]: garante confidencialidade e integridade;
- [Armazenar Dados]: assegura que informações sejam salvas de forma segura.

Analogias: “Quem você é” – dados que identificam o titular e precisam ser protegidos, mas são necessários para o funcionamento do serviço.

- **Nível Restrito**

- O que são: informações que revelam aspectos mais íntimos do usuário, podendo afetar diretamente sua integridade física ou emocional.
- Exemplos:
 - Histórico de deslocamento coletado pela bengala;
 - Padrões de uso do dispositivo (frequência de alertas, preferências personalizadas);
 - Informações de saúde eventualmente informadas pelo usuário.
- Riscos se vazados: discriminação, constrangimento público, vigilância indevida, manipulação ou mesmo riscos à segurança física em casos de rastreamento indevido.
- Proteção no sistema:
 - Consentimento explícito obrigatório, obtido no momento da coleta;
 - Anonimização ou pseudonimização sempre que possível (ex.: análise de padrões sem vinculação direta ao titular);
 - Acesso extremamente limitado e controlado.
- Casos de uso associados:
 - [Gerenciar Preferências de Consentimento]: o usuário controla o compartilhamento de dados sensíveis;
 - [Atender Solicitação de Titular]: garante que o titular possa excluir ou portar seus dados.

Analogias: “O que você faz/pensa” – informações que descrevem hábitos, rotinas e preferências, exigindo máxima proteção e governança.

8.2.2 Controle de acesso

O controle de acesso é um dos pilares da proteção de dados no *echoSense*, garantindo que cada ator do sistema (usuário, coordenador, titular de dados, sistema de auditoria) acesse apenas as informações estritamente necessárias para o desempenho de suas funções. Esse mecanismo se baseia em dois fundamentos: o princípio do menor privilégio e a implementação de métodos de autenticação robustos, incluindo a possibilidade de autenticação em dois fatores (2FA).

8.2.2.1 Princípio do Menor Privilégio

O princípio do menor privilégio determina que o acesso a informações e recursos deve ser concedido somente ao nível mínimo necessário para a execução de uma tarefa. Isso reduz significativamente os riscos de exposição indevida ou mau uso de dados pessoais e sensíveis.

No contexto do *echoSense*, esse princípio se materializa no caso de uso [Gerenciar Controle de Acessos], que permite aos administradores definirem e revisar permissões de forma granular:

- Usuários finais (pessoas cegas ou com deficiência visual): acessam apenas seus próprios dados pessoais, preferências de consentimento e informações operacionais (nível de bateria, alertas);
- Coordenadores: têm acesso limitado aos dados de localização em tempo real e alertas críticos, mediante consentimento explícito do titular;
- Administradores de instituição: podem acessar dados de perfis vinculados à instituição contratante, sem acesso a informações sensíveis individualizadas, salvo em situações de suporte autorizadas;
- Sistema de Auditoria: acessa apenas logs e registros anonimizados para fins de conformidade e segurança, não tendo permissão de manipular dados pessoais diretamente.

Esse controle é dinâmico e ajustável, permitindo que permissões sejam revistas periodicamente, de acordo com o ciclo de vida da informação e as exigências da LGPD.

8.2.3 Autenticação e Autorização

Todos os acessos a dados confidenciais e restritos exigem autenticação de usuário, utilizando credenciais seguras (*login* e senha). A política de senhas segue critérios de robustez: mínimo de seis caracteres, combinação de letras maiúsculas, minúsculas, números e símbolos, conforme indicado no diagrama de casos de uso.

Além disso, o sistema disponibiliza a opção de autenticação em dois fatores (2FA) como uma extensão opcional no *login* — representada como <<extend>> no modelo UML. Essa medida acrescenta uma camada adicional de segurança, reduzindo riscos de comprometimento por senhas frágeis ou vazadas.

O controle de autorização, por sua vez, é gerenciado no caso de uso [Conceder Permissões], que estabelece quais ações cada perfil pode realizar. Essa granularidade reforça o princípio do menor privilégio, garantindo que não haja acessos excessivos ou desnecessários.

8.2.4 Casos de Uso Relacionados

A implementação do controle de acesso no *echoSense* está diretamente vinculada a diversos casos de uso representados no diagrama, entre os quais se destacam:

- [Gerenciar Controle de Acessos]: define papéis, perfis e limites de acesso conforme funções específicas;
- [Definir Perfis de Usuário]: organiza categorias de acesso (usuário, cuidador, administrador, auditor), cada uma com permissões distintas;
- [Conceder Permissões]: operacionaliza o princípio do menor privilégio, restringindo acessos por necessidade;
- [Registrar Log de Atividades]: assegura rastreabilidade, permitindo verificar tentativas de acesso, alterações de permissões e eventuais incidentes de segurança.

8.2.5 Direito dos titulares

8.2.5.1 Direitos dos Titulares de Dados

Conforme o Artigo 18 da LGPD, o *echoSense* garante aos titulares o exercício pleno de seus direitos, implementados diretamente por meio de casos de uso

específicos do sistema. Esses direitos asseguram transparência, controle e autonomia no tratamento das informações pessoais:

- Acessar seus dados ([Consultar Dados Pessoais]): o usuário pode visualizar todas as informações armazenadas em sua conta, incluindo dados de cadastro, configurações e registros associados ao seu dispositivo;
 - Corrigir informações ([Retificar Dados]): sempre que encontrar dados incorretos ou desatualizados, o usuário poderá solicitar a retificação imediata, garantindo a qualidade da informação, conforme previsto no Art. 6º, inciso V da LGPD;
 - Revogar consentimento ([Gerenciar Preferências de Consentimento]): o usuário mantém o poder de ajustar suas preferências e revogar autorizações concedidas anteriormente, sem que isso prejudique o uso de funcionalidades básicas do sistema;
- Excluir conta e dados ([Excluir Dados/Excluir Conta]): mediante solicitação, o titular pode solicitar a exclusão definitiva de sua conta, dados pessoais e registros sensíveis armazenados, respeitando os prazos técnicos de eliminação segura.

Esses direitos são operacionalizados por meio do caso de uso [Atender Solicitação de Titular], que garante o registro, rastreabilidade e cumprimento adequado de cada pedido, assegurando conformidade legal e transparência no relacionamento com o usuário.

8.2.6 Bases Legais do Tratamento

O tratamento de dados no *echoSense* ocorre somente com fundamento em bases legais previstas na LGPD, sendo aplicadas de forma proporcional e transparente:

- Consentimento: obtido expressamente no caso de uso [Solicitar Consentimento] durante o primeiro acesso ao aplicativo. Esse consentimento é registrado de forma inequívoca e pode ser revogado a qualquer momento pelo usuário;
- Legítimo Interesse: utilizado para garantir a segurança e integridade do sistema, especialmente em processos de monitoramento técnico como o caso de uso [Registrar Log de Atividades], indispensável para prevenção de incidentes e auditorias de conformidade.

Quando outras bases legais forem aplicadas (como execução de contrato em instituições parceiras ou cumprimento de obrigação legal), elas serão claramente informadas ao titular.

8.2.7 Segurança técnica

O *echoSense* adota medidas técnicas e organizacionais compatíveis com os riscos do tratamento, conforme exige o Art. 46 da LGPD, para proteger dados pessoais contra acessos não autorizados, perdas, destruições ou modificações indevidas. Entre os principais controles de segurança implementados estão:

- Criptografia de dados ([Criptografar Dados Pessoais]): todos os dados confidenciais e restritos são criptografados em repouso (*Firebase*) e em trânsito (TLS/HTTPS), assegurando confidencialidade e integridade;
- Varreduras regulares de vulnerabilidades ([Executar Varredura de Vulnerabilidades]): verificações periódicas são realizadas para identificar falhas de segurança no aplicativo, backend e dispositivos, permitindo correção preventiva;
- Logs e auditoria ([Registrar Log de Atividades]): todas as operações relevantes são registradas em logs, permitindo rastrear acessos, alterações e incidentes, além de fornecer subsídios para auditorias internas e externas.

Essas medidas estão diretamente conectadas à tríade CIA (Confidencialidade, Integridade e Disponibilidade), representada no diagrama do sistema, e são parte integrante do compromisso ético e legal do projeto.

8.2.8 Treinamento e Conscientização

O *echoSense* compreende que a proteção de dados não depende apenas de tecnologia, mas também de práticas humanas responsáveis. Por isso, adota programas de treinamento contínuo e conscientização para todos os envolvidos no tratamento de dados:

- - Princípios da LGPD: todos os colaboradores e parceiros recebem capacitação sobre os fundamentos da lei, seus princípios e a importância da privacidade como valor central;

- Casos de uso de privacidade: os treinamentos incluem simulações práticas com base nos casos de uso do diagrama, garantindo que a equipe saiba executar corretamente funcionalidades como [Solicitar Consentimento], [Excluir Dados] e [Gerenciar Preferências];
- Atendimento ao titular: os funcionários aprendem a operar o caso de uso [Atender Solicitação de Titular], de modo a responder de forma rápida e eficiente a pedidos de acesso, retificação ou exclusão;
- Cultura de segurança: reforço periódico por meio de comunicados internos, workshops e checklists, estimulando a corresponsabilidade de todos no processo de proteção da informação.

8.2.9 Comunicação com o usuário

Em consonância com o princípio da transparência previsto na LGPD, o *echoSense* adota um modelo de comunicação clara, acessível e ética com seus usuários. Além da disponibilização integral da Política de Privacidade e dos Termos de Uso no aplicativo, o sistema utiliza mensagens de orientação em linguagem simples para explicar direitos, riscos e práticas de segurança.

Como exemplo, adota-se o seguinte modelo de comunicação:

“Prezado usuário,

Seus dados são um bem valioso e, para nós, merecem um tratamento ético e seguro. O *echoSense* implementa diversos mecanismos para proteger suas informações, incluindo a Criptografia de Dados Pessoais, o Gerenciamento de Consentimento e o Registro de Logs de Atividades. Esses recursos garantem que você mantenha controle sobre suas informações e que possamos atuar com transparência e responsabilidade.

Consulte sempre nossa Política de Privacidade completa e, em caso de dúvidas, utilize nossos canais de contato para solicitar esclarecimentos ou exercer seus direitos.”

Esse modelo de comunicação é incorporado ao fluxo de [Solicitar Consentimento] e ao próprio aplicativo, reforçando a importância do consentimento informado e da confiança como base da relação entre o usuário e o projeto.

9 RELATÓRIO DE TESTE DE SOFTWARE

Para efeito de compreensão da aplicabilidade e usabilidade do projeto *echoSense*, foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa com perguntas criadas por professoras da ETEC Taboão da Serra. Em virtude disso, o “Teste de Usuário” foi aplicado, no qual alunos da classe avaliaram e testaram tanto o software quanto o protótipo físico. Dessa forma, foi possível analisar aspectos positivos e possíveis atualizações no trabalho.

9.1 Iniciação

9.1.1 Plano do projeto

O projeto da solução está sendo baseado na ideia de auxiliar deficientes visuais que possuem dificuldade de se locomover por instituições e se sentem invadidos por soluções comuns.

9.1.2 Projeto

Nossa solução inclui um dispositivo móvel que pode se acoplar à bengala que se localiza por meio da recepção de sinais e um app prático e facilitador que capacita a rápida comunicação entre o dispositivo e o usuário, desse modo auxiliará em práticas de locomoção sem a necessidade de ajudas externas, trazendo consigo a independência do usuário. Algumas das funcionalidades que terão no aplicativo são: Bateria do dispositivo, Privacidade do usuário, Botão de emergência, Localização atual e posteriores, entre outros.

9.1.3 Objetivo

- Trazer novidades e métodos simples para locomoção independente para deficientes visuais;
- Auxiliar os contatos de emergência para fácil comunicação com o usuário da solução;
- Enfatizar a necessidade de adaptação das instituições com soluções inclusivas;
- Incentivar um mercado mais inclusivo e comprometido.

9.1.4 Escopo

O documento da solução é de um novo dispositivo e app voltado para a inclusão do público Deficiente Visual dentro de instituições. O principal objetivo é criar um aplicativo auxiliar que se comunique com o dispositivo, representando a empresa com sua segurança e confiabilidade.

9.1.5 Exclusões

As exclusões do nosso aplicativo são:

- Não criaremos funcionalidades no aplicativo, apenas melhoramos as existentes.
- Não diminuiremos o preço de implementação;
- Não entregaremos o projeto antes da data estabelecida;

9.1.6 Funcionalidades incluídas

As funcionalidades que foram incluídas em nosso projeto são:

- Recuperação de senha - Nosso aplicativo permitirá que os usuários tenham a opção de se conectarem com o e-mail e criar sua senha, com isso também contará com a recuperação da senha em caso de perda;
- Bateria do dispositivo – Para previsão de problemas posteriores o app exibirá a bateria atual do dispositivo e o tempo médio de duração com base nisso, auxiliando assim o usuário a se organizar para o carregamento.
- Botão de emergência – Botão destaque na tela que servirá para ativar o contato de emergência assim que for definido, assim facilitando o contato em caso de necessidade e entregará a situação atual do dispositivo (descarregado por exemplo) e sua localização.
- Histórico de localização - Coleta as informações sobre as localidades posteriores do usuário para auxílio em caso de necessidade de volta ao local.
- Acessibilidade – Contará com funções de acessibilidade do próprio celular como o *TalkBack* para pleno uso do app.
- Dicas e Instruções - Nesta função o usuário poderá acessar informações importantes sobre como utilizar o aplicativo;

- Ajustes e configurações- O usuário encontrará informações sobre o perfil, além de opções de acessibilidade e contato de emergência para suporte.

9.1.7 Funcionalidades não incluídas

As funcionalidades não incluídas se baseiam em elementos que o aplicativo *echoSense* não executa. Abaixo será listado tais funcionalidades:

- O aplicativo não contará com um sistema de *chat* para comunicação entre os usuários.

9.1.8 Limitações

As limitações que podem aparecer futuramente em nossa *solução* são:

- Só terá pleno funcionamento no caso de ambas as partes da solução estiverem funcionando (dispositivo e app);
- Não possuirá acessibilidade que contemple todas as deficiências;
- Somente possuirá 6 personagens a disposição de escolha para o usuário;
- Somente disponibilidade do tema escuro para o app.

9.1.9 Restrições

As Restrições da solução são:

- Necessita estar conectado à internet;
- O aplicativo é desenvolvido focado em pessoas com deficiência visual;
- Os emissores de sinal só terão pleno funcionamento após a configuração inicial;
- O *software* deve cumprir com as acessibilidades propostas;
- O *echoSense* deve cumprir com a política de privacidade proposta no regulamento;
- O app deve estar plenamente em funcionamento para os usuários ao fim do prazo estipulado.

9.1.10 Equipe

- Cauã Alonso Martos - Programação *software* e testes;
- Douglas Gomes - Programação *software* e testes;
- Érika Yoneyama – Documentação e Política de testes;
- Flavia Eduarda - Documentação e Política de testes;
- Kauã Looze – Design e Video Pitch;

9.2 Planejamento

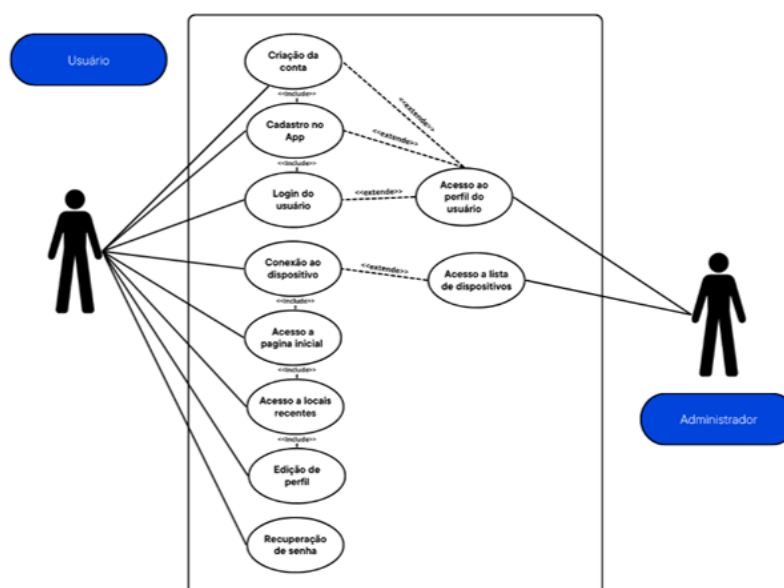
9.2.1 Plano de testes

O *echoSense* utilizará de diferentes fases de testes para avaliar o funcionamento eficaz da solução, buscando uma solução segura e que não apresente falhas.

9.2.1.1 Casos de testes

O *echoSense* utilizará de diferentes fases de testes para avaliar o funcionamento eficaz da solução, buscando uma solução segura e que não apresente falhas.

Figura 105 - Diagrama teste



Fonte: autoria própria (2025).

a) Testes de Unidade

Os testes de unidades são testes individuais de cada módulo do *software*, com isso iremos planejar cada um dos testes a seguir:

- Teste da tela de seleção de avatar: Serão necessários testes para avaliar se o avatar escolhido pelo usuário foi armazenado no banco de dados;
- Teste da tela de início: Serão necessários testar os botões de acesso para as outras telas, que direcionam a cada funcionalidade do aplicativo, são os botões de perfil e locais recentes;
- Tela de locais recentes: Será necessário realizar o teste do botão de retornar para a página inicial;
- Tela de perfil e configurações: Serão necessários realizar testes dos botões que retornam para a página inicial, e também que irá redirecionar para a edição do perfil;
- Tela de edição do perfil: Serão necessários testes dos botões que retornam para a tela de perfil e se as informações estão sendo atualizadas no banco de dados;

b) Testes de Integração

Os testes de integração verificam se todas as autenticações específicas estão sendo realizadas corretamente, com isso, o app, conterà as seguintes funcionalidades de integração:

- Tela de cadastro e login: Será necessário realizar o teste de autenticação da API do google com o *software*.

c) Testes de Sistema

O plano de testes de sistemas analisa o sistema como um todo, o objetivo é que as funcionalidades funcionem conforme os requisitos impostos por completo. O sistema visa atender o usuário conforme o esperado testado pelos desenvolvedores. Sendo assim, testado todos os métodos do app:

- **SOFTWARE:** o software precisa estar inteiramente integrado com o banco de dados do sistema, as autenticações e os botões de unidade funcionando de acordo com esse planejamento.
- **HARDWARE:** Será necessário haver os testes tanto do sistema IOS como do sistema Android, desse modo, será verificado se todas as funcionalidades estão funcionando nos sistemas propostos pelos requisitos. Além disso, testar a comunicação do dispositivo com o app em ambos os sistemas operacionais supracitados;

d) Testes de Aceitação

O plano de testes de aceitação utiliza dos usuários da solução *echoSense* para analisar como está o seu funcionamento, e se principalmente está suprindo os requisitos esperados por eles. Desse modo, será utilizado de pessoas específicas para testar a funcionalidade de nosso aplicativo, na qual será passado para eles quais são as expectativas que esperamos para serem entregues, e se conseguimos superar elas. Assim será necessário que analisem algumas questões específicas, tais como:

- **Funcionalidade:** Será analisado pelo usuário se o aplicativo está com um funcionamento eficaz, correspondendo todas as funcionalidades descritas;
- **Desempenho:** Será analisado como está o desempenho do app, se ele está demorando de carregar, se está obtendo resposta aos comandos do usuário etc.;
- **Usabilidade:** Será analisado a usabilidade, de um modo em que haja uma verificação se está oferecendo conhecimento e se possui eficiência a utilizá-lo;
- **Conformidade:** Será analisado se o *software* e o *hardware* estão atingindo e seguindo as normas e regulamentações a respeito da temática de autonomia e inclusão sem ferir qualquer delas, se está seguindo os requisitos e políticas interiores do app, e se fornece de bom modo a acessibilidade a usuário que precisam.

9.3 Configurações

9.3.1 Plataformas utilizadas

- Aplicativo *Mobile*: Android (versões 10 ou superior), iOS (versões 14 ou superior)
- *Back-end*/API: servidor de autenticação e banco de dados

9.3.1.1 Hardware

- Smartphones: gama média e alta, para testar performance e responsividade
- Dispositivo externo conectado ao app: necessário para testar integração (nível de bateria, locais recentes etc.)

9.3.1.2 Ferramentas e *framework*

- Funcionais e automatizados: Selenium, Cypress, Appium
- Unitários: JUnit, PyTest (dependendo da linguagem usada)
- APIs: *Postman* (requisições e validação de respostas)
- Performance: JMeter (carga, estresse)
- Controle de defeitos: Jira, Trello ou GitHub *Issues*
- Versionamento: Git/GitHub/GitLab
- Segurança: OWASP ZAP (testes básicos de vulnerabilidade)

9.4 Especificações dos testes

Durante os testes, algumas telas serão testadas nos dois contextos (Usuário e ADM), exceto as telas exclusivas de administrador.

- Tela de carregamento

- Verificar se o app inicia corretamente sem travar.
- Conferir tempo de carregamento (máx. 3s esperado).
- Exibir animação/mensagem durante carregamento.
- Erros de rede → mensagem adequada.

Figura 106 - Tela de carregamento, teste



Fonte: autoria própria (2025).

- Tela de introdução

- Exibição de mensagens/tutoriais iniciais.
- Possibilidade de avançar/pular.
- Persistência (só aparece no primeiro acesso, não toda vez).

Figura 107 - Tela de introdução, teste



Fonte: autoria própria (2025).

- Tela de método de entrada
 - Exibir opções (e-mail, rede social etc. se aplicável).
 - Escolha persistente no próximo login.

Figura 108 - Tela de método de entrada, teste



Fonte: autoria própria (2025).

- Tela de cadastro
 - Validação de campos obrigatórios.
 - E-mail em formato inválido → erro.
 - Cadastro com e-mail já usado → bloqueio.
 - Cadastro válido → direcionar para verificação de e-mail.

Figura 109- Tela de cadastro, PcDV, teste

Fonte: autoria própria (2025).

Figura 110- Tela de cadastro, adm, teste

Fonte: autoria própria (2025).

- Tela de entrada

- Usuário válido (login bem-sucedido).
- Usuário inexistente → erro.
- Senha incorreta → mensagem adequada.
- Login com campos vazios → bloqueio.
- Segurança contra SQL Injection.

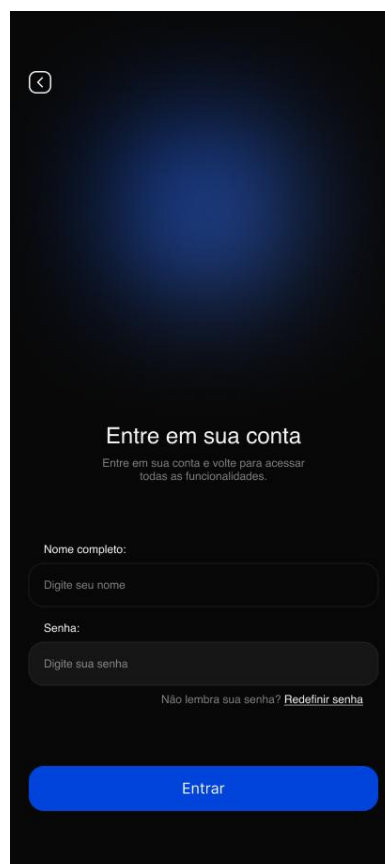
Figura 111- Tela de login, PcDV, teste



A login screen with a light gray background. At the top left is a back arrow icon. The main heading is "Entre em sua conta" in bold, followed by the subtitle "Entre em sua conta e volte para acessar todas as funcionalidades." Below this are two input fields: "Nome completo:" with a placeholder "Digite seu nome" and "Senha:" with a placeholder "Digite sua senha". Below the password field is a link "Não lembra sua senha? Redefinir senha". At the bottom is a blue button labeled "Entrar".

Fonte: autoria própria (2025).

Figura 112- Tela de login, adm, teste



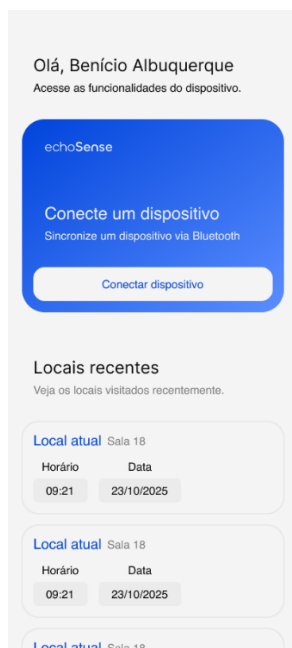
A login screen with a dark background. At the top left is a back arrow icon. The main heading is "Entre em sua conta" in bold, followed by the subtitle "Entre em sua conta e volte para acessar todas as funcionalidades." Below this are two input fields: "Nome completo:" with a placeholder "Digite seu nome" and "Senha:" with a placeholder "Digite sua senha". Below the password field is a link "Não lembra sua senha? [Redefinir senha](#)". At the bottom is a blue button labeled "Entrar".

Fonte: autoria própria (2025).

- Tela de início

- Mostrar botões/telas principais (navegação).
- Mostrar status do dispositivo conectado.
- Testar tempo de resposta.

Figura 113 -Tela de início, PcDV, teste



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 114 -Tela de início, adm, teste

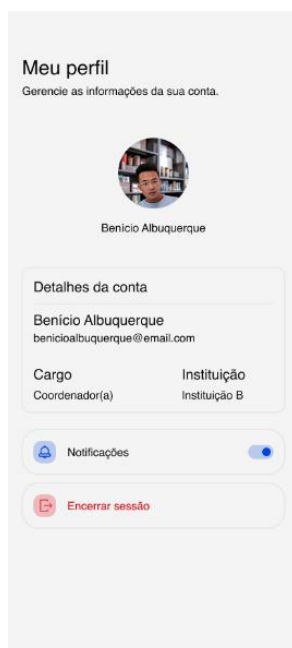


Fonte: autoria própria (2025).

- Tela de perfil

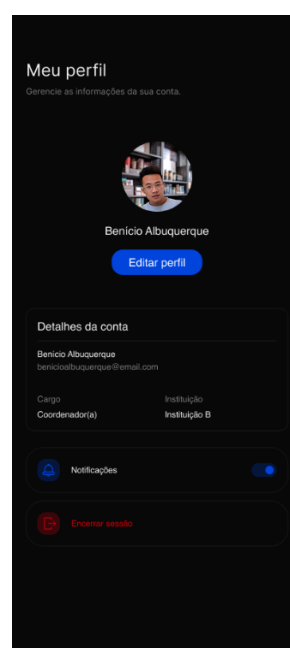
- Exibir dados corretos do usuário.
- Navegação para edição.
- Acesso restrito (somente logado).

Figura 115 - Tela de início, PcDV, teste



Fonte: autoria própria (2025).

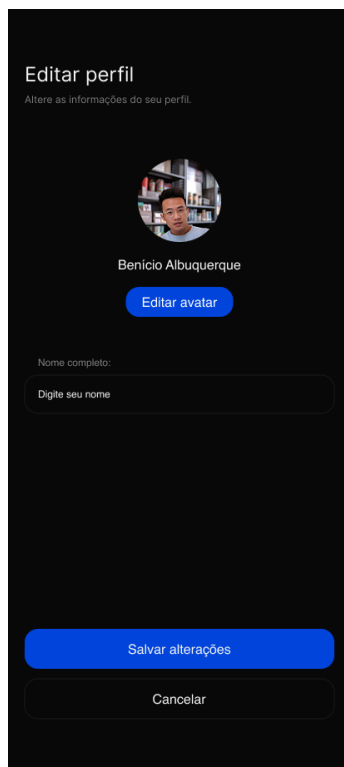
Figura 116 - Tela de início, adm, teste



Fonte: autoria própria (2025).

- Tela de editar perfil
 - Alteração de dados (nome)
 - Validação de formato.
 - Salvar com sucesso → refletir no perfil.

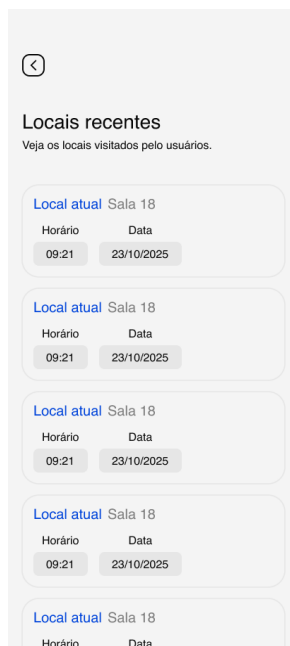
Figura 117 - Tela de editar perfil, teste



Fonte: autoria própria (2025).

- Tela de locais recentes
 - Listar corretamente locais do dispositivo conectado.
 - Exibir histórico na ordem correta.
 - Erro de permissão de localização → mensagem clara.

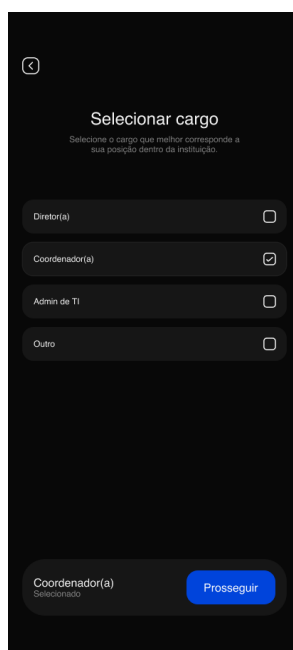
Figura 118 - Tela de locais recentes, teste



Fonte: autoria própria (2025).

- Tela de seleção de cargo (administrador)
 - Listagem de cargos disponíveis.
 - Seleção correta salva no perfil.
 - Erro de conexão → mensagem adequada.

Figura 119 - Tela de seleção de cargo, teste



Fonte: autoria própria (2025).

- Tela de seleção de instituição

- Exibir lista de instituições.
- Seleção persistente (associada ao perfil).
- Instituição inválida → erro.

Figura 120 - Tela de seleção de instituição, teste

Selecionar instituição

Selecione a instituição que melhor corresponde a sua.

- Instituição A ☐
- Instituição B ☒
- Instituição C ☐
- Instituição D ☐
- Instituição E ☐
- Instituição F ☐
- Outro ☐

Instituição B Selecionado Finalizar

Fonte: autoria própria (2025).

9.5 Execução

Figura 121 - Tabela 1, Teste de Unidade

TÍTULO DE TESTE	PRIORIDADE	ID DO CASO DE TESTE	NÚMERO DO TESTE	DATA DO TESTE	CHAVE PRIORITÁRIA
Teste unidade EchoSense	MÉDIA	1	1	07/22/2025	BAIXO
DESCRIÇÃO DO TESTE	TESTE PROJETADO POR		TESTE EXECUTADO POR	DATA DE EXECUÇÃO	MÉDIA
Caso de teste criado pela equipe para validar o funcionamento isolado de funções e módulos.	Douglas Gomes de Campos		Cauã Alonso Martos	07/22/2025	ALTO
DESCRIÇÃO DO TESTE	DEPENDÊNCIAS DE TESTE		CONDIÇÕES DE TESTE	CONTROLE DE TESTE	
Casos de uso definidos na etapa de planejamento verificam se cada componente executa corretamente suas operações individuais.	Infraestrutura - softwares		Os testes foram realizados em dois ambientes de dev e de usuário		

Fonte: autoria própria (2025).

Figura 122 - Tabela 2, Teste de Unidade

STEP ID	DESCRIÇÃO DO PASSO	DATA DO TESTE	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS REAIS	PASSE / FALHA
UN01	Teste da tela de seleção de avatar	07/22/2025	O avatar do usuário é alterado corretamente e salvo no banco de dados	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0
UN02	Teste da navegação da tela inicial	07/22/2025	Os botões de perfil e locais recentes redirecionam para suas respectivas telas	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0
UN03	Teste da navegação da tela de locais recentes	07/22/2025	O botão de voltar deve redireciona para a tela inicial	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0
UN04	Teste da navegação da tela de perfil	07/22/2025	Os botões de voltar e editar perfil redirecionam para suas respectivas telas	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0
UN05	Teste de armazenamento no banco de dados	07/22/2025	Os dados do usuário são salvos e atualizados no banco de dados	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0

Fonte: autoria própria (2025).

Figura 123 - Tabela 1, Teste de Sistema

TÍTULO DE TESTE	PRIORIDADE	ID DO CASO DE TESTE	NÚMERO DO TESTE	DATA DO TESTE	CHAVE PRIORITÁRIA
Teste de Sistema EchoSense	ALTO	2	2	08/20/2025	BAIXO
DESCRIÇÃO DO TESTE	TESTE PROJETADO POR		TESTE EXECUTADO POR	DATA DE EXECUÇÃO	MÉDIA
Caso de teste criado pela equipe para avaliar o sistema completo em execução.	Douglas Gomes de Campos		Cauã Alonso Martos	08/20/2025	ALTO
DESCRIÇÃO DO TESTE	DEPENDÊNCIAS DE TESTE		CONDIÇÕES DE TESTE	CONTROLE DE TESTE	
Casos de uso especificados no planejamento garantem que o sistema atenda aos requisitos funcionais e não funcionais.	Infraestrutura - hardware - softwares		Os testes foram realizados em dois ambientes de dev e usuário e também hardware		

Fonte: autoria própria (2025).

Figura 124 - Tabela 2, Teste de Sistema

STEP ID	DESCRIÇÃO DO PASSO	DATA DO TESTE	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS REAIS	PASSE / FALHA	NOTAS ADICIONAIS
SIS01	Cadastrar Dispositivo	08/20/2025	O dispositivo é inserido no banco de dados e aparece na lista de dispositivos	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0	
SIS02	Ver Detalhes	08/20/2025	Os detalhes do dispositivo são exibidos	O status do dispositivo não estava sincronizado com o banco de dados	passo 1 falha 1	Alterar a variável que está no campo status para se adequar ao banco
SIS03	Tema claro/escuro	08/20/2025	O switch do tema altera entre o tema claro/escuro	O tema não fica 'salvo' quando o usuário fecha o aplicativo e reabre	passo 1 falha 1	Adicionar uma persistência ao tema escolhido pelo usuário
SIS04	Encerrar Sessão	08/20/2025	O botão encerrar sessão sai da conta do usuário e não permite que ele utilize o botão de voltar do celular para relogar	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0	
SIS05	Login Válido	08/20/2025	O app valida as credenciais e redireciona para a tela inicial	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0	
SIS06	Login Inválido	08/20/2025	O app retorna um erro de email ou senha incorretos	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0	
SIS07	Cadastro de Usuário	08/20/2025	O app insere as informações no banco de dados e redireciona para a tela inicial	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0	
SIS08	Conectar Dispositivo	08/20/2025	O app se conecta à bengala e começa a receber os logs dos beacons	Funcionou, mas ainda existem desconexões inesperadas	passo 1 falha 1	Deixar a conexão entre a bengala e o app mais estável e confiável
SIS09	Desconectar Dispositivo	08/20/2025	O app se desconecta da bengala e reabilita a função de conectar com dispositivo	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0	

Fonte: autoria própria (2025).

Figura 125 - Tabela 1, Teste de Integração

TÍTULO DE TESTE	PRIORIDADE	ID DO CASO DE TESTE	NÚMERO DO TESTE	DATA DO TESTE	CHAVE PRIORITÁRIA
Teste de Integração EchoSense	MÉDIA	3	3	09/15/2025	BAIXO
DESCRIÇÃO DO TESTE	TESTE PROJETADO POR		TESTE EXECUTADO POR	DATA DE EXECUÇÃO	MÉDIA
Caso de teste criado pela equipe para validar a comunicação entre módulos do sistema.	Douglas Gomes de Campos		Cauã Alonso Martos	09/15/2025	ALTO
DESCRIÇÃO DO TESTE	DEPENDÊNCIAS DE TESTE		CONDIÇÕES DE TESTE	CONTROLE DE TESTE	
Casos de uso definidos no planejamento verificam a troca correta de dados e o funcionamento conjunto dos componentes integrados.	Infraestrutura - softwares		Os testes foram realizados em dois ambientes de dev e de usuário		

Fonte: autoria própria (2025).

Figura 126 - Tabela 2, Teste de Integração

STEP ID	DESCRIÇÃO DO PASSO	DATA DO TESTE	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS REAIS	PASSE / FALHA
INT01	Teste do Firebase Authentication/ Firestore	09/15/2025	A autenticação e todas as manipulações de dados se conectam corretamente ao	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0

Fonte: autoria própria (2025).

Figura 127 - Tabela 1, Teste de Aceitação

TÍTULO DE TESTE	PRIORIDADE	ID DO CASO DE TESTE	NÚMERO DO TESTE	DATA DO TESTE	CHAVE PRIORITÁRIA
Teste de Aceitação EchoSense	ALTO	4	4	04/05/2025	BAIXO
DESCRIÇÃO DO TESTE	TESTE PROJETADO POR		TESTE EXECUTADO POR	DATA DE EXECUÇÃO	MÉDIA
Caso de teste criado pela equipe para confirmar a conformidade do sistema com as expectativas do cliente.	Douglas Gomes de Campos		Cauã Alonso Martos	04/05/2025	ALTO
DESCRIÇÃO DO TESTE	DEPENDÊNCIAS DE TESTE		CONDIÇÕES DE TESTE		
Casos de uso planejados simulam cenários reais de operação para validar se o produto atende às necessidades do usuário final.	Infraestrutura - hardware - softwares		Os testes foram realizados em dois ambientes de dev e usuário e também hardware		

Fonte: autoria própria (2025).

Figura 128 - Tabela 2, Teste de Aceitação

STEP ID	DESCRIÇÃO DO PASSO	DATA DO TESTE	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS REAIS	PASSE / FALHA
AC01	Teste de Validação de requisitos funcionais	04/05/2025	Todas as funções devem operar conforme os requisitos definidos, sem erros.	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0
AC02	Teste de Cenários reais de uso	04/05/2025	O sistema deve executar corretamente todas as tarefas simuladas do usuário final.	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0
AC03	Teste de Fluxos críticos do sistema	04/05/2025	Processos principais, como login e cadastro, devem ocorrer sem falhas.	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0

Fonte: autoria própria (2025).

Figura 129 -Tabela 1, Teste de Usabilidade

TÍTULO DE TESTE	PRIORIDADE	ID DO CASO DE TESTE	NÚMERO DO TESTE	DATA DO TESTE	CHAVE PRIORITÁRIA
Teste de Usabilidade EchoSense	MÉDIA	5	5	10/14/2025	BAIXO
DESCRIÇÃO DO TESTE	TESTE PROJETADO POR		TESTE EXECUTADO POR	DATA DE EXECUÇÃO	MÉDIA
Caso de teste criado pela equipe para avaliar a interação e facilidade de uso do sistema.	Douglas Gomes de Campos		Cauã Alonso Martos	10/14/2025	ALTO
DESCRIÇÃO DO TESTE	DEPENDÊNCIAS DE TESTE		CONDIÇÕES DE TESTE		
Casos de uso planejados observam a experiência do usuário, analisando clareza, eficiência e navegação das interfaces.	Infraestrutura - hardware - softwares		Os testes foram realizados em dois ambientes de dev e usuário e também hardware		

Fonte: autoria própria (2025).

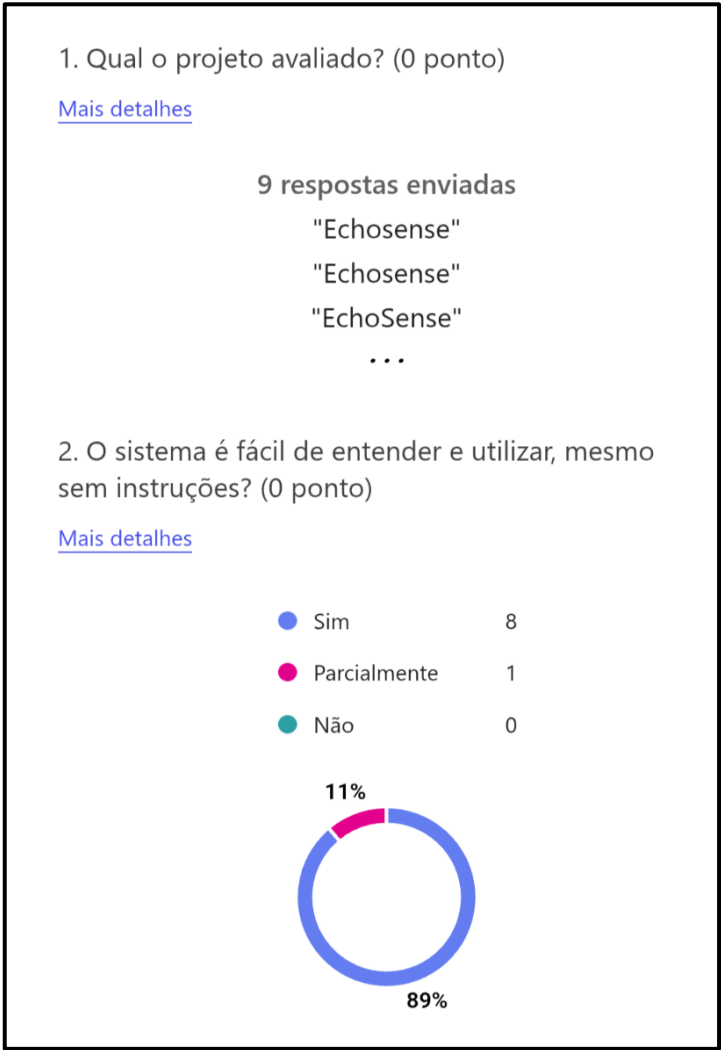
Figura 130 -Tabela 2, Teste de Usabilidade

STEP ID	DESCRIÇÃO DO PASSO	DATA DO TESTE	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS REAIS	PASSE / FALHA
US01	Teste de Facilidade de navegação	10/14/2025	O usuário deve localizar funções e menus com rapidez e sem confusão.	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0
US02	Teste de Clareza das interfaces	10/14/2025	Textos e ícones devem ser compreensíveis e visualmente organizados.	Funcionou corretamente	passo 1 falha 0
US03	Teste de Tempo de execução de tarefas	10/14/2025	As ações comuns devem ser concluídas de forma simples e rápida.	Leve demora na resposta de funções	passo 1 falha 0

Fonte: autoria própria (2025).

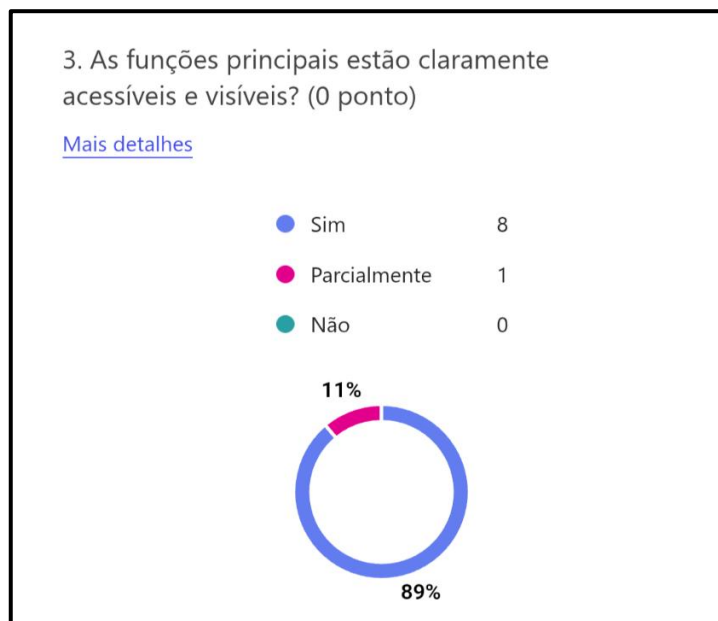
9.6 Formulário para o teste de usuário

Figura 131 - Questões 1 e 2 do Teste de Usuário



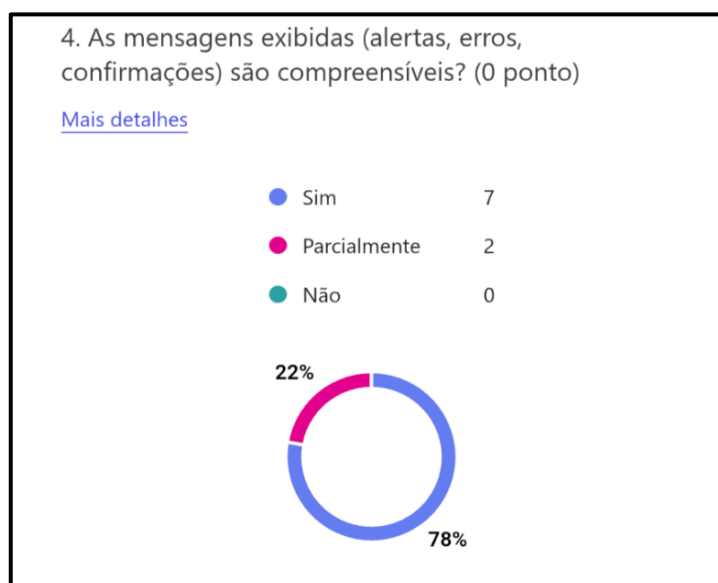
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 132 - Questão 3 do Teste de Usuário



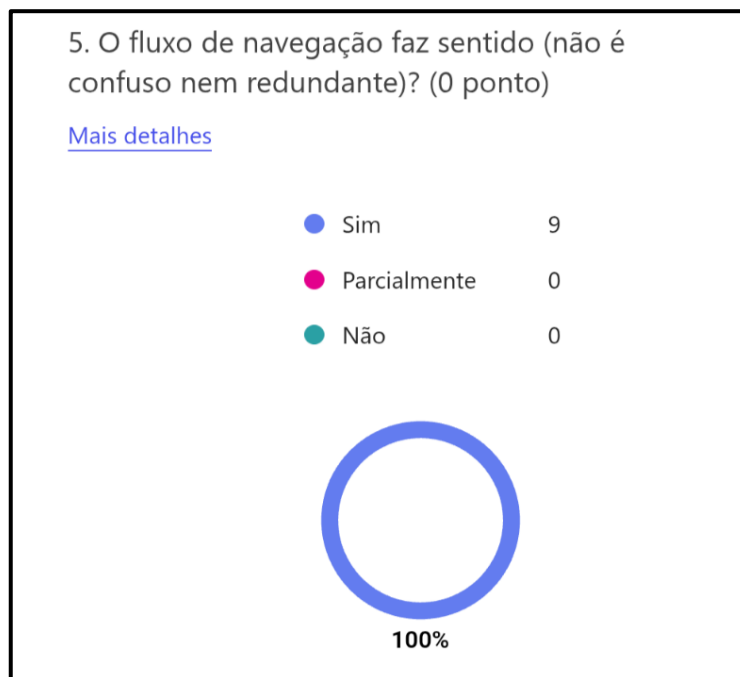
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 133 - Questão 4 do Teste de Usuário



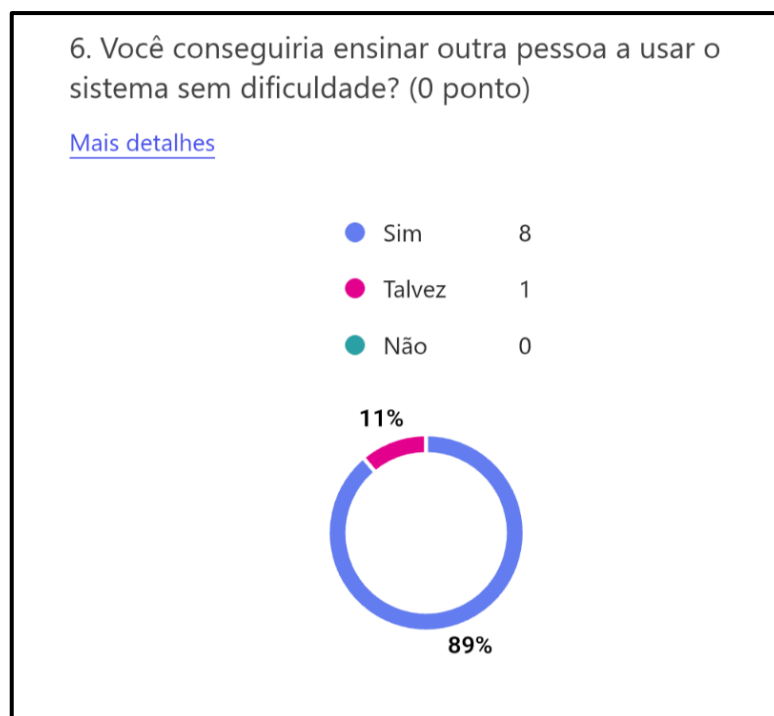
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 134 - Questão 5 do Teste de Usuário



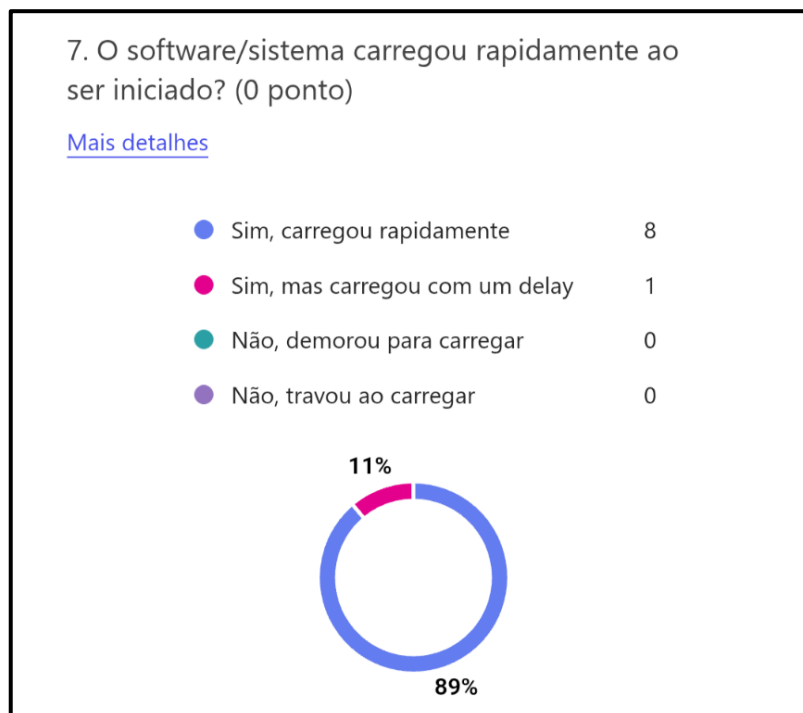
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 135 - Questão 6 do Teste de Usuário



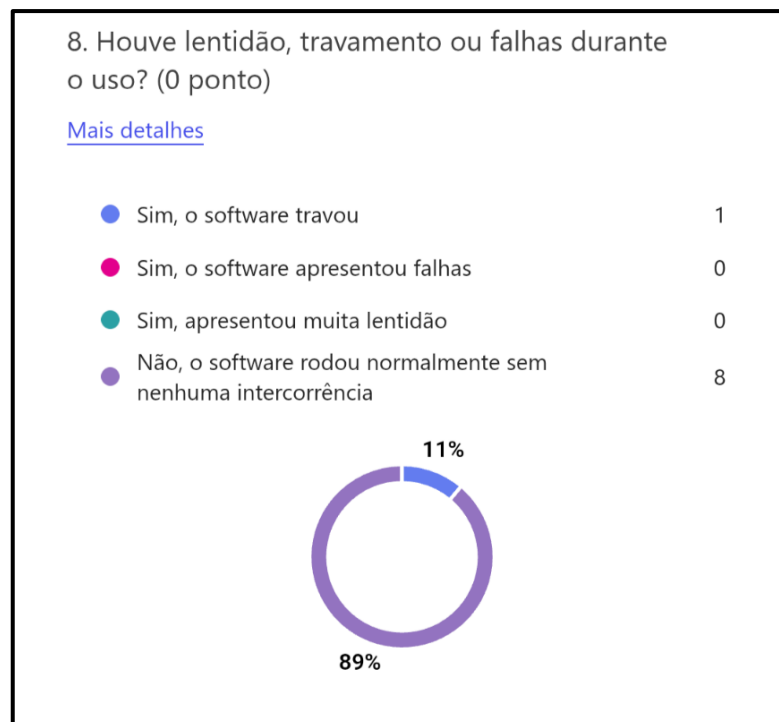
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 136 - Questão 7 do Teste de Usuário



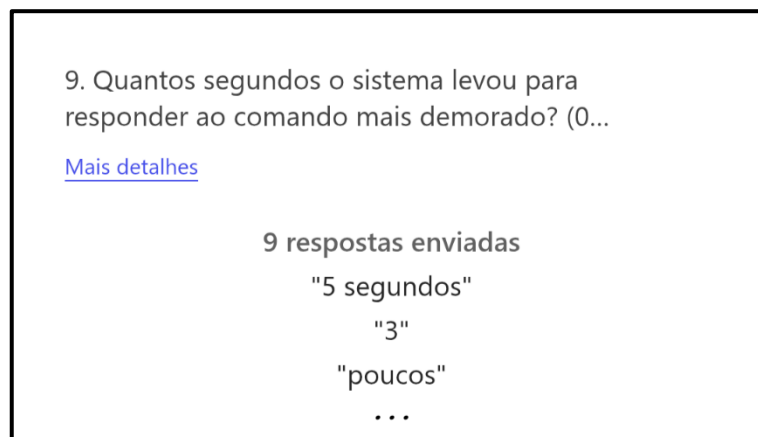
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 137 - Questão 8 do Teste de Usuário



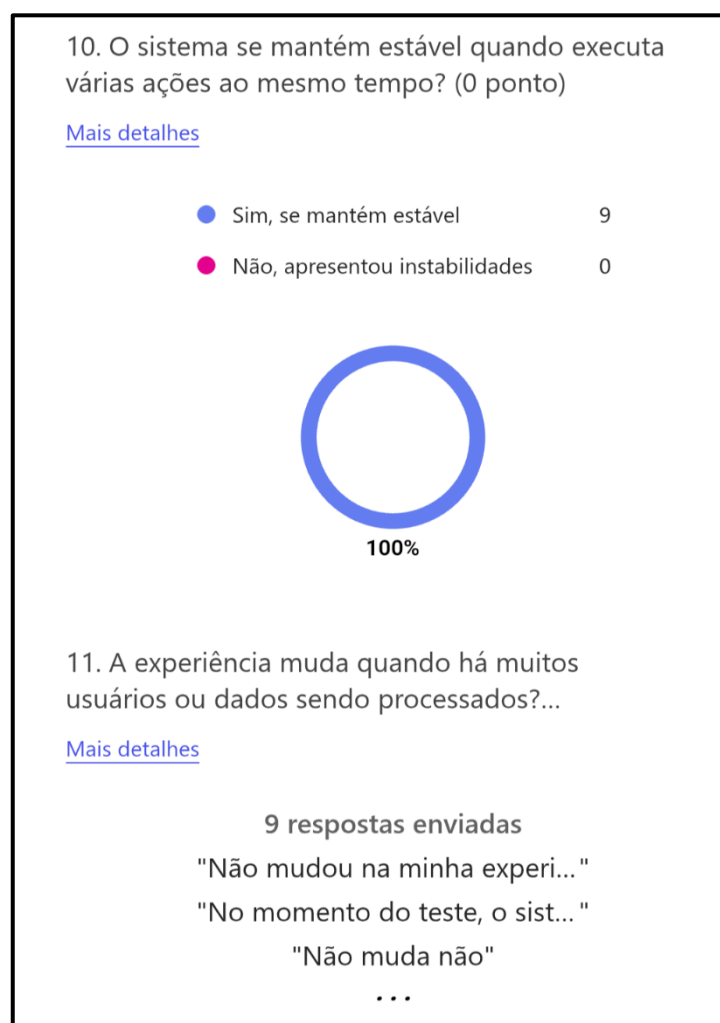
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 138 - Questão 9 do Teste de Usuário



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 139 - Questões 10 e 11 do Teste de Usuário



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 140 - Questões 12 e 13 do Teste de Usuário

12. Os elementos visuais (botões, ícones, cores, tipografia) estão consistentes? (0 ponto)

[Mais detalhes](#)

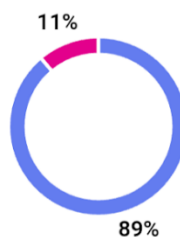
● Sim	8
● Parcialmente	1
● Não	0



13. O layout é agradável e combina com o propósito do projeto? (0 ponto)

[Mais detalhes](#)

● Sim	8
● Parcialmente	1
● Não	0



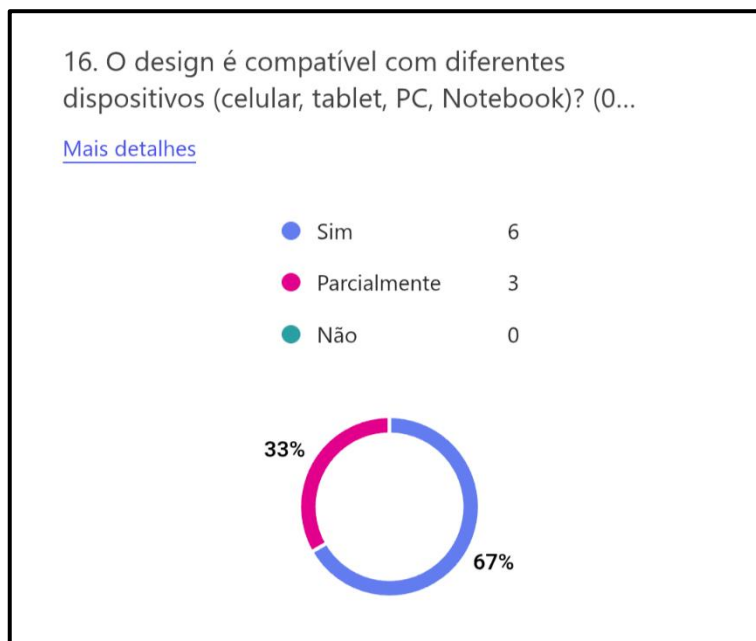
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 141 - Questões 14 e 15 do Teste de Usuário



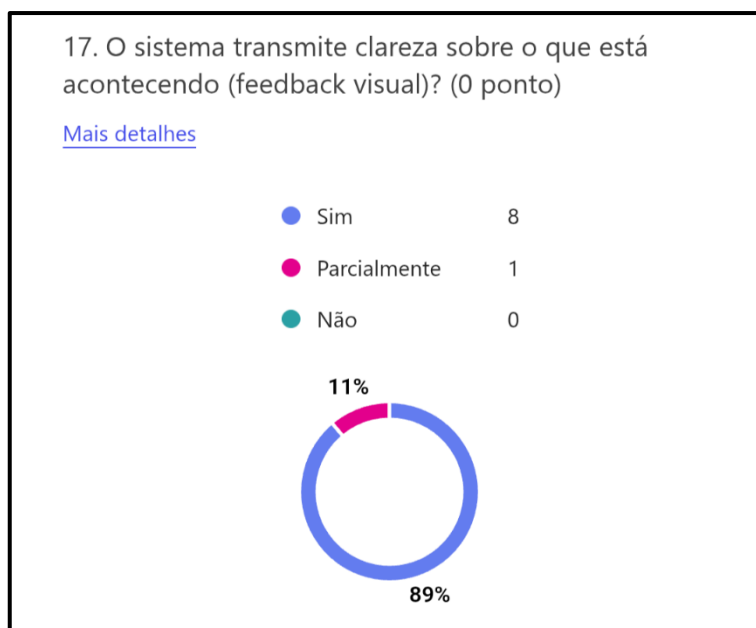
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 142 - Questão 16 do Teste de Usuário



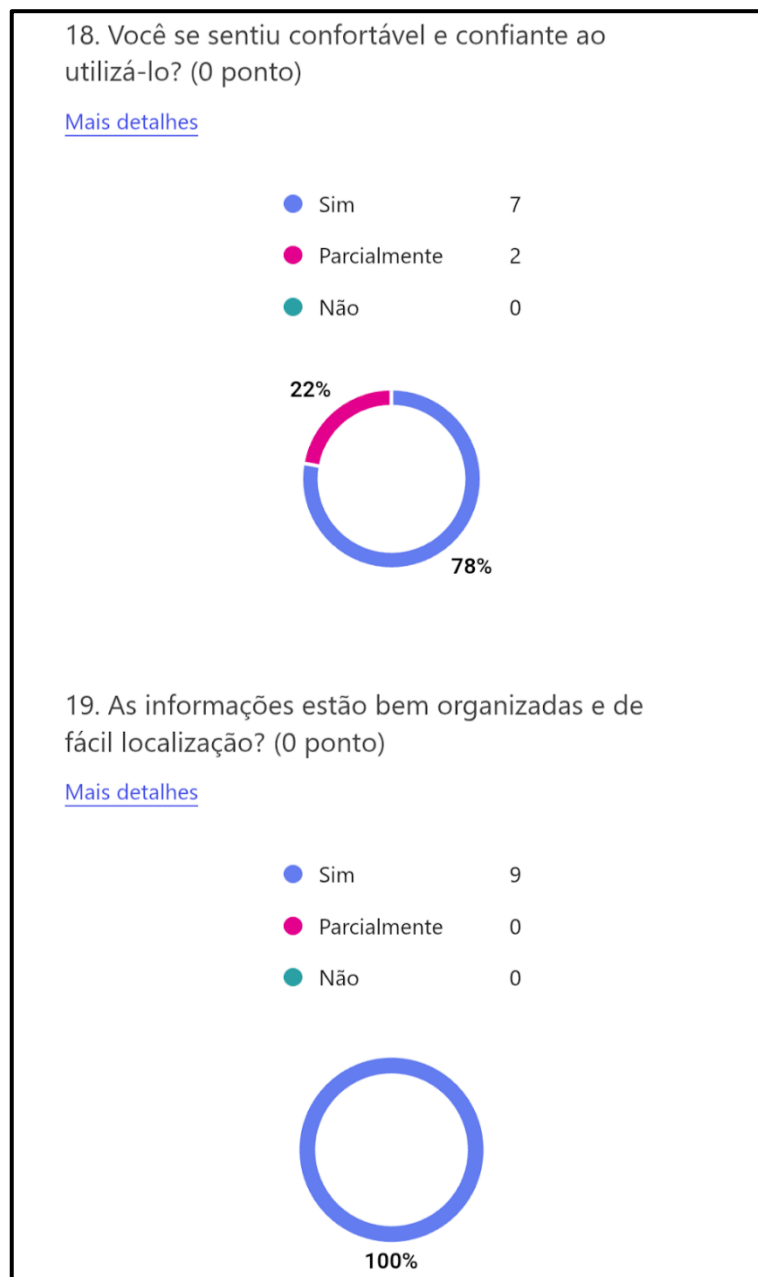
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 143 - Questão 17 do Teste de Usuário



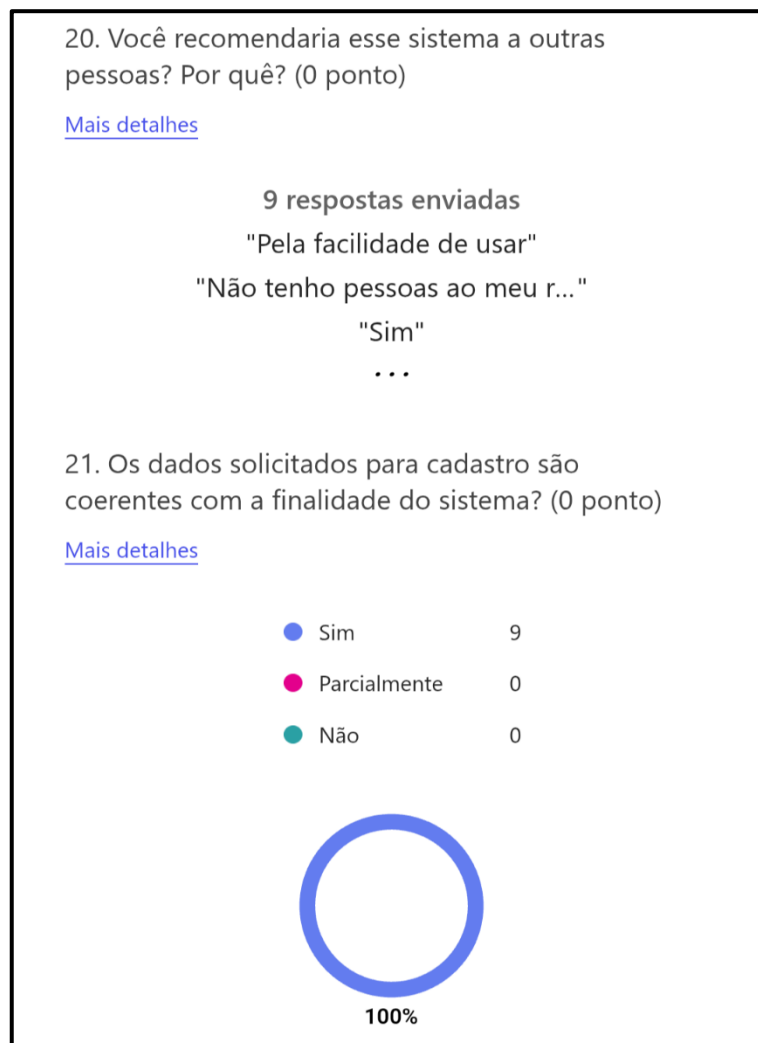
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 144 - Questões 18 e 19 do Teste de Usuário



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 145 - Questões 20 e 21 do Teste de Usuário



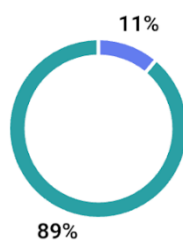
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 146 - Questões 22 e 23 do Teste de Usuário

22. Há informações pessoais desnecessárias ou invasivas sendo pedidas? (0 ponto)

[Mais detalhes](#)

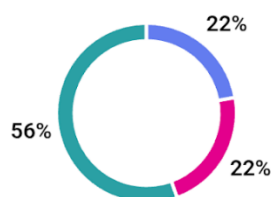
● Sim	1
● Parcialmente	0
● Não	8



23. O sistema deixa claro como os dados são utilizados ou armazenados? (0 ponto)

[Mais detalhes](#)

● Sim	2
● Parcialmente	2
● Não	5



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 147 - Questão 24 e 25 do Teste de Usuário



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 148 - Questões 26 e 27 do Teste de Usuário



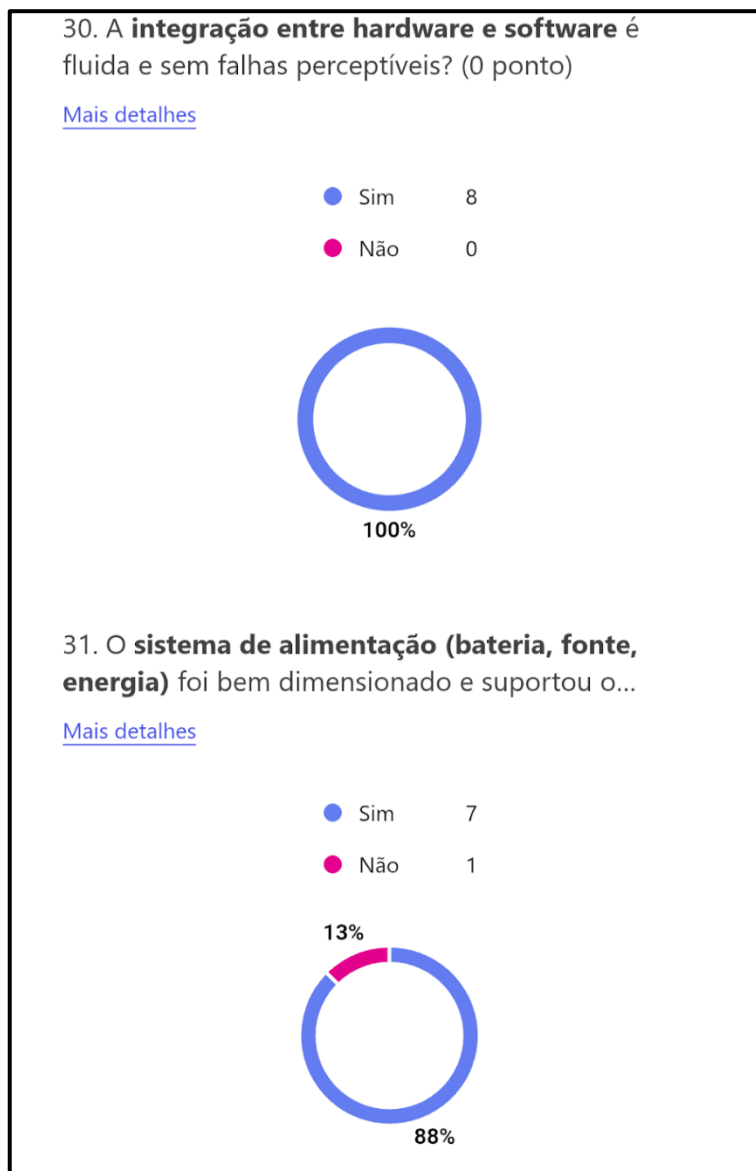
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 149 - Questões 28 e 29 do Teste de Usuário



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 150 - Questões 30 e 31 do Teste de Usuário



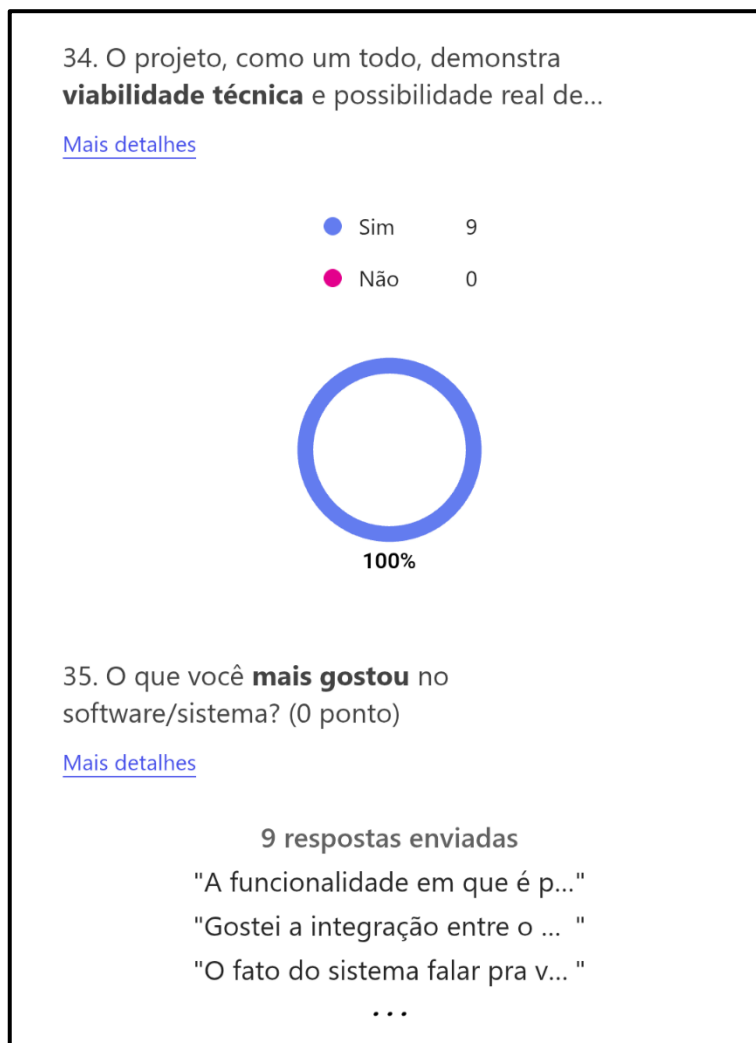
Fonte: autoria própria (2025).

Figura 151 - Questão 32 e 33 do Teste de Usuário



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 152 - Questões 34 e 35 do Teste de Usuário



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 153 - Questões 36, 37 e 38 do Teste de Usuário

35. O que você **mais gostou** no software/sistema? (0 ponto) [Mais detalhes](#)

Respostas Mais Recentes

9 Respostas

"A funcionalidade em que é possível olhar algumas info..."
 "Gostei a integração entre o protótipo físico e o aplicati..."
 "O fato do sistema falar pra você o que está acontecen..."
 ...

36. O que **menos gostou** ou acha que precisa ser aprimorado? (0 ponto) [Mais detalhes](#)

Respostas Mais Recentes

9 Respostas

"Não tem"
 "Não vi algo que precisa ser aprimorado"
 "Só não ter funcionado direito"
 ...

37. Deixe uma **sugestão específica de melhoria** para os desenvolvedores. (0 ponto) [Mais detalhes](#)

Respostas Mais Recentes

9 Respostas

"Acho que daria para melhorar a sincronização do aplic..."
 "Em relação ao aplicativo não vi nenhum ponto que po..."
 "Aumentar a bateria dos aparelhos"
 ...

38. Caso tenha **testado um protótipo físico**, descreva brevemente sua experiência com o dispositivo. (0 ponto) [Mais detalhes](#)

Respostas Mais Recentes

9 Respostas

"Ele funcionou de acordo, apenas de maneira um pouc..."
 "A conexão foi estabelecida corretamente, mas não con..."
 "Gostei bastante"
 ...

Fonte: autoria própria (2025).

9.6.1 Análise do teste de usuário

Em relação ao aplicativo *mobile*, as respostas foram majoritariamente positivas, variando de 100% a 89% de “sim” para as perguntas. Um dos apontamentos feitos para atualização é a compatibilidade com diferentes dispositivos, que teve 67% de “sim” e 33% “parcialmente”.

Outro ponto seria deixar explícita a forma de uso de dados, que contou com 56% de reprovação. Além disso, é importante possibilitar a edição de informações de forma mais destacada, assim como se atentar à segurança dessas informações.

Por fim, em relação ao protótipo físico, os resultados também foram bastante positivos, tendo como características indicadas para melhoria “aumentar a bateria dos aparelhos” e “melhorar a sincronização do aplicativo”.

10 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A acessibilidade é um direito assegurado pela Lei nº 13.146/2015, que determina a inclusão de pessoas com deficiência. No entanto, a partir das pesquisas realizadas, é possível observar a precariedade na condição dos elementos assistivos dentro das instituições. Tendo isso em vista, o *echoSense* surgiu como uma solução para parte dessa carência, uma vez que o projeto busca oferecer qualidade e adaptabilidade de forma eficaz, sem a necessidade de grandes alterações na infraestrutura dos ambientes em que for inserido.

Os desafios atuais puderam ser identificados por meio da divulgação de pesquisas de campo, nas quais 63% dos casos analisados não possuíam componentes assistivos. Desse modo, o cenário demonstra um baixo investimento durante a construção dos ambientes, exemplificado pela ausência de piso tátil, placas e mapas em braile, entre outros recursos, além da escassez de equipamentos adaptados. Assim, reforça-se a importância de soluções práticas e acessíveis que possam ser implementadas com baixo custo e alto impacto social.

Portanto, o *echoSense* é sintetizado como uma resposta rápida e acessível às exigências do mercado, por ser capaz de contribuir significativamente para a ampliação da inclusão e fortalecer o compromisso humanitário das instituições. Ao unir tecnologia e acessibilidade, o projeto evidencia que é possível oferecer autonomia e segurança às pessoas com deficiência visual. Por fim, o desenvolvimento e os testes do protótipo constataram que o dispositivo apresentou bom desempenho na detecção de obstáculos e na emissão de sinais sonoros e vibratórios, promovendo uma navegação mais intuitiva e eficiente, além de contar com 91% de aprovação pelo público geral.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas considerações finais busca-se recapitular de forma sintética os resultados da pesquisa. Fundamenta-se no próprio texto, expressando de forma sistêmica os pontos essenciais resultantes da monografia, podendo ainda constar propostas e sugestões do autor, decorrentes da pesquisa elaborada.

12 REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre a acessibilidade de pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm. Acesso em: 31 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 31 mar. 2025.

DEV MEDIA. Introdução a requisitos de software. *DevMedia*, 2019. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/introducao-a-requisitos-de-software/29580>. Acesso em: 01 abr. 2025.

REDE GLOBO. Conheça seis leis que garantem os direitos das pessoas com deficiência visual. Rede Bahia, 16 mar. 2023. Disponível em: <https://redeglobo.globo.com/redebahia/noticia/conheca-seis-leis-que-garantem-os-direitos-das-pessoas-com-deficiencia-visual.ghtml>. Acesso em: 31 mar. 2025.

SENADO FEDERAL. **Lei das cores nas bengalas é sancionada**. *Senado Notícias*, 5 ago. 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/08/05/lei-das-cores-nas-bengalas-e-sancionada>. Acesso em: 2 abr. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Biblioteca da Faculdade de Direito. Disponível em: <https://biblio.direito.ufmg.br/>. Acesso em: 02 mar. 2025.