

INSTITUTO FEDERAL EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO
CAMPUS SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E TURISMO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EM ANÁLISE E
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

ANA PAULA CAVALCANTE SANTOS	SP3072096
EDUARDO MASSARU TUTUI	SP3056945
FELIPE GUSTAVO DE LIMA SANTOS	SP3093875
GABRIEL NOGUEIRA	SP3099636
PAULO EDUARDO MARTINS	SP3095614
RAISSA SANTOS LAGES	SP3095631

PROJETO INTEGRADO: BENGALA INTELIGENTE

SÃO PAULO

2024

ANA PAULA CAVALCANTE SANTOS	SP3072096
EDUARDO MASSARU TUTUI	SP3056945
FELIPE GUSTAVO DE LIMA SANTOS	SP3093875
GABRIEL NOGUEIRA	SP3099636
PAULO EDUARDO MARTINS	SP3095614
RAISSA SANTOS LAGES	SP3095631

PROJETO INTEGRADO: BENGALA INTELIGENTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas no Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, como requisito parcial à obtenção do grau de tecnólogo em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

SÃO PAULO

2024

RESUMO

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma bengala inteligente direcionada para pessoas com deficiência visual, utilizando sensores e módulos para criar um sistema de detecção de objetos e fornecer alertas táteis e auditivos ao usuário. A proposta da bengala é servir como uma ferramenta de tecnologia assistiva, capacitando os usuários a interagir com o ambiente ao seu redor, promovendo a autonomia e estimulando a independência das pessoas afetadas pela perda total ou parcial da visão. Adicionalmente, destaca-se que este projeto tem como objetivo ser uma solução de baixo custo com um propósito social significativo. Ao buscar uma abordagem acessível e economicamente viável, busca-se democratizar o acesso à tecnologia assistiva para pessoas com deficiência visual, ampliando assim o impacto positivo desta iniciativa na sociedade. A combinação de uma tecnologia eficiente com um compromisso com a acessibilidade financeira reflete o comprometimento deste trabalho com a equidade e a inclusão, visando tornar a bengala inteligente uma ferramenta acessível para um amplo espectro de usuários.

Palavras-chave: deficiência visual; tecnologia assistiva; bengala inteligente; sistemas embarcados.

ABSTRACT

The aim of this work is to develop a smart cane aimed at visually impaired individuals, using sensors and modules to create an object detection system and provide tactile and auditory alerts to the user. The proposal of the cane is to serve as an assistive technology tool, empowering users to interact with their surrounding environment, promoting autonomy, and stimulating independence for individuals affected by total or partial vision loss. Additionally, it is highlighted that this project aims to be a low-cost solution with significant social purpose. By seeking an accessible and economically viable approach, the goal is to democratize access to assistive technology for visually impaired individuals, thus expanding the positive impact of this initiative on society. The combination of efficient technology with a commitment to financial accessibility reflects the dedication of this work to equity and inclusion, aiming to make the smart cane an accessible tool for a wide spectrum of users.

Keywords: visual impairment; assistive technology; smart cane; embedded systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Divisão por épicos para organização de entregas	24
Figura 2 – Quadros do Kanban disponibilizados no Jira	25
Figura 3 – Módulo do motor de vibração	39
Figura 4 – Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04	39
Figura 5 – Sensor Capacitivo Touch TTP223B	40
Figura 6 – Chave DIP Switch 1 Via	40
Figura 7 – Módulo Buzzer Ativo	41
Figura 8 – Protoboard de 400 furos	42
Figura 9 – Arduino Uno R3	42
Figura 10 – Módulo CN3065	43
Figura 11 – Bateria Li-Íon 3,7V 5200mAh	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo de funcionalidades trazidas pela Bengala Inteligente	22
Tabela 2 – Atribuição dos papéis para atividades de desenvolvimento da bengala	30
Tabela 3 – Atribuição dos papéis para atividades de gestão do projeto	31
Tabela 4 – Requisitos funcionais da bengala inteligente	33
Tabela 5 – Requisitos não funcionais da bengala inteligente	34
Tabela 6 – Valor dos componentes essenciais	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	CONTEXTO	12
1.2	PROBLEMA	12
1.3	SOLUÇÃO	13
1.4	OBJETIVOS	14
1.5	JUSTIFICATIVA	15
1.6	PÚBLICO ALVO	15
1.6.1	DEMOGRAFIA	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	Problematização	18
2.2	Projetos Anteriores	20
2.2.1	<i>Projeto de Equipamento Sensorial para Orientação e Mobilidade de Deficientes Visuais</i>	20
2.2.2	<i>Desenvolvimento de uma Bengala Automatizada Utilizando Arduino para Deficientes Visuais</i>	21
2.2.3	<i>Comparação de funcionalidades oferecidas</i>	21
3	GERENCIAMENTO DO PROJETO	23
3.1	Metodologias e Ferramentas de Gestão de Projeto	23
3.1.1	<i>Jira</i>	23
3.1.2	<i>Adaptação do framework Scrum</i>	24
3.1.3	<i>Kanban</i>	25
3.1.4	<i>Github e Git</i>	26
3.1.5	<i>Confluence</i>	26
3.2	Gestão da Comunicação	26
3.3	Organização das tarefas	27
3.4	Segmentação do Projeto	28
3.4.1	<i>Desenvolvimento da Bengala</i>	28
3.4.2	<i>Gestão do Projeto</i>	29
3.5	Papéis	30
3.5.1	<i>Desenvolvimento da Bengala</i>	30

3.5.2	<i>Gestão do Projeto</i>	31
4	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	32
4.1	Escopo do Projeto	32
4.1.1	<i>O que a bengala inteligente é?</i>	32
4.2	Requisitos Funcionais	32
4.3	Requisitos Não Funcionais	33
4.4	Histórias de usuário	34
4.4.1	<i>Recarregamento da Bengala</i>	35
4.4.2	<i>Resposta tátil</i>	35
4.4.3	<i>Detecção de objetos</i>	36
4.4.4	<i>Resistência à água</i>	36
4.4.5	<i>Portabilidade</i>	37
4.4.6	<i>Desligar circuito</i>	37
4.4.7	<i>Conforto</i>	38
4.5	Componentes	38
4.5.1	<i>Módulo Motor de vibração</i>	38
4.5.2	<i>Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04</i>	38
4.5.3	<i>Sensor Capacitivo Touch TTP223B</i>	39
4.5.4	<i>Chave DIP Switch</i>	40
4.5.5	<i>Módulo Buzzer Ativo</i>	41
4.5.6	<i>Protoboard</i>	41
4.5.7	<i>Microcontrolador</i>	42
4.5.8	<i>Módulo de Carregamento CN3065</i>	42
4.5.9	<i>Bateria Li-Íon 3,7V 5200mAh</i>	43
4.6	Viabilidade Financeira	43
4.6.1	<i>Organizações para Parcerias</i>	45
5	PROVA DE CONCEITO	47
5.1	Implementação da Prova de Conceito	47
5.1.1	<i>Montagem do Protótipo</i>	47
5.1.2	<i>Programação do Microcontrolador</i>	48
5.2	Testes e Validação	48
5.2.1	<i>Sensor ultrassônico</i>	48

5.2.2	<i>Buzzer Ativo</i>	49
5.2.3	<i>Motor de vibração</i>	49
5.2.4	<i>Sensor capacitivo touch</i>	49
5.2.5	<i>Chave DIP Switch</i>	50
5.3	Resultados e Considerações	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988, documento produzido com grande enfoque na instituição dos direitos humanos após o processo de redemocratização no Brasil, reforça a ampliação do acesso a serviços e informações para pessoas com deficiência através do Artigo 24. No mesmo, foi definido que uma deficiência caracteriza-se por um impedimento de longo prazo em aspectos físicos, mentais, intelectuais e/ou sensoriais, podendo afetar a participação plena de um indivíduo na sociedade. No entanto, apesar dos avanços legislativos e do reconhecimento dos direitos das pessoas com deficiência, ainda existem desafios significativos no que diz respeito à efetiva implementação dessas medidas e à garantia de igualdade de oportunidades para todos os cidadãos.

Segundo o senso levantado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2022, a dificuldade para enxergar foi a segunda mais observada na população, atingindo mais de 6 milhões de pessoas. O IBGE considera uma pessoa com deficiência aquela que apresenta muita dificuldade ou total incapacidade de realizar atividades voltadas a certos domínios funcionais, como visão, locomoção, audição, cognição, comunicação e autocuidado. Nesse sentido, uma deficiência visual é uma condição que afeta a visão de uma pessoa, total ou parcialmente, e que pode ter origem congênita ou ser adquirida ao longo da vida por meio de uma doença, lesão ou envelhecimento.

No entanto, a extensão da desigualdade transcende as barreiras físicas e sensoriais, estendendo-se de maneira preocupante para o âmbito econômico. Os dados revelam que o rendimento médio habitual de pessoas com deficiência é, em média, 31% menor do que aquele apresentado por pessoas sem qualquer tipo de dificuldade mencionada. Esse contraste entre a presença de deficiências e o impacto econômico sublinha uma disparidade significativa que impõe barreiras substanciais às oportunidades de vida, educação, emprego e participação plena na sociedade. Não obstante, os dados auferidos destacam não apenas a presença significativa dessas pessoas na população total, mas também a urgência de um olhar mais específico e direcionado para a implementação de medidas que possam superar as dificuldades únicas enfrentadas pelas pessoas com deficiência visual.

A complexa interseção entre desigualdades sociais e econômicas se torna ainda mais evidente quando consideramos as dificuldades enfrentadas pela comunidade de deficientes visuais no Brasil. Além dos desafios físicos e sensoriais diários, esses indivíduos também lutam para superar barreiras no acesso à informação, educação, cultura e oportunidades profissionais.

Embora o avanço tecnológico tenha trazido algumas melhorias, ainda há uma lacuna significativa na adaptação de conteúdos para formatos acessíveis, como a escrita em Braille ou tecnologias de leitura de tela. Como resultado, muitos deficientes visuais encontram-se excluídos de atividades fundamentais para o desenvolvimento pessoal e profissional, restringindo seu pleno engajamento na sociedade e exacerbando as desigualdades existentes.

Outro desafio é a inclusão social. A falta de conscientização da sociedade contribui para a exclusão e marginalização desses indivíduos. Assim, as pessoas com deficiência visual acabam enfrentando preconceitos, o que dificulta sua interação e participação nas atividades sociais.

O ambiente de trabalho e acesso à saúde também é afetado, já que além de haver poucas vagas específicas ou adaptadas para essas pessoas, elas podem sofrer com discriminação no ambiente de trabalho e falta de serviços especializados que limitam sua autonomia.

Por causa de todos esses desafios, as tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual estão evoluindo, marcada com avanços significativos que visam promover a autonomia e inclusão na sociedade. A exemplo disso, a bengala inteligente, com tecnologia avançada que auxilia na locomoção e percepção do ambiente ao seu redor. Ela é equipada com sensores ultrassônicos que detectam obstáculos e fornecem feedback tátil por meio de vibração para o usuário.

Essa tecnologia se propõe a melhorar a qualidade de vida das pessoas com deficiência visual que precisam da assistência, tornando-as mais independentes, capazes de se locomover sem ajuda de terceiros e promovendo sua autonomia. Desse modo, se torna necessário soluções acessíveis e eficazes, que devem ser projetadas levando em consideração suas necessidades e limitações, barreiras criadas pela falta de acessibilidade, para satisfazer o usuário.

Com isso, o crescimento da indústria de dispositivos inteligentes impulsiona o avanço de tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual, com o avanço da Internet das Coisas (IoT) e da inteligência artificial, o que torna esses dispositivos mais acessíveis, eficientes e integrados, causando um impacto positivo nas inovações na mobilidade e um compromisso com a inovação inclusiva.

Este artigo traz documentação técnica e funcional para o desenvolvimento da bengala inteligente, um dispositivo inovador desenvolvido para auxiliar a navegação e mobilidade de pessoas com deficiência visual. O nosso projeto da bengala inteligente surgiu a partir dos desafios cotidianos que as pessoas com deficiência visual precisam enfrentar.

A bengala inteligente, em termos de tecnologia assistiva, é um avanço inovador no apoio à mobilidade e à autonomia das pessoas com deficiência visual. Nesse sentido, iremos abordar mais adiante os detalhes técnicos e funcionais da bengala inteligente que está sendo desenvolvida por esta equipe a fim de promover a inclusão e facilitar o dia a dia dos usuários. A bengala integra uma variedade de tecnologias avançadas para poder identificar objetos, detectar obstáculos e fornecer orientação espacial em tempo real se baseando nos princípios de acessibilidade e usabilidade.

A bengala inteligente é projetada para permitir às pessoas com deficiência visual compreender e interagir melhor com o ambiente ao seu redor, podendo assim superar as limitações que enfrentam no cotidiano com seu uso. Com o intuito de priorizar requisitos de design que enfatizem a experiência do usuário, a equipe de desenvolvimento adotou uma abordagem centralizada no usuário.

Este documento fornece um guia completo com o objetivo de fornecer informações detalhadas sobre o design, desenvolvimento e implementação da bengala para desenvolvedores, designers e usuários finais, explorando diferentes componentes e tecnologias que foram utilizados na bengala inteligente, assim como também suas funções e aplicações práticas.

A bengala inteligente se esforça para preencher a lacuna nas soluções de mobilidade para pessoas com deficiência visual, fornecendo uma alternativa sofisticada e acessível às bengalas tradicionais. O projeto visa promover a inclusão social e a independência funcional através do estudo destas questões na população. Vamos os aspectos técnicos da bengala inteligente, bem como sua relevância nos contextos socioeconômicos e ambientais e destaca sua importância como ferramenta de capacitação e acessibilidade.

A bengala inteligente pretende melhorar a experiência de mobilidade das pessoas com deficiência visual, bem como promover a sua autonomia e inclusão social. Incorporando recursos inteligentes como detecção de obstáculos, auxílio à navegação e interação com dispositivos móveis, a bengala inteligente se destaca como uma ferramenta versátil e eficaz que atende às necessidades específicas desse público.

A importância das bengalas inteligentes vai além dos aspectos técnicos. Este é um avanço inovador em tecnologia assistiva que demonstra o potencial da inovação para transformar vidas e criar oportunidades. Combinando investigação científica, design centrado no usuário e desenvolvimento tecnológico, ela visa proporcionar experiências inovadoras e inclusivas para pessoas com deficiência visual em todo o mundo. Neste contexto, o documento procura

apresentar o projeto de forma abrangente, desde o seu conceito até à sua aplicação prática e potencial impacto na sociedade. A seguir, discutimos os desafios enfrentados pelas pessoas com deficiência visual, as soluções oferecidas pela bengala inteligente, objetivos, justificativa, público-alvo, tecnologias, arquitetura, análise competitiva e outros aspectos relacionados ao desenvolvimento e implementação deste suporte tecnológico inovador.

1.1 CONTEXTO

As bengalas inteligentes surgiram como resposta a uma série de problemas que as pessoas com deficiência visual enfrentam nas suas atividades diárias. Essas pessoas muitas vezes enfrentam barreiras físicas como móveis, escadas e obstáculos em ambientes urbanos que podem comprometer sua segurança e independência. Além disso, a falta de informações contextuais em tempo real sobre o ambiente ao seu redor pode limitar sua capacidade de navegar com confiança e eficácia. Um grande problema é que pode ser difícil identificar objetos específicos ou pontos de referência importantes na estrada, o que pode levar a situações desconfortáveis ou perigosas. A falta de feedback imediato sobre a presença de obstáculos pode ter um impacto negativo na mobilidade e na confiança destes indivíduos, afetando a sua qualidade de vida global. Outro desafio é a disponibilidade limitada de informações relevantes, como placas, cardápios de restaurantes e placas de identificação em espaços públicos. A dependência excessiva de outras fontes de tais informações pode limitar a autonomia e a independência das pessoas com deficiência visual, resultando em experiências desiguais na sociedade. O maior desafio é a lacuna entre a tecnologia existente e as necessidades reais dos utilizadores com deficiência visual. Soluções tradicionais, como bengalas e cães-guia, têm limitações no fornecimento de informações detalhadas e em tempo real sobre o ambiente circundante. É, portanto, importante colmatar esta lacuna através de abordagens inovadoras e tecnologicamente avançadas, como bengalas inteligentes que podem transformar a experiência de um indivíduo.

1.2 PROBLEMA

As pessoas com deficiência visual têm mobilidade limitada nos mais diversos ambientes. Devido à deficiência visual, essas pessoas têm dificuldade em identificar obstáculos no caminho, o que pode causar situações desconfortáveis ou perigosas. Por exemplo, lidam com obstáculos físicos, como móveis, degraus e obstáculos no ambiente urbano, como atravessar a

rua e a falta de piso tátil, que alerta mudanças de direção e presença de algum obstáculo, pois não estão presentes em muitas calçadas. Muitos possuem dependência de outra pessoa ou recursos específicos devido à acessibilidade limitada a informações, como cardápios em restaurantes ou placas de identificação. As ferramentas tradicionais, como bengalas convencionais e cães-guia têm suas próprias limitações que afetam a pessoa com deficiência visual. As bengalas convencionais não conseguem fornecer informações detalhadas sobre obstáculos no ambiente, enquanto cães-guia precisam de treinamento específico, nem todos os cães conseguem ser treinados e não são acessíveis a todos. A acessibilidade inadequada em espaços públicos e edificações representa outro problema enfrentado pelos deficientes visuais. Eles precisam de diversas adaptações para receber essas pessoas, como rampas, sinalização tátil, leitores e outros, que tornariam mais fácil circular com segurança e independentemente em locais como ruas, praças, escolas, etc. A dependência de terceiros ou ferramentas tradicionais representa mais um desafio. As pessoas com deficiência visual acabam dependendo de familiares, amigos ou profissionais de saúde para a realização de suas tarefas cotidianas, limitando sua autonomia e independência. Limitações na navegação e acesso a informações visuais aumentam o risco de acidentes e situações adversas no dia a dia por causa da falta de perceber obstáculos, sinais e informações visuais. A falta de segurança e independência na locomoção também limita a liberdade de ir e vir de maneira segura e independente também. Além disso, existem barreiras para participação na sociedade, impedindo esses indivíduos, pela falta de acessibilidade, frequentar espaços públicos, instituições educacionais, locais de trabalho e eventos culturais. A necessidade de soluções mais eficazes e inovadoras é cada vez mais premente. Portanto, há uma demanda por tecnologias acessíveis que possam oferecer soluções para os desafios enfrentados por essa comunidade. Esse reconhecimento reflete o reconhecimento crescente da importância da acessibilidade e da inclusão no desenvolvimento de produtos e serviços tecnológicos.

1.3 SOLUÇÃO

A solução proposta para os problemas enfrentados pelos deficientes visuais é a bengala inteligente, um dispositivo inovador que combina tecnologia avançada e design ergonômico para fornecer informações em tempo real. A bengala está equipada com sensores e dispositivos de rastreamento que podem identificar obstáculos, pontos de referência importantes e outras informações relevantes no ambiente circundante. A bengala inteligente usa tecnologias como sensores e outros dispositivos para coletar dados sobre seu ambiente e transmitir essas informa-

ções ao usuário por meio de feedback, de áudio ou tátil. Por exemplo, ao se aproximar de um obstáculo, o usuário pode receber uma vibração ou notificação sonora indicando a presença e localização relativa do obstáculo. Isto permite aos utilizadores aceder a informações contextuais essenciais para a segurança e autonomia, mesmo em ambientes desconhecidos ou dinâmicos. As soluções também abordam questões de acessibilidade, fornecendo uma interface intuitiva e personalizável que atende às necessidades individuais dos usuários. Controles simples permitem que os usuários interajam facilmente com o dispositivo e ajustem as configurações de acordo com suas preferências e necessidades. Por outras palavras, as bengalas inteligentes são uma solução abrangente e eficaz que melhora a qualidade de vida e promove a independência das pessoas com problemas de visão. Combinando tecnologia inovadora e design centrado no usuário, estes dispositivos têm o potencial de transformar a experiência de navegação e interação em ambientes urbanos, promovendo uma sociedade mais inclusiva e acessível.

1.4 OBJETIVOS

A bengala inteligente visa fornecer soluções abrangentes e eficazes para melhorar a mobilidade, a segurança e a independência das pessoas com deficiência visual, utilizando tecnologia de ponta para desenvolver um dispositivo que identifique obstáculos, pontos de referência importantes e outras informações relevantes do ambiente ao redor, fornecendo feedback em tempo real aos usuários.

Os principais objetivos são aumentar a segurança dos usuários, fornecendo notificações e feedback táteis ou auditivos para ajudá-los a evitar obstáculos e proporcionar uma experiência de navegação mais segura e suave em uma variedade de ambientes; aprimorar a mobilidade, fornecendo informações contextuais sobre sua localização e arredores para auxiliar na orientação em ambientes internos e externos; promover a independência, ajudando os usuários a explorar novos espaços e a realizar as atividades diárias de forma mais autônoma, reduzindo a dependência de ajuda externa; e promover a acessibilidade, fornecendo interações simplificadas e personalizadas, integrando uma interface intuitiva e personalizável que atenda às necessidades individuais dos usuários.

A bengala inteligente pretende ser uma ferramenta versátil e eficaz para pessoas com deficiência visual, fornecendo informações importantes sobre o ambiente de forma acessível e intuitiva. Ao integrar tecnologias inovadoras e um design centrado no usuário, esses dispositivos têm o potencial de ter um impacto positivo na qualidade de vida dos indivíduos e na inclusão

social.

1.5 JUSTIFICATIVA

A bengala inteligente é uma resposta inovadora e necessária aos desafios enfrentados pelas pessoas com deficiência visual, proporcionando uma solução prática e tecnologicamente avançada para aumentar a mobilidade e a independência. Em primeiro lugar, é importante aumentar a segurança e a autonomia dos deficientes visuais. Muitas pessoas enfrentam obstáculos todos os dias ao navegar em ambientes desconhecidos ou difíceis, o que pode afetar a sua confiança e limitar as suas atividades diárias. A bengala inteligente visa reduzir essas barreiras, fornecendo avisos e feedback úteis, permitindo que os usuários se movam com mais confiança e independência. Além disso, a tecnologia avançada incorporada à bengala inteligente pode oferecer uma experiência personalizada. Ao integrar sensores e dispositivos de localização de alta precisão, os dispositivos podem fornecer informações contextuais precisas sobre o ambiente ao seu redor. Isto não só melhora a mobilidade, mas também permite que os usuários naveguem mais facilmente em novos espaços. Outra razão importante para a criação de uma bengala inteligente é a importância da acessibilidade e da inclusão. Num mundo cada vez mais digital e tecnológico, é importante garantir que as pessoas com deficiência visual tenham igualdade de acesso a oportunidades e facilidades. Estes dispositivos podem ajudar a reduzir as barreiras à acessibilidade física e promover a participação ativa na sociedade. Também oferece uma abordagem inovadora para o desenvolvimento de tecnologia assistiva. Integrando hardware avançado com software inteligente e interfaces personalizáveis, esses dispositivos são um passo importante na criação de soluções mais eficientes e centradas no usuário. Finalmente, as bengalas inteligentes têm o potencial de impactar positivamente a qualidade de vida das pessoas com deficiência visual, promovendo maior independência, segurança e inclusão social. Ao abordar os desafios reais que estas comunidades enfrentam, este projeto demonstra o papel transformador da tecnologia na promoção da igualdade de oportunidades e na melhoria da qualidade de vida para todos.

1.6 PÚBLICO ALVO

A cada cinco segundos, uma pessoa em todo o mundo fica com deficiência visual. A pesquisa vem do projeto da Organização Mundial da Saúde (OMS), Relatório Mundial sobre

Deficiência 2010 e Visão 2020 (um plano para acabar com a cegueira evitável até 2020). 90% de todos os casos de cegueira ocorrem em países em desenvolvimento e subdesenvolvidos. Segundo dados do IBGE de 2010, mais de 6,5 milhões de pessoas no Brasil sofrem com problemas de visão. Destes, 528.624 pessoas são cegas. 6.056.654 pessoas têm um problema grave permanente de visão (baixa visão ou visão subnormal). Outros 29 milhões de pessoas relataram ter problemas de visão persistentes mesmo quando usavam óculos ou lentes de contato. 23,9% (45,6 milhões de pessoas) da população total do Brasil relatam ter algum tipo de deficiência, sendo a mais comum a visão, afetando 3,5% da população. Em seguida estão os problemas motores (2,3%), intelectuais (1,4%) e auditivos (1,1%). A bengala inteligente é voltada para pessoas com deficiência visual que desejam mais independência e segurança em suas atividades diárias. O dispositivo foi projetado especificamente para pessoas com vários graus de deficiência visual, desde baixa visão até cegueira total. O público-alvo também são cuidadores, familiares e profissionais que prestam assistência a pessoas com deficiência visual. Esses indivíduos desempenham um papel fundamental no suporte e no uso correto da bengala inteligente, ajudando a integrar a tecnologia na vida diária dos usuários. Também é oportuno destacar instituições e organizações que lidam com o bem-estar e a inclusão de pessoas com deficiência visual. Estas organizações podem colaborar no desenvolvimento, teste e implementação da bengala inteligente para garantir que o dispositivo atenda às necessidades específicas da comunidade. Por fim, a bengala inteligente é direcionada a desenvolvedores, pesquisadores e profissionais de tecnologia assistiva interessados em soluções inovadoras para promover acessibilidade e inclusão. Estas partes interessadas desempenham um papel importante no desenvolvimento e disseminação da tecnologia para um público mais vasto.

1.6.1 DEMOGRAFIA

O público-alvo da bengala inteligente inclui uma ampla gama de pessoas com deficiência visual que procuram soluções tecnológicas inovadoras para melhorar a sua qualidade de vida e liberdade de movimento. Este grupo inclui pessoas de todas as idades, desde jovens estudantes até idosos com dificuldade de locomoção diária devido à deficiência visual. Além disso, o grupo demográfico pode incluir pessoas com vários graus de deficiência visual, desde cegueira total até visão parcial, e abranger uma vasta gama de necessidades e preferências de tecnologia de apoio. Ela foi projetada para acessar e se adaptar a uma variedade de condições visuais, fornecendo suporte e recursos personalizados para atender às necessidades específicas

de cada usuário. Ela também pode agradar aos pais e responsáveis de crianças com deficiência visual que procuram uma solução inovadora para promover a independência e segurança dos seus entes queridos. Estes indivíduos desempenham um papel crítico na implementação e aceitação de tecnologias de apoio e têm um impacto direto na procura e aceitação da bengala no mercado. O grupo demográfico também pode incluir profissionais de saúde e terapeutas que trabalham com pessoas com deficiência visual para recomendar e integrar soluções tecnológicas eficazes nos seus programas de reabilitação e apoio. Esses especialistas desempenham um papel fundamental na divulgação e utilização de tecnologias assistivas na comunidade de saúde. A demografia também inclui organizações e instituições que trabalham para garantir a inclusão e acessibilidade dos deficientes visuais. Estas organizações incluem escolas especializadas, centros de reabilitação, associações para deficientes visuais e ONGs que procuram promover soluções tecnológicas inovadoras aos seus membros e comunidades. A bengala inteligente também pode ser adotada por órgãos governamentais e agências reguladoras que buscam implementar políticas de acessibilidade e inclusão para deficientes visuais. A unidade desempenha um papel importante na criação de um ambiente para a inovação e a utilização de tecnologias de apoio a um nível social mais amplo. Outro grupo demográfico importante são os desenvolvedores de tecnologia, engenheiros e pesquisadores que trabalham para melhorar a acessibilidade e a inclusão por meio de soluções inovadoras. Estes especialistas desempenham um papel fundamental no desenvolvimento, melhoria e implantação de tecnologias de apoio, como bengalas inteligentes, e impulsionam a inovação em tecnologia acessível. Além do público-alvo designado, a Bengala Inteligente também pode atrair investidores e empreendedores interessados em apoiar iniciativas de impacto social e tecnológico. O potencial de mercado e o impacto positivo na vida das pessoas com deficiência visual fazem da bengala inteligente uma oportunidade atraente para investimento e desenvolvimento de negócios focados na acessibilidade e inclusão. Dito isto, a demografia da bengala inteligente é diversificada e inclui uma variedade de partes interessadas, desde deficientes visuais até profissionais médicos, organizações, agências governamentais, desenvolvedores de tecnologia e investidores. O interesse e a aceitação das bengalas inteligentes são motivados pela necessidade de soluções inovadoras e acessíveis para melhorar a qualidade de vida das pessoas com deficiência visual e incluí-las nos diversos setores da sociedade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Problematização

A ocupação do ser humano no contexto social rege-se de diversas atividades rotineiras que agregam propósito e significado à vida. Elas são divididas em três grupos principais, sendo: Atividades de Vida Diária (AVD), Atividades Instrumentais de Vida Diária (AIVD), Sono e descanso, Trabalho, Brincar, Lazer, Participação social e Educação (ASSOCIATION, 2015). Desde a manutenção de necessidades vitais à realização pessoal em contextos familiares, educacionais e profissionais, esses compromissos podem variar em priorização e grau de importância a cada indivíduo. Contudo, fatores socioeconômicos, ambientais e relações interpessoais desempenham um papel influente quanto à realização dessas atividades para a continuidade de uma vida equilibrada e saudável.

Historicamente, é possível observar que o grau de disponibilidade de ferramentas para realização de tarefas ocupacionais é resultado de uma desigualdade de oportunidades entre diferentes grupos sociais. Neste sentido, ao focalizar a lente em pessoas com deficiência, a disparidade social relativa à inclusão em atividades diárias mostra-se ainda mais latente.

Nesse contexto, o uso de Tecnologia Assistiva assume uma relevância ainda maior, tornando-se uma abordagem crucial para minorar as barreiras funcionais específicas da deficiência visual. O termo refere-se a um arsenal de equipamentos, recursos e estratégias voltados à potencialização das habilidades práticas de pessoas com deficiência (ZEN *et al.*, 2023), facilitando ou possibilitando a atuação em diversas atividades ocupacionais. Os elementos da Tecnologia Assistiva visam facilitar a execução das atividades cotidianas de maneira mais independente, reduzindo a dependência e promovendo uma participação mais ativa. Isso permite um desempenho aprimorado, especialmente para aqueles que enfrentam desafios relacionados à deficiência física e/ou visual, como destacado por (NEVES *et al.*, 2021).

No contexto de sistemas computacionais, a implementação de tecnologias assistivas requer acessibilidade a fim de permitir a usabilidade, garantindo o propósito do sistema. Em outras palavras, para que as funcionalidades possam ser aproveitadas em sua totalidade por usuários, é necessário que o usuário possa interagir com a interface sem obstáculos ou barreiras (SILVA; JUNQUEIRA, 2010).

Entretanto, mesmo com o desenvolvimento de ferramentas que buscam melhorar a experiência de pessoas com deficiência no que tange à interação com o espaço físico e social,

ainda existem lacunas para a devolução de autonomia a esses indivíduos. Uma dificuldade apresentada na expansão de tecnologias assistivas voltadas à inclusão dessas pessoas reside-se no fato de que a maioria dos desenvolvedores, projetistas e designers não possuem problemas na visão. Assim, quando as necessidades específicas dessa parcela de usuários não são levadas em consideração ao longo do processo de desenvolvimento e testes, é possível que o projeto afaste-os como potenciais utilizadores do sistema. Portanto, a não-inclusão desse grupo acaba retroalimentando a sua exclusão em atividades diárias.

Por outro lado, a abordagem de tecnologias assistivas voltadas a pessoas com deficiência visual pode ficar bastante concentrada na questão da usabilidade de aplicações e interfaces acessíveis, entretanto, nota-se a ausência de projetos voltados à inclusão desse grupo também no ambiente espacial. Uma revisão de escopo realizada por (ZEN *et al.*, 2023) possui o propósito de analisar pesquisas recentes em termos de Tecnologia Assistiva voltada à interação de usuários para obter uma visão ampla da área. Após a análise e filtragem consecutiva de artigos produzidos sobre o uso de Tecnologias Assistivas no contexto de Inteligência da Informação, constatou-se que menos de 5% dos trabalhos produzidos possuíam enfoque de auxiliar Orientação e Mobilidade com o uso de TAs.

Outrossim, a experiência interativa para com o ambiente ao redor é bastante diferente entre pessoas com alguma dificuldade visual e indivíduos sem nenhum obstáculo para enxergar. Apesar da Lei da Acessibilidade, Nº 10.098, publicada no ano 2000, preconizar normas e critérios básicos para garantir a acessibilidade de pessoas com deficiência também em espaços urbanos, ela só pode ser cobrada em construções posteriores ao seu estabelecimento. Dessa forma, embora proponha sinalização sonora, guia, cores e iluminações, uma boa área do espaço arquitetônico não está abrangendo as normas estabelecidas.

A Lei 10.098 foi reforçada com parâmetros de acessibilidade que devem ser aplicados em edificações através do manual da ABNT 9050 em 2004. Todavia, um estudo realizado por (NEVES *et al.*, 2021) mostra a análise de diversos elementos em uma instituição educacional situada em Belém - PA. Os resultados delineiam obstáculos que pessoas com deficiência, sobretudo visual e motora, encontram nesses espaços. Dentre as características observadas, notam-se a ausência de mapa tátil, ruas desniveladas, calçadas altas, pinturas apagadas e cores sem contraste.

Dado o exposto, fica evidente que o ambiente urbano não é totalmente adequado para que pessoas com deficiência visual possam se locomover com segurança e independência. Essa hostilidade do espaço arquitetônico, somada à ausência de pesquisas voltadas ao uso

de tecnologias assistivas no auxílio desse grupo, fortalecem a oportunidade de desenvolver ferramentas para devolver autonomia a esses indivíduos pouco favorecidos por políticas de acessibilidade e inserção no meio social. É nesse contexto em que se torna importante o desenvolvimento de novos recursos, com o auxílio da tecnologia, visando fomentar a inclusão e assegurar que os indivíduos com limitações visuais tenham paridade de acesso e oportunidades no contexto urbano.

2.2 Projetos Anteriores

Na história da literatura, podemos encontrar exemplos de projetos semelhantes que surgiram no ambiente acadêmico, abordando propostas similares em relação à expansão de tecnologias assistivas. No entanto, é notável a falta de continuidade do desenvolvimento desses recursos ao longo do tempo, o que se reflete na escassez de produtos disponíveis para atender às necessidades do público-alvo. Essa lacuna persistente, seja através do mercado convencional ou de iniciativas assistenciais, evidencia um desafio significativo na área.

Dentre os projetos encontrados em pesquisas e revisões bibliográficas, destaca-se o uso recorrente de tecnologias como sensores ultrassônicos e motores de vibração acoplados a microcontroladores com chip ATmega328. Esses componentes são frequentemente empregados como funcionalidade principal em dispositivos e sistemas desenvolvidos para abordar questões específicas, como acessibilidade, autonomia e segurança.

A frequente utilização desses componentes em projetos com o propósito de identificar objetos deve-se, principalmente, pelo baixo custo das peças, disponibilidade no mercado e eficiência. No artigo produzido por Lima et. al (2015), no qual os autores descrevem o processo de desenvolvimento de uma bengala automatizada, foram apresentadas outras opções de componentes avaliadas e a justificativa da escolha para cada categoria. Assim, 1

2.2.1 Projeto de Equipamento Sensorial para Orientação e Mobilidade de Deficientes Visuais

O projeto de equipamento sensorial (ALMEIDA; RIGOLON, 2016), para o Bacharelado em Engenharia Eletrônica, enfoca-se em um projeto de equipamento sensorial para orientação e mobilidade de deficientes visuais. O objetivo da ferramenta é identificar obstáculos acima da linha da cintura do usuário. Nesse sentido, conta com a utilização de um sensor ultrassônico HC-SR04, um motor de vibração de celular e um microcontrolador acoplados próximo à

palma da mão.

O modo de vibração do projeto apresentado por Almeida e Rigolon alterna-se a depender da distância do objeto. A vibração é intermitente e torna-se mais frequente conforme o usuário se aproxima do obstáculo. Assim, o dispositivo transmite níveis diferentes de sensibilidade para o usuário.

Todavia, não houve indicação de como o protótipo foi energizado. Os autores descreveram um caso de teste no qual o dispositivo foi utilizado diante de uma caixa grande de MDF como protótipo. Assim, com linhas medidas no chão, verificou-se que a distância estava sendo mensurada corretamente e, portanto, o motor de vibração emitia os sinais esperados. Contudo, não foi mencionado o uso de nenhuma bateria ou fonte de energia externa para manter o circuito energizado. Portanto, a ausência de informações sobre a fonte de energia utilizada para alimentar o dispositivo sensorial apresentado pelos autores pode indicar uma limitação significativa em relação à viabilidade prática do protótipo. Sem uma fonte de energia definida, a portabilidade e autonomia do dispositivo podem ser comprometidas, dificultando sua utilização no dia a dia por parte dos usuários.

2.2.2 Desenvolvimento de uma Bengala Automatizada Utilizando Arduino para Deficientes Visuais

Similarmente, o trabalho refere-se a um protótipo de uma bengala automatizada (COSTA *et al.*, 2020), com o propósito de identificar objetos na altura do peito e do solo. Assim, conta com dois sensores ultrassônicos na extensão da bengala que detectam objetos entre 30cm até 200cm, de forma que um buzzer emite um alarme sonoro mais intenso conforme a distância detectada pelos sensores diminui.

Apesar do microcontrolador ser alimentado por uma bateria de 9V, não há a possibilidade de recarregar o modelo de forma convencional através de uma fonte de energia externa. Embora exista a possibilidade de ligar e desligar a bengala através de uma chave, ampliando a vida útil da bateria, a necessidade de repor as baterias torna o projeto pouco prático no cotidiano.

2.2.3 Comparação de funcionalidades oferecidas

Os trabalhos desenvolvidos na área anteriormente exploram a possibilidade de utilização de sensores com o propósito de alertar usuários com deficiência visual, melhorando a interação com o meio ambiente. Dessa forma, o presente projeto busca explorar e desenvolver

diferentes funcionalidades integradas num único aparelho com o propósito de aumentar o potencial de uso da bengala inteligente.

A Tabela 1 apresenta um comparativo das funcionalidades oferecidas pela Bengala Inteligente em relação a dois outros projetos acadêmicos apresentados anteriormente, produzidos por (ALMEIDA; RIGOLON, 2016) e (COSTA *et al.*, 2020). A revisão desses trabalhos mostrou que é possível desenvolver a bengala inteligente e promover um auxílio na vida de pessoas que pertencem ao público alvo deste projeto.

Tabela 1 – Comparativo de funcionalidades trazidas pela Bengala Inteligente

Funcionalidades	Bengala gente	Inteli- RIGOLON e AL- MEIDA (2016)	COSTA <i>et.</i> <i>al.</i> (2020)
Bateria	X		X
Vibração	X	X	
Identificação de obstáculos na altura do peito	X	X	X
Identificação de obstáculos na altura do solo	X		X
Sons	X		X
Reconhecimento de toque	X		
Recarregamento	X		
Desligar a bengala	X		X

Fonte: elaborada pelos autores.

Assim, dado o exposto, evidencia-se que a bengala inteligente traz funcionalidades úteis que aumentam a utilização prolongada da bengala e fornece uma experiência completa ao usuário. A integração de diferentes tipos de alertas, reconhecimento do toque do usuário, identificação de objetos em diferentes alturas, recarregamento da bengala para aumentar a vida útil e desligamento do sistema são exemplos de funcionalidades que ampliam significativamente a utilidade e a conveniência deste dispositivo assistivo.

3 GERENCIAMENTO DO PROJETO

Ao iniciar o desenvolvimento de um novo projeto, é primordial definir um plano com etapas estabelecidas a fim de alcançar os objetivos gerais. Nesse sentido, a organização de prazos, o levantamento de compreensão dos papéis ocupados por cada integrante dentro da equipe, a designação de tarefas e a gestão de entregas constituem aspectos fundamentais para garantir um projeto final robusto e completo. Portanto, definir ferramentas e metodologias para guiar o gerenciamento desses aspectos mostra-se relevante para manter um progresso contínuo e sem conflitos.

3.1 Metodologias e Ferramentas de Gestão de Projeto

Com o propósito de manter entregas constantes e estabelecer um acesso fácil a todos os aspectos do projeto, decidiu-se utilizar as ferramentas fornecidas pela Atlassian devido às funcionalidades ofertadas e, sobretudo, pela centralização das informações e integração entre as diferentes plataformas. As plataformas são gratuitas para equipes com até dez membros, promovendo um alto custo-benefício ao grupo.

3.1.1 Jira

O Jira foi estabelecido como a principal maneira de organizar e designar tarefas entre os integrantes do grupo. Por promover a possibilidade de visualizar itens pendentes em linhas do tempo, segmentar entregas semanais em tarefas atômicas e fornecer uma visão unificada de tudo que está pendente, em progresso ou concluído, a plataforma facilita a gestão eficiente do fluxo de trabalho.

Além disso, a ferramenta permite que a equipe crie campos personalizados para atender às necessidades do projeto, acesse diferentes dashboards e utilize filtros para visualizações de diferentes aspectos do projeto. Com relatórios e métricas detalhadas, o Jira também oferece dados sobre o progresso do projeto, ajudando a identificar áreas de melhoria e de sucesso, auxiliando a tomar decisões informadas para impulsionar o sucesso do projeto.

Por fim, o Jira oferece recursos adicionais, como a atribuição de prazos, a adição de descrições detalhadas às tarefas e a possibilidade de anexar arquivos relevantes, como documentos ou imagens. Isso contribui para uma comunicação mais eficiente entre os membros da equipe e auxilia na documentação do processo de desenvolvimento.

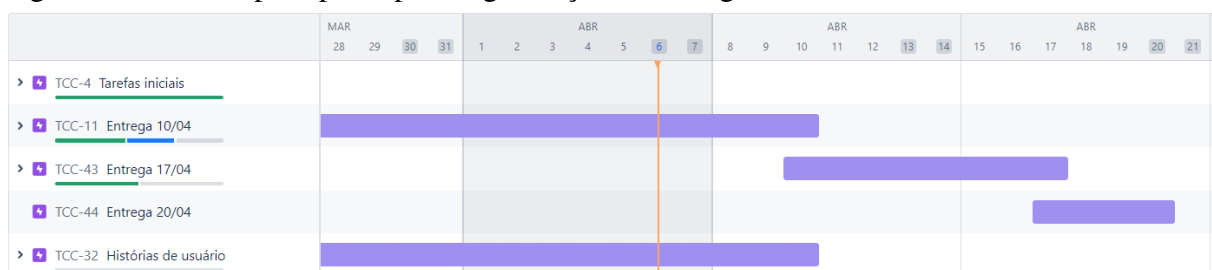
3.1.2 Adaptação do framework Scrum

O framework Scrum, conhecido por sua agilidade e flexibilidade, foi adaptado para se adequar ao contexto específico do projeto, levando em consideração a disponibilidade dos integrantes do grupo. Ao invés de adotar sprints com períodos de tempo fixos, decidiu-se estabelecer o ritmo de trabalho com base nos dias em que ocorrem as entregas em sala de aula. Essa abordagem permite uma melhor sincronização das atividades com o calendário acadêmico, garantindo que todas as tarefas estejam concluídas a tempo para as avaliações.

Embora as aulas aconteçam semanalmente, as entregas podem ser espaçadas por períodos maiores, a depender do calendário acadêmico. Assim, optamos por agrupar todas as atividades necessárias para alcançar o objetivo da próxima entrega, independentemente do intervalo de tempo entre elas. Essa estratégia permite uma alocação mais eficiente de tempo e recursos, pois é possível focar nas tarefas mais relevantes e críticas para o avanço do projeto. Além disso, ao definir as sprints baseadas em entregas, viabiliza-se conversas com o professor durante as aulas anteriores à apresentação com o propósito de tirar dúvidas, refinar detalhes e coletar feedbacks sobre o andamento do projeto.

No Jira, utilizamos a divisão por épicos para organizar e priorizar as diversas etapas e funcionalidades do projeto. Essa categorização nos permite visualizar de forma clara e detalhada todas as atividades que precisam ser realizadas até a data limite estabelecida. Com isso, podemos planejar e executar as tarefas de forma estratégica, mantendo o foco no cumprimento dos objetivos e na entrega bem-sucedida do projeto. Ademais, cada tarefa, sub-tarefa e história pode ser designada aos integrantes.

Figura 1 – Divisão por épicos para organização de entregas



Fonte: elaborada pelo autor.

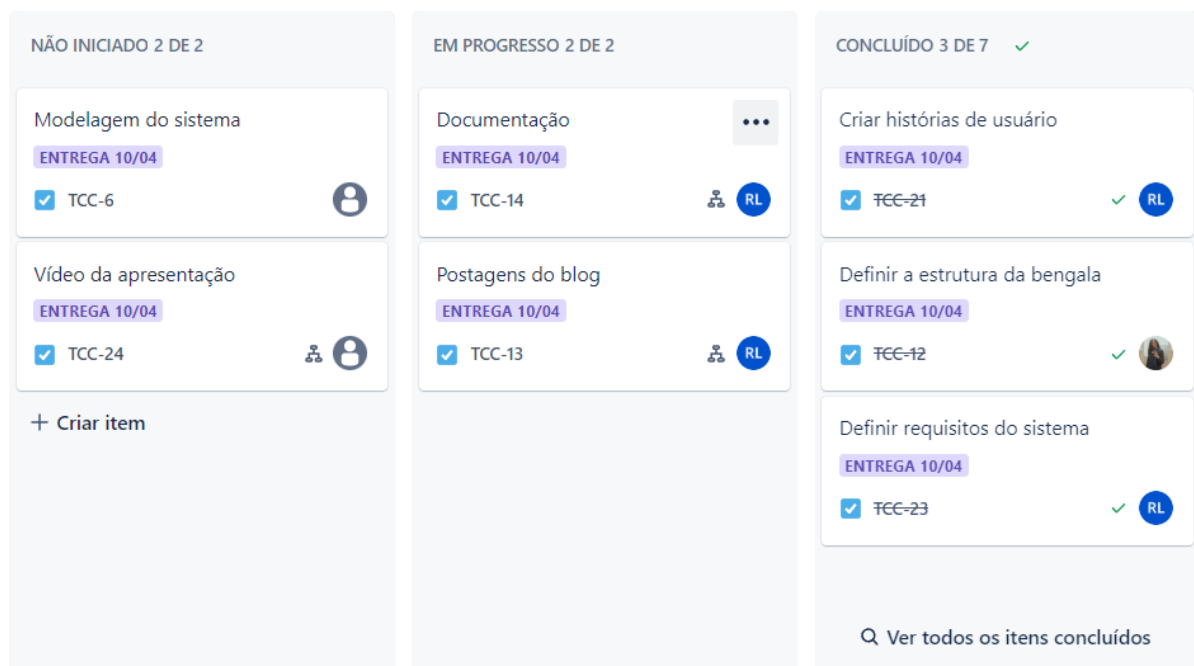
3.1.3 Kanban

No contexto do projeto, a ferramenta de administração de produção Kanban foi adotada para facilitar o gerenciamento visual das tarefas, prioridades e fluxo de trabalho da equipe. O Kanban é uma metodologia ágil que se baseia em quadros visuais divididos em colunas que representam diferentes estágios do processo de trabalho. Cada tarefa é representada por um cartão, que é movido pelas colunas conforme progride no fluxo de trabalho.

No presente projeto, a ferramenta Kanban foi implementada utilizando o Jira, uma plataforma que oferece recursos específicos para a criação e personalização de quadros Kanban. Esses quadros podem ser adaptados de acordo com as necessidades da equipe, permitindo a definição de colunas correspondentes aos estágios específicos do processo de desenvolvimento de software, como "A fazer", "Em andamento" e "Concluído". A atualização das tarefas nos quadros é refletida instantaneamente quando o estado do trabalho é atualizado, evitando duplicação de itens em diferentes lugares.

A exibição dos itens nos quadros pode ser filtrada por épicos, mostrando a situação das tarefas de cada entrega, e também pode ser agrupada por épico, sub-tarefa ou responsável. Essas funcionalidades disponibilizadas pela plataforma Jira facilitam o acompanhamento do progresso do projeto e permitem uma visão clara e organizada das atividades em andamento.

Figura 2 – Quadros do Kanban disponibilizados no Jira



Fonte: elaborada pelo autor.

3.1.4 Github e Git

O GitHub, uma plataforma de hospedagem de arquivos baseada no sistema de versionamento Git, é uma ferramenta amplamente reconhecida e adotada pela comunidade de desenvolvimento de software. Sua popularidade se deve à sua capacidade de gerenciar alterações e facilitar a colaboração entre equipes de desenvolvimento. Para o projeto, a escolha do GitHub foi natural, uma vez que todos os membros já possuíam familiaridade com a plataforma.

O Git, por sua vez, é um sistema de versionamento distribuído que permite que os membros de um projeto clonem o repositório, realizem alterações localmente e abram solicitações para mesclar essas mudanças na versão principal existente no repositório. Uma das principais vantagens do Git é sua capacidade de lidar com conflitos de maneira eficiente, permitindo que os desenvolvedores resolvam discrepâncias entre diferentes versões do código sem comprometer a estabilidade do projeto.

Além disso, o Jira oferece integração com o GitHub. Isso significa que cada tarefa pode ser associada a uma nova branch ou commit no repositório, permitindo uma correlação direta entre o gerenciamento do projeto e o trabalho realizado pelo grupo de desenvolvimento.

3.1.5 Confluence

Por fim, o Confluence foi utilizado como uma ferramenta para centralizar o acesso à informação, de forma que documentos importantes possam ser facilmente visualizados na página inicial do Jira. Ele serve como um repositório onde documentos importantes, como requisitos do projeto, especificações técnicas de componentes e links de referência, são armazenados e facilmente acessíveis a todos os membros da equipe.

Além disso, o Confluence possibilita a criação de páginas personalizadas e estruturadas de acordo com as necessidades do projeto. Isso permite que a equipe colabore na elaboração de documentos, adicione comentários, faça edições e revisões em tempo real. O acesso compartilhado auxilia na inclusão dos membros da equipe dentro das principais decisões do projeto.

3.2 Gestão da Comunicação

A gestão da comunicação é uma peça fundamental para o sucesso de qualquer projeto, pois envolve tanto a disseminação de informações dentro da equipe quanto a interação com

as partes externas interessadas no projeto, como professores e colegas. Nesse contexto, foram utilizadas três ferramentas para viabilizar a interação entre esses dois públicos: o aplicativo de mensagens instantâneas WhatsApp para o diálogo entre a equipe, o blog para a publicação de atualizações acerca do projeto e um canal no YouTube para registro de apresentações e progresso do repositório.

O blog, por ser uma plataforma pública facilmente acessível, é ideal para compartilhar informações e atualizações sobre o projeto com um público mais amplo. Nele, são compartilhadas atualizações sobre o andamento do projeto, planos de execução, desafios enfrentados pela equipe, mudanças de planos e objetivos alcançados. Além disso, o blog proporciona uma oportunidade promover a transparência no desenvolvimento do projeto, tanto para o professor avaliador quanto para alunos que estejam buscando por referências. As postagens são atualizadas semanalmente, com um resumo do que foi feito ao longo da semana por todos os integrantes, decisões tomadas, dificuldades observadas e o planejamento futuro do trabalho.

Por outro lado, foi criado um grupo no WhatsApp como canal de comunicação interna assíncrona, utilizado para facilitar a troca rápida de mensagens entre os membros da equipe. Por ser uma plataforma de mensagens instantâneas, amplamente utilizada por todos os integrantes, o aplicativo permite uma comunicação ágil e direta, sendo útil para coordenar tarefas pendentes no Jira, discutir ideias, resolver problemas urgentes, manter todos os membros atualizados, informar sobre decisões e definir os próximos passos. Além disso, por ser acessível através de aplicativo mobile, via web e aplicação desktop, a comunicação torna-se mais conveniente aos membros.

A comunicação síncrona é realizada ao longo da semana, durante os encontros na faculdade, para resolver questões maiores e sensíveis acerca do projeto. Devido ao fato das rotinas dos integrantes serem divergentes por incompatibilidade de horário, reuniões tornam-se menos frequentes e são realizadas durante os finais de semana. Assim, a comunicação pelo grupo no WhatsApp e a atualização das tarefas no Jira tornam-se imprescindíveis.

3.3 Organização das tarefas

Em vez de atribuir responsabilidades específicas a cada integrante, foi optada a adoção de uma abordagem mais flexível, na qual todos os membros da equipe têm a oportunidade de contribuir em diferentes aspectos do projeto. A decisão foi fomentada pela prática de manter o código coletivo da metodologia ágil Extreme Programming (XP), que incentiva toda a equipe a conhecer todas as partes do sistema em vez de centralizar atribuições em integrantes específicos.

Essa decisão foi tomada visando promover uma maior colaboração e um ambiente de trabalho mais inclusivo, no qual todos possam aprender e se desenvolver em diversas áreas. Além disso, essa abordagem permite que a equipe se adapte mais facilmente às mudanças de escopo e prioridades. Por fim, a escolha também foi adotada como uma estratégia para mitigar o risco de dependência excessiva de um único membro da equipe em uma área específica, reduzindo assim o impacto potencial caso um integrante decida deixar o projeto.

Ao permitir que todos os integrantes tenham experiência em várias áreas, também estamos capacitando-os a serem mais versáteis e preparados para lidar com desafios diversos que possam surgir ao longo do desenvolvimento do projeto.

Apesar disso, garantir que existam pessoas acompanhando cada etapa do projeto é fundamental para uma gestão de todos os aspectos do projeto, garantindo sua conclusão dentro do prazo estabelecido, mantendo a qualidade do trabalho realizado e fornecendo um suporte aos integrantes. Essa atribuição de responsabilidades não implica em limitar o conhecimento ou participação dos demais membros da equipe, mas sim em criar uma estrutura de suporte e organização que facilite a gestão eficiente das tarefas e a tomada de decisões ao longo do projeto.

3.4 Segmentação do Projeto

O projeto foi segmentado em duas vertentes principais: o desenvolvimento da bengala e a gestão do projeto. Cada uma dessas áreas foi subdividida em categorias específicas, designando um ou mais integrantes para supervisionar o cumprimento de prazos, estabelecer as tarefas necessárias para cada entrega e monitorar o progresso geral.

3.4.1 Desenvolvimento da Bengala

Esta vertente concentra-se na concepção, design e implementação da bengala inteligente. Envolve a seleção e integração dos componentes eletrônicos, testes e validações do sistema, desenvolvimento do software embarcado, entre outras atividades relacionadas diretamente à criação da bengala inteligente.

- **Modelagem física:** Refere-se à criação de modelos físicos, protótipos e desenhos técnicos da bengala inteligente. Abrange as decisões de design do produto, questões de ergonomia, usabilidade e integração dos componentes eletrônicos no produto final.
- **Seleção e teste dos componentes:** Envolve a escolha dos componentes eletrônicos que

serão utilizados na bengala inteligente, levando em consideração requisitos de desempenho, custo, disponibilidade e compatibilidade. Além disso, compreende teste e validação dos componentes para garantir que atendam aos requisitos do projeto.

- **Desenvolvimento do software embarcado:** Refere-se ao desenvolvimento do código que irá operar a bengala, incluindo a configuração dos componentes, processamento dos dados concebidos pelos sensores e implementação de funcionalidades específicas.
- **Montagem do circuito:** Esta etapa envolve a montagem física dos componentes eletrônicos na bengala inteligente, incluindo a soldagem de componentes em placas de circuito, conexão de fios e cabos, e montagem de outros elementos necessários para o funcionamento do sistema eletrônico.
- **Documentação:** Consiste na elaboração de registros detalhados de todas as etapas do projeto, desde a definição inicial das especificações da bengala até a documentação final do produto. Isso inclui a definição do escopo do projeto, a documentação das decisões de design, a descrição dos requisitos funcionais e não funcionais, apresentação da arquitetura do sistema e criação de manuais de usuário.

3.4.2 *Gestão do Projeto*

A vertente de gestão do projeto engloba uma série de tarefas secundárias essenciais para o bom andamento e organização das atividades relacionadas ao desenvolvimento da bengala inteligente. Nesta área, as atividades são paralelas ao desenvolvimento e incluem postagens no blog, edição de vídeos, gerenciamento do canal no YouTube, formatação dos documentos em LaTeX, apresentação de slides e gestão geral do projeto.

- **Blog:** Compreende as funções de criar, manter e postar frequentemente as atualizações no blog, incluindo todas as atividades realizadas pela equipe. Envolve a comunicação com a equipe para entender o que foi feito e sintetizar o progresso, mudanças de planos e reuniões nas postagens para comunicar à audiência externa acerca do avanço do projeto.
- **Edição dos vídeos e gestão do canal no YouTube:** Envolve a produção, edição e postagem dos vídeos produzidos ao longo do projeto no canal do YouTube. Engloba os vídeos de apresentação do projeto, demonstração da bengala e evolução de commits no repositório do GitHub.
- **LaTeX:** Integra a padronização e formatação adequada dos documentos produzidos a respeito da bengala inteligente, incluindo desenho da aplicação, documentos de pesquisa e

especificação do sistema. Esse segmento inclui o uso de normas voltadas à produção de textos acadêmicos estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

- **Apresentação de slides:** Trata-se da área relacionada à criação dos slides necessários para as apresentações de cada etapa do projeto, seguindo o modelo proposto pela instituição de ensino. Inclui a leitura, compreensão e sintetização dos documentos produzidos como base para o desenvolvimento do projeto.
- **Gestão geral do projeto:** Relaciona-se ao acompanhamento das tarefas do projeto, supervisão das métricas no Jira, divisão equilibrada de trabalho entre os integrantes e acompanhamento dos gastos do projeto. O propósito é gerenciar o andamento das atividades como um todo, garantindo que tudo tenha sido feito a cada entrega.

3.5 Papéis

Considerando as duas vertentes principais do trabalho e suas sub-tarefas, atribuímos a uma ou mais pessoas a responsabilidade de gerenciar as atividades relacionadas a cada área específica. Para determinar quantas pessoas seriam necessárias por setor, o grupo estabeleceu critérios com base no grau de dificuldade e importância para o projeto, a fim de mitigar riscos futuros.

Dessa forma, embora todos os integrantes possam participar de várias atividades, foi definido quais ocupariam os papéis de gerenciamento em cada área do projeto. Essa distribuição de responsabilidades visa garantir uma gestão eficaz e focada em cada aspecto essencial do trabalho.

3.5.1 Desenvolvimento da Bengala

Tabela 2 – Atribuição dos papéis para atividades de desenvolvimento da bengala

Atividades	Ana Paula	Eduardo	Felipe	Gabriel	Paulo	Raissa
Modelagem física		X	X			
Seleção e teste dos componentes				X		X
Desenvolvimento do software				X	X	X
Montagem do circuito		X		X	X	
Documentação	X					X

Fonte: elaborada pelos autores.

3.5.2 *Gestão do Projeto*

Tabela 3 – Atribuição dos papéis para atividades de gestão do projeto

Atividades	Ana Paula	Eduardo	Felipe	Gabriel	Paulo	Raissa
Blog						X
Edição de vídeos e YouTube		X				
LaTeX	X					
Slides			X			
Gestão geral						X

Fonte: elaborada pelos autores.

4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A etapa de desenvolvimento do projeto desempenha um papel abrangente, contudo, extremamente crucial para a transformação de ideias em aplicações práticas, como definição do escopo do projeto, histórias de usuários, requisitos funcionais e não funcionais, definição de tecnologias e estabelecimento da arquitetura do modelo. Um estabelecimento robusto desses aspectos, ainda na etapa inicial do desenvolvimento, evita conflitos de requisitos no futuro ou impossibilidade de implementação do projeto devido à falta de clareza no escopo do projeto.

4.1 Escopo do Projeto

A bengala inteligente é uma ferramenta de TA que busca auxiliar usuários com deficiência visual a se locomover com mais independência e autonomia pelo espaço. O acoplamento de um microcontrolador e diferentes sensores na bengala fornecem ao usuário uma maior noção do ambiente, a fim de devolver capacidades funcionais prejudicadas no campo da visão.

4.1.1 *O que a bengala inteligente é?*

- Uma ferramenta de assistência para pessoas com deficiência visual, projetada para melhorar a mobilidade e a independência.
- Capaz de detectar obstáculos sólidos e outros elementos do ambiente que possam representar riscos à segurança.
- Equipada com sensores que fornecem feedback tátil ou auditivo ao usuário, permitindo uma navegação mais eficiente e segura.
- Projetada para ser leve, fácil de usar e confortável durante o uso prolongado.
- Voltada para garantir uma longa duração da bateria.

4.2 Requisitos Funcionais

Requisitos funcionais em sistemas embarcados definem as funcionalidades específicas que o sistema deve realizar, levando em conta as limitações de recursos do hardware. Dessa forma, estabelece as funcionalidades que a bengala fornece ao usuário e como o processamento de dados captados por sensores devem ser tratados.

Tabela 4 – Requisitos funcionais da bengala inteligente

Referência	Nome	Descrição
RF01	Identificação de objetos	A bengala deve ser capaz de detectar objetos sólidos, como paredes, móveis ou obstáculos, a uma distância de pelo menos um metro em relação aos sensores.
RF02	Altura de objetos	A bengala deve conseguir identificar objetos em diferentes alturas, desde o solo até o peito.
RF03	Deteção em ambientes escuros	A bengala deve ser capaz de identificar objetos independentemente da iluminação do local.
RF04	Modo de vibração	A intensidade da vibração deve variar de acordo com a distância do objeto identificado, de forma que a vibração aumente conforme a distância diminui.
RF05	Diferença entre os modos de vibração	A alternância de intensidade deve ser perceptível ao usuário.
RF06	Recarregamento da bengala	A bengala deve ser recarregável.
RF07	Indicador de carga completa	Deve existir um sinal sonoro na bengala para indicar que a bateria foi completamente recarregada.
RF08	Desligamento	A bengala deve possuir um interruptor/botão para que seja desligada.
RF09	Indicador de desligamento	Deve existir um sinal sonoro na bengala para indicar que a bengala foi desligada.
RF10	Alarme sonoro para caso de perda	A bengala deve possuir um sensor touch no apoio de mão que, ao não reconhecer mais toque durante um certo período de tempo, ative um alarme sonoro para alertar o usuário acerca da localização.

Fonte: elaborada pelos autores.

4.3 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais se concentram em qualidades do sistema além das funcionalidades diretas. Isso pode incluir restrições de desempenho, consumo de energia pela bengala, latência de resposta, especificações técnicas, compatibilidade entre componentes e tamanho do conjunto de hardware.

Tabela 5 – Requisitos não funcionais da bengala inteligente

Referência	Nome	Descrição
RNF01	Tempo de vibração	O tempo entre a detecção de um objeto e o alarme através do motor de vibração não pode ser superior a um segundo.
RNF02	Tempo de detecção	A detecção dos objetos deve ocorrer em tempo real.
RNF03	Precisão	A identificação de objetos deve ser precisa e confiável, sem falsos positivos ou negativos.
RNF04	Integração ergonômica	Os componentes e módulos devem ser integrados na bengala de forma discreta.
RNF05	Entrada do carregador	A entrada para recarregar a bengala deve ser do tipo micro USB.
RNF06	Proteção contra sobrecarga	A recarga não deve oferecer riscos à bateria ou ao usuário, devendo existir uma proteção contra superaquecimento ou sobrecarga.
RNF07	Autonomia de bateria	A bateria deve durar, no mínimo, 8 horas entre cada recarga.
RNF08	Resistência da entrada	A entrada do carregador deve ser resistente e fixa na estrutura da bengala.
RNF09	Conforto	A bengala deve possuir apoio de mão e ponteira.
RNF10	Distribuição do peso	O peso da bengala deve ser distribuído ao longo da extensão ou estar concentrado próximo ao apoio de mão.
RNF11	Informações na bengala	Todas as informações, como o indicador de ligado/desligado, devem estar escritas em Braille.

Fonte: elaborada pelos autores.

4.4 Histórias de usuário

Histórias de usuário são projetadas para capturar requisitos de forma simples e compreensível. Cada história de usuário descreve uma funcionalidade do sistema do ponto de vista do usuário final, fornecendo contexto sobre o que precisa ser feito e por que é importante. Essas histórias são essenciais para manter o foco nas necessidades dos usuários durante todo o ciclo de desenvolvimento, ajudando a equipe a priorizar e planejar suas atividades de forma eficaz. Ao descrever os requisitos em termos de histórias de usuário, as equipes podem garantir que estão construindo as funcionalidades certas para satisfazer as necessidades reais dos usuários finais.

O processo de desenvolver as histórias permite que a equipe possa visualizar os

requisitos em termos práticos. Ademais, a elaboração de critérios de aceitação para cada requisito auxilia o processo de teste e validação das funcionalidades, uma vez que define em termos práticos o que deve ser alcançado para que o desenvolvimento seja considerado bem-sucedido.

4.4.1 Recarregamento da Bengala

Como usuário, preciso que recarregar a bengala seja um processo simples e conveniente, garantindo sua prontidão para uso sempre que necessário e evitando que fique inutilizada devido à falta de carga.

Critérios de Aceitação:

- O processo de recarga deve ser simples e intuitivo, exigindo apenas uma conexão fácil entre a bengala e a fonte de energia, como um cabo USB ou um adaptador de energia.
- A bengala deve possuir uma entrada para um cabo simples de ser encontrado no mercado, como micro USB, USB-C ou USB.
- Deve haver um indicador sonoro que informe ao usuário quando a bateria estiver completamente carregada, para garantir que o processo de recarga seja concluído com sucesso.
- O tempo necessário para recarregar a bateria da bengala deve ser razoável e adequado para o uso diário, evitando longos períodos de espera para que o dispositivo esteja pronto para uso novamente.
- O conector da bengala deve ser resistente, a fim que suporte múltiplas conexões e desconexões ao longo do tempo sem entortar, quebrar, afundar ou parar de funcionar.
- O processo de recarga deve ser seguro e protegido contra sobrecarga, curto-circuito ou superaquecimento, para evitar danos à bateria ou riscos para o usuário durante o carregamento.
- A bateria da bengala deve ter autonomia e durar, ao menos, 8 horas entre cada recarga.

4.4.2 Resposta tátil

Como usuário, desejo que a vibração da bengala forneça uma resposta tátil que indique a distância dos objetos dos quais estou me aproximando.

Critérios de Aceitação:

- Quando um objeto estiver a uma distância segura, a vibração da bengala deve ser suave e contínua.

- À medida que o usuário se aproxima de um objeto, a intensidade ou frequência da vibração deve aumentar gradualmente, indicando a proximidade.
- Quando o usuário estiver a uma distância perigosa ou muito próxima do objeto, a vibração deve ser forte e intermitente, alertando-o para uma possível colisão.
- A resposta tátil da bengala deve ser clara e compreensível, permitindo que o usuário interprete facilmente a distância dos objetos ao seu redor.

4.4.3 Detecção de objetos

Como usuário, preciso que a bengala possa identificar objetos à frente para que eu permaneça seguro.

Crítérios de Aceitação:

- A bengala deve ser capaz de detectar objetos sólidos, como paredes, móveis ou obstáculos, a uma distância segura de pelo menos um metro à frente do usuário.
- A bengala deve conseguir identificar objetos em diferentes alturas.
- A identificação de objetos deve ser precisa e confiável, evitando falsos positivos ou negativos.
- Quando um objeto for detectado, a bengala deve fornecer um alerta imediato ao usuário, seja por meio de vibração, som ou outro meio de feedback sensorial.
- A detecção de objetos deve ocorrer em tempo real, permitindo que o usuário reaja rapidamente para evitar colisões ou acidentes.
- A bengala deve ser capaz de identificar objetos em diferentes condições de iluminação, garantindo sua eficácia tanto durante o dia quanto à noite.
- O sistema de identificação de objetos deve ser integrado de forma discreta e ergonômica à bengala, sem comprometer sua funcionalidade ou conforto para o usuário.

4.4.4 Resistência à água

Como usuário, gostaria que a bengala fosse resistente à água para que eu possa sair com ela mesmo com chuva.

Crítérios de Aceitação:

- Os materiais utilizados para construir a bengala devem ser resistentes à água e que não absorvam umidade.

- Os componentes elétricos (incluindo microcontrolador, componentes e fios) devem estar armazenados em um recipiente vedado.

4.4.5 Portabilidade

Como usuário, gostaria que a bengala fosse leve e fácil de usar, para que não seja exaustivo manter o uso por um longo período de tempo.

Critérios de Aceitação:

- A bengala deve possuir dimensões similares às de outras bengalas encontradas no mercado.
- A bengala deve ser leve o suficiente para que não seja cansativo utilizá-la e mantê-la inclinada durante o uso.

4.4.6 Desligar circuito

Como usuário, desejo poder desligar a bengala para que não permaneça desnecessariamente ligada enquanto não estiver sendo utilizada.

Critérios de Aceitação:

- A bengala deve possuir um mecanismo de desligamento fácil, como um interruptor físico ou um botão de desligamento.
- O botão ou interruptor de desligamento deve ser mapeado na bengala de forma tátil, utilizando braille ou outra indicação tátil.
- Quando desligada, a bengala não deve consumir energia da bateria para garantir uma vida útil prolongada da mesma.
- O desligamento da bengala deve ser confirmado por meio de um indicador sonoro para garantir que o usuário saiba quando a bengala está realmente desligada.
- O processo de ligar e desligar a bengala deve ser rápido e conveniente, sem a necessidade de procedimentos complicados ou demorados.
- O mecanismo de desligamento deve ser robusto e confiável, com um design que evite desligamentos acidentais durante o uso normal da bengala.
- O desligamento da bengala não deve afetar negativamente outras funcionalidades ou operações da mesma, garantindo uma transição suave entre os estados ligado e desligado.

4.4.7 Conforto

Como usuário, preciso que a bengala seja confortável durante o uso de forma que os componentes eletrônicos adicionais não a tornem mais desconfortável que uma bengala analógica comum.

Critérios de Aceitação:

- O peso da bengala deve ser distribuído ao longo da extensão ou estar concentrado próximo à mão do usuário, para que não exija muito torque durante a utilização.
- A bengala deve possuir apoio de mão e ponteira.
- A adição dos componentes não pode ocupar um espaço excessivo no corpo da bengala.

4.5 Componentes

É fundamental considerar uma variedade de fatores ao escolher os elementos que comporão o projeto. Além da disponibilidade das peças no mercado, é essencial avaliar o valor e o desempenho de cada componente dentro do propósito funcional da bengala.

4.5.1 Módulo Motor de vibração

O motor de vibração está integrado a um módulo que conta com dois pinos de alimentação e um de entrada. Esse design permite que o módulo receba uma tensão variável, ajustando assim a intensidade da resposta vibratória do motor conforme necessário.

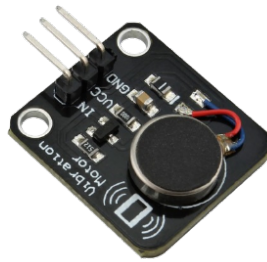
Com capacidade para alcançar até 9000 rotações por minuto (RPM), o motor é responsável por gerar a sensação de vibração percebida pelo usuário. Essa característica torna o módulo ideal para controlar a resposta tátil do usuário com base na detecção de obstáculos próximos.

A operação do módulo é simples: ele recebe uma tensão de até 5V na porta digital para ativar o motor. Além disso, é possível controlar a frequência da vibração por meio do envio de pulsos rápidos para o módulo pela porta digital.

4.5.2 Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04

O sensor ultrassônico, parte integrante da bengala inteligente, desempenha uma função essencial ao detectar a distância entre o usuário e os objetos circundantes. Essa capacidade

Figura 3 – Módulo do motor de vibração



Fonte: Mercado Livre

permite fornecer um feedback preciso sobre a localização e proximidade dos obstáculos. Este modelo de sensor destaca-se pela sua acessibilidade e possui um alcance efetivo de até quatro metros de distância em relação aos objetos detectados.

Figura 4 – Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04



Fonte: RoboCore

4.5.3 *Sensor Capacitivo Touch TTP223B*

O sensor capacitivo touch, localizado na área de aderência da bengala inteligente, oferece uma interação intuitiva para o usuário. Ao detectar o toque, a bengala permanece no mesmo estado normal de funcionamento, detectando obstáculos e vibrando. No entanto, caso o sensor não detecte nenhum toque por um período determinado, ele ativará um alarme sonoro, permitindo que o usuário encontre a bengala ou a desligue caso tenha sido deixada ligada inadvertidamente.

Sensores de toque funcionam como uma chave, de forma que ativem um circuito elétrico e permitam o fluxo da corrente caso algum toque seja identificado.

Sensores capacitivos suportam múltiplos toques em sua região de contato e não exigem pressão aplicada para a detecção do toque, similar às telas de dispositivos móveis. Dessa maneira, são ideais para o propósito de apenas identificar se existe presença da mão

humana.

Figura 5 – Sensor Capacitivo Touch TTP223B



Fonte: Mercado Livre

4.5.4 Chave DIP Switch

O componente Chave DIP Switch 1 Via é responsável por controlar as funcionalidades da bengala inteligente, permitindo ao usuário ligar e desligar os recursos de acordo com suas necessidades. Com a simples alteração da posição da chave, é possível ativar ou desativar as funções da bengala de forma conveniente.

É um componente que controla o circuito de forma fácil e de baixo custo, além de se adequar melhor ao projeto em relação a um botão por conta da possibilidade de identificar, pelo toque, se a chave está na posição ligada ou desligada.

Figura 6 – Chave DIP Switch 1 Via



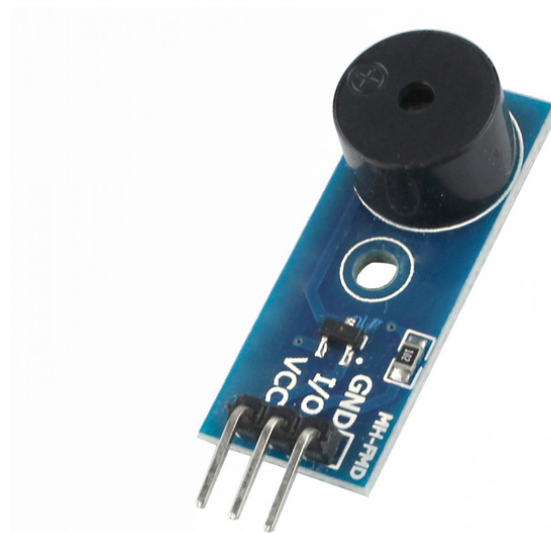
Fonte: Eletronik LV

4.5.5 Módulo Buzzer Ativo

O buzzer ativo desempenha um papel crucial na bengala inteligente ao ser o componente responsável pela emissão sonora, importante como meio de resposta ao usuário com algum grau de deficiência visual. Ele fornece alertas ao usuário quando o sensor de toque não recebe sinais após algum tempo, aprimorando a experiência de uso com a bengala. Seu som nítido e audível garante que informações importantes sejam transmitidas de forma clara e eficaz.

A preferência ao buzzer ativo justifica-se pela simplicidade de uso e pela ausência de necessidade de emitir diferentes frequências. Similar ao som emitido por microondas, a resposta do buzzer ativo acontece quando o módulo é energizado com uma tensão de até 5V. Dessa forma, não existe a necessidade de especificar o seu funcionamento de forma detalhada no código.

Figura 7 – Módulo Buzzer Ativo

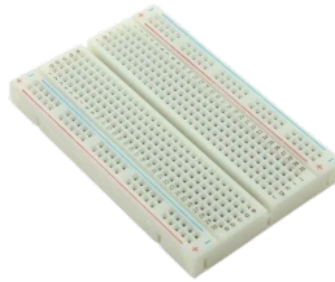


Fonte: A2 Robotics

4.5.6 Protoboard

A protoboard é um elemento fundamental na construção da bengala inteligente, oferecendo um ambiente flexível e seguro para a conexão dos componentes eletrônicos. Com sua matriz de furos e trilhas condutoras, a protoboard permite a prototipagem e teste dos circuitos de forma prática e versátil, sem necessidade de soldagem. É nesse espaço que os componentes são interligados e ajustados, proporcionando um ambiente propício para o desenvolvimento e aprimoramento da bengala inteligente.

Figura 8 – Protoboard de 400 furos



Fonte: Mercado Livre

4.5.7 Microcontrolador

A placa Uno R3 é o componente-chave da bengala inteligente, responsável pelo controle e processamento das funcionalidades do dispositivo. É uma peça fundamental para que os sensores consigam ser gerenciados de maneira eficiente.

O modelo Uno é equipado com várias portas digitais e analógicas, além de possuir um tamanho compacto, facilitando a montagem de circuitos com integração de diferentes módulos.

Figura 9 – Arduino Uno R3



Fonte: Fábrica de Bolso

4.5.8 Módulo de Carregamento CN3065

Este módulo permite o carregamento de baterias Li-Íon ou Li-Po através de energia solar ou corrente elétrica com um conector micro USB. Além disso, permite que a bateria possa energizar o microcontrolador de forma segura, uma vez que possui proteção contra sobrecarga e superaquecimento.

Figura 10 – Módulo CN3065



Fonte: AliExpress

4.5.9 Bateria Li-Íon 3,7V 5200mAh

A escolha da bateria foi feita considerando o tempo de uso da bateria, dado a corrente elétrica exigida pelos componentes, quanto pela compatibilidade com o módulo de carregamento. Assim, a bateria pode durar bastante tempo e, ainda, energizar todos os módulos do circuito.

Figura 11 – Bateria Li-Íon 3,7V 5200mAh



Fonte: Mercado Livre

4.6 Viabilidade Financeira

O sucesso de um projeto social não se mede apenas pelo impacto que ele gera na comunidade-alvo, mas também pela sua capacidade de se manter ao longo do tempo, sem depender exclusivamente do financiamento dos fundadores. Nesse contexto, a viabilidade financeira de nosso projeto assume um papel fundamental, pois buscamos criar um modelo sustentável que permita a continuidade das atividades sem gerar despesas ou desperdícios.

Logo, é de suma importância analisar o valor mínimo para a criação da bengala, considerando inicialmente o custo dos materiais, para nortear as possíveis formas de expansão

da bengala para o público alvo.

Primeiramente, é importante destacar que o frete não foi incluído nos custos de produção devido à existência prévia de algumas peças, as quais não tiveram seus preços para entrega registrados. Ainda assim, esses componentes foram incluídos na relação de valores para compra das peças.

Além disso, o tempo desempenhou um papel crucial na construção do projeto. Dada a importância de iniciar os testes e cumprir os prazos estabelecidos, priorizamos a compra dos materiais na mesma loja, buscando adquirir a maior quantidade possível de itens em um único local. Essa abordagem não apenas reduziu o tempo de entrega, mas também nos permitiu garantir que todos os componentes chegassem juntos, facilitando o início das atividades de teste.

Para um projeto em escala real, a aquisição de itens em grande quantidade e a diversificação dos fornecedores podem ainda mais otimizar os custos. Com a compra em alta escala, é possível obter descontos significativos e negociar preços mais vantajosos. Além disso, ao ter diferentes distribuidores, podemos explorar opções de compra mais econômicas, fretes gratuitos a partir de valores mínimos na compra e reduzir ainda mais os custos totais dos componentes.

O preço dos itens do protótipo ficou R\$148,40 para a produção do componente eletrônico da bengala. Nesse cálculo, foi desconsiderado o valor do frete, uma vez que alguns integrantes do grupo já possuíam certas peças que serviram para o desenvolvimento do trabalho, então não é possível incluir o valor para a entrega desses itens.

Considerando todos esses aspectos, foi levantada uma relação dos valores reais de todos os componentes. O preço dos itens que não precisavam ser comprados foi estimado através da mesma loja utilizada para a compra dos sensores restantes para o projeto, como a protoboard, microcontrolador, fios e módulo de carregamento, que já haviam sido adquiridos anteriormente.

O valor total dos itens para a produção do componente eletrônico da bengala foi de R\$148,40, demonstrando um investimento inicial acessível para o desenvolvimento do projeto. Com a possibilidade de expansão para um projeto em escala real, a aquisição de itens em grande quantidade e a diversificação dos fornecedores oferecem oportunidades adicionais para otimizar os custos e garantir a sustentabilidade financeira a longo prazo.

Tabela 6 – Valor dos componentes essenciais

Componente	Valor (R\$)
Microcontrolador UNO R3 com cabo USB	37,50
Bateria Li-Íon 3,7V 5200	29,90
Módulo Carregamento CN3065	18,90
Módulo Buzzer Ativo 5V	4,90
Chave DIP Switch 1 Via	2,50
Módulo Sensor Touch Capacitivo TTP223B	2,90
Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04 (2x)	25,80
Módulo Motor de Vibração	10,90
Fios encapados 0,75mm (2m de extensão)	4,20
Protoboard 400 Pontos	10,90

Fonte: elaborada pelos autores.

4.6.1 Organizações para Parcerias

Introduzir parcerias estratégicas é fundamental para impulsionar a divulgação e distribuição das bengalas inteligentes para pessoas com deficiência visual. A iniciativa busca estabelecer colaborações com organizações não governamentais e entidades do setor público, com o objetivo duplo de ampliar o alcance do projeto e garantir recursos financeiros para sua continuidade e expansão. Essas parcerias não apenas possibilitam o oferecimento das bengalas para o público alvo, mas também abrem oportunidades para arrecadação de fundos, viabilizando a compra de componentes e custeando o desenvolvimento contínuo da tecnologia.

- **Centro de Apoio ao Deficiente Visual (CADEVI):** Organização sem fins lucrativos, fundada em 1984, com o propósito de auxiliar jovens e adultos que perderam a visão através da reintegração na sociedade. Nesse contexto, estreitar uma parceria com o CADEVI auxiliaria na distribuição da bengala entre pessoas que precisam de um auxílio especial para reaprender uma nova maneira de interagir com o espaço circundante.
- **Laramara:** Organização sem fins lucrativos, fundada em 1991, voltada a ações assistenciais com o intuito de promover vínculos sociais e desenvolver a autonomia dos indivíduos em diversas faixas etárias. Assim, através de atividades oferecidas a pessoas com deficiência visual, essa parceria torna-se benéfica pois a bengala pode passar a se tornar uma

ferramenta utilizada no processo de desenvolvimento integral desse grupo.

- **Fundação Dorina Nowill:** Organização sem fins lucrativos com atuação na sociedade através de projetos sociais, produção de mídias físicas e digitais para pessoas com deficiência visual e consultoria de acessibilidade para empresas. Reconhecida por sua atuação na produção de mídias acessíveis e projetos sociais, a Fundação Dorina Nowill desempenha um papel fundamental na promoção da inclusão de pessoas com deficiência visual. Estabelecer uma parceria com a Fundação Dorina Nowill não apenas fortaleceria o projeto, mas também poderia abrir portas para colaborações em projetos de acessibilidade e consultoria, ampliando o impacto e a eficácia do nosso trabalho.
- **Secretaria Municipal da Pessoa com Deficiência (SMPED):** Criada em 2007 pela Lei Nº 14.659 em São Paulo, a SMPED tem sido uma importante parceira na promoção de políticas públicas de inclusão e acessibilidade. A Fundação Dorina Nowill já teve projetos financiados pela SMPED, o que evidencia a possibilidade de estabelecer uma colaboração para viabilizar financeiramente o desenvolvimento das bengalas inteligentes. Ao unir esforços com a SMPED, é possível aproveitar recursos públicos e auxílio financeiro para ampliar o alcance do projeto e beneficiar um maior número de pessoas com deficiência visual na comunidade.

5 PROVA DE CONCEITO

A Prova de Conceito (POC) é um estágio crucial no desenvolvimento de qualquer projeto tecnológico. Ela consiste em uma fase dedicada a demonstrar a viabilidade e eficácia de uma ideia ou conceito inicial, fornecendo evidências tangíveis de que o projeto pode ser implementado com sucesso. Em essência, uma Prova de Conceito é uma espécie de teste preliminar, no qual protótipos ou modelos simplificados são criados e avaliados. Seu objetivo principal é validar a funcionalidade principal do conceito proposto, identificando potenciais desafios técnicos, explorando soluções alternativas e determinando a viabilidade do projeto em um contexto real.

5.1 Implementação da Prova de Conceito

Para realizar a Prova de Conceito da Bengala Inteligente, foi desenvolvido um protótipo inicial que integra todos os principais componentes do sistema. Isso incluiu a montagem física da bengala com os sensores e transdutores necessários, bem como a programação do microcontrolador para controlar o comportamento do dispositivo em resposta aos dados dos sensores.

5.1.1 Montagem do Protótipo

A montagem do protótipo envolveu a conexão dos sensores capacitivo de toque e ultrassônico no microcontrolador, de forma que eles pudessem captar dados de toque humano e da localização de objetos em relação ao sensor, garantindo uma demonstração prática para a detecção de obstáculos e interações táteis.

Além disso, foi integrado um módulo de buzzer para fornecer alertas sonoros ao usuário, bem como o motor de vibração para a indicação tátil ao usuário.

O circuito foi energizado diretamente pela bateria, ambos conectados entre si através do módulo de gerenciamento de energia. Com isso, tornou-se possível demonstrar a funcionalidade de recarregar através de uma fonte externa, bem como evitar sobrecargas durante a demonstração.

Por fim, a chave switch demonstrou a interrupção da corrente sendo conectada a um LED, de forma que possibilitou o controle mecânico acerca da luz estar acesa ou não.

5.1.2 Programação do Microcontrolador

Utilizando um microcontrolador Arduino, foi desenvolvida a lógica de controle para processar os dados dos sensores e acionar os transdutores conforme necessário. Isso envolveu a configuração dos pinos de entrada e saída, a leitura dos dados dos sensores e a implementação de algoritmos para tomada de decisão com base nessas informações.

Os dados captados pelo sensor capacitivo são utilizados como critério para acionar o buzzer, proporcionando uma resposta audível quando ocorre um toque. Essa escolha foi deliberada em consonância com o propósito central da bengala no que se refere à funcionalidade do sensor de toque. Embora o requisito primordial envolva a geração de alertas sonoros quando não houver toque por um período definido, indicando situações como queda da bengala, esquecimento de ligá-la ou perda, durante a demonstração seria impraticável manter o sensor constantemente ativado para evitar sons indesejados que poderiam interferir na apresentação. Portanto, optou-se por uma abordagem inversa, ou seja, ativar o buzzer enquanto o toque estiver sendo detectado. Além disso, foi implementado um LED para que permanecesse ligado juntamente ao buzzer.

Por outro lado, a escala de demonstração do sensor ultrassônico foi limitada para o raio de até 30 centímetros. Dessa forma, tornou-se possível demonstrar a variação do motor de vibração de forma mais evidente.

5.2 Testes e Validação

Após a montagem e programação do protótipo, foram realizados testes para validar a funcionalidade e eficácia do sistema. Isso incluiu testes de detecção de obstáculos usando os sensores de ultrassom, testes de sensibilidade do sensor capacitivo touch e testes de resposta do buzzer.

5.2.1 Sensor ultrassônico

O sensor ultrassônico emite ondas ultrassônicas de alta frequência através do pin Trigger, que são refletidas quando atingem um objeto e identificadas pelo sensor. Assim, o dado de recebimento da onda é enviado ao microcontrolador através do pino Echo. O cálculo de tempo e distância é feito a nível do software, considerando uma aproximação da velocidade do som no ar.

Notou-se, de maneira empírica, que o sensor tem uma dificuldade para identificar

com precisão objetos pequenos. Entretanto, obteve-se um resultado satisfatório no quesito precisão em objetos maiores e velocidade da resposta.

5.2.2 *Buzzer Ativo*

O Buzzer foi utilizado para emitir sons sem diferenciação de frequência assim que o sensor capacitivo identificasse um toque. Utilizando um aplicativo de celular com o propósito de um decibelímetro, mensurou-se que a pressão sonora dos sons emitidos por este transdutor ficam em torno de 60 dB, faixa aproximada de uma conversa normal. Apesar de ser alto, ainda permanece confortável ao ouvido humano.

5.2.3 *Motor de vibração*

O motor escolhido realiza até 9000 rotações por minuto (RPM), o que gera a sensação de vibração. A sua intensidade pode variar de 0 a 255, de acordo com o valor atribuído pelo toque. Embora a vibração mais forte seja bastante perceptível, ela fica bastante sutil conforme o número de rotações diminui. Todos os modos são perceptíveis pelo contato direto, contudo, a ideia é que o módulo seja integrado no corpo da bengala, então existe o risco de não haver uma distinção clara entre os alertas para objetos mais distantes. Por esse motivo, a prova de conceito revelou que é necessário explorar diferentes formas de reposicionamento do motor no corpo da bengala ou reavaliar opções que vibrem mais intensamente.

5.2.4 *Sensor capacitivo touch*

O sensor capacitivo touch é um dispositivo eletrônico que detecta a presença de um objeto condutor, como um dedo humano, sem a necessidade de contato físico direto. Ele opera com base na capacidade de detectar mudanças no campo elétrico ao redor do sensor quando um objeto se aproxima. Observou-se que ele possui uma resposta rápida ao toque, entretanto, ele detectou toques com uma distância de aproximadamente 3 milímetros (mm) do objeto condutor real (nesse caso, o dedo). Portanto, a detecção não acontece somente quando há um toque direto.

Além disso, ao ser tocado, o sensor capacitivo touch mantém seu estado de saída alto por um período de aproximadamente 12 segundos (s). Dessa forma, mesmo que o objeto condutor permaneça em contato, o sensor deixará de identificar o toque após 12 segundos. Assim, volta a identificar com uma leve movimentação.

Embora não seja completamente impreciso, apresenta características que se tornam aceitáveis, dado o contexto e os requisitos do projeto.

5.2.5 Chave DIP Switch

A chave DIP (Dual In-line Package) Switch é um componente eletrônico utilizado em circuitos integrados e placas de circuito impresso para configurar diferentes estados ou opções de funcionamento. Consiste em uma série de interruptores dispostos em uma linha, onde cada interruptor pode ser posicionado para estar aberto (desligado) ou fechado (ligado), permitindo configurar um conjunto de valores binários.

Apesar de ter cumprido com o objetivo proposto, a chave é bastante pequena e a sua movimentação é rígida, dificultando o manuseio. Com isso, tornou-se importante avaliar outras opções pensando na utilização por parte do usuário final.

5.3 Resultados e Considerações

Os resultados da Prova de Conceito demonstraram a viabilidade técnica da Bengala Inteligente, com uma integração eficaz dos componentes e uma resposta satisfatória aos estímulos externos. No entanto, foram identificados alguns pontos que requerem ajustes e melhorias, como a interação com componentes e a resposta de transdutores.

No geral, a Prova de Conceito foi bem-sucedida em validar a funcionalidade principal da Bengala Inteligente e fornecer percepções acerca dos componentes utilizados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, H. V. S.; RIGOLON, D. Construção de uma bengala eletrônica para deficiente visual. 2016.
- ASSOCIATION, A. O. T. Estrutura da prática da terapia ocupacional: domínio & processo (3ª ed). **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, v. 26, n. esp, p. 1–49, 2015.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 9050/2004: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.
- BERSCH, R. Introdução à tecnologia assistiva. 2017.
- CENTRO DE APOIO AO DEFICIENTE VISUAL (CADEVI). 2024. Disponível em: <http://cadevi.org.br/>.
- COSTA, R. C.; VOLKMER, M.; SOUZA, S. S. F.; LIMA, F. P. A. Desenvolvimento de uma bengala automatizada utilizando arduino para deficientes visuais. **Revista Eletrônica De Iniciação Científica Em Computação**, v. 18, n. 1, 2020.
- FUNDAÇÃO Dorina Nowill: Projetos. 2024. Disponível em: <https://fundacaodorina.org.br/como-ajudar/projetos/?e-filter-afda850-orgao=condeca%7Esmpeg>.
- GOMES, I. Pessoas com deficiência têm menor acesso à educação, ao trabalho e à renda. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37317-pessoas-com-deficiencia-tem-menor-acesso-a-educacao-ao-trabalho-e-a-renda>.
- JUNIOR, J. B. R. Uma abordagem sobre a inclusão da pessoa com deficiência no mercado de trabalho e seus desafios na isonomia constitucional. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, 2023.
- LARAMARA: Sobre. 2024. Disponível em: <https://laramara.org.br/sobre/>.
- NEVES, V. M. M.; NEVES, R. B.; SIMÕES, S. H. S. C.; FOLHA, D. R. S. C. Barreiras arquitetônicas e suas implicações no contexto escolar para pessoas com deficiência física e visual em um projeto educacional. **Revista interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional**, v. 5, n. 2, 2021.
- SILVA, B. S. d.; JUNQUEIRA, S. D. **Interação Humano-Computador: Projetando a Experiência Perfeita**. Rio de Janeiro: Campus, 2010.
- SMPED: Fundos Públicos. 2024. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/pessoa_com_deficiencia/participacao_social/index.php?p=280102.
- ZEN, E.; SIEDLER, M. d. S.; COSTA, V. K. d.; TAVARES, T. A. Assistive technology to help the interaction between visually impaired and computer systems: A systematic literature mapping. **iSys - Brazilian Journal of Information Systems**, v. 16, n. 1, 2023.