



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* TAUÁ
TECNOLOGIA EM TELEMÁTICA

DANILO BEZERRA DIAS

PROTÓTIPO DE UMA BENGALA ELETRÔNICA: MOBILIDADE FACILITADA
UTILIZANDO ARDUINO

TAUÁ
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação Instituto
Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Dias, Danilo.

Protótipo de uma bengala eletrônica : mobilidade facilitada utilizando arduino / Danilo Dias. - 2023.
44 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal do Ceará, Tecnologia em Telemática,
Campus Tauá, 2023.

Orientação: Profa. Ma. Kilbert Amorim Maciel.

Coorientação: Profa. Ma. Francisco Luciano Castro Martins Junior.

1. RFID. 2. Deficiente visual. 3. Acessibilidade. 4. Arduino. 5. Sensores. I. Título.

CDD 621.382

DANILO BEZERRA DIAS

PROTÓTIPO DE UMA BENGALA ELETRÔNICA: MOBILIDADE FACILITADA
UTILIZANDO ARDUINO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Tecnologia em Telemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE – Campus Tauá, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Telemática. Área de Concentração: Sistemas Embarcados.

Orientador: Prof. Me. Kilbert Amorim Maciel

Coorientadora: Prof. Me. Francisco Luciano Castro Martins Junior

TAUÁ
2023

DANILO BEZERRA DIAS

PROTÓTIPO DE UMA BENGALA ELETRÔNICA: MOBILIDADE FACILITADA
UTILIZANDO ARDUINO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Tecnologia em Telemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE – Campus Tauá, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Telemática. Área de Concentração: Sistemas Embarcados.

Aprovado (a) em: 24/ 02 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. M. Kilbert Amorim Maciel (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Fortaleza*

Prof. M. Francisco Luciano Castro Martins Junior (Coorientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Eduardo de Olivindo Cavalcante

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Paulo Ricardo Barboza Gomes

Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais.

Aos mestres.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

A minha família, pelo incentivo.

Aos amigos e colegas de estudo, em especial aos que me acompanharam durante a graduação, que vivenciaram comigo os desafios e me ajudaram a vencê-los, agradeço o carinho, o apoio, o acolhimento, a paciência, os conselhos, os ensinamentos, as palavras motivadoras.

Aos professores, que muito contribuíram com minha formação acadêmica, agradeço os ensinamentos, as orientações, as lições de vida, os risos, a atenção. Vocês são verdadeiros mestres.

"É um homem sensato aquele que não lamenta pelo que não tem, mas se alegra pelo que tem."
(EPICTETO).

RESUMO

Este trabalho apresenta o protótipo de uma bengala com dispositivos eletrônicos, visando auxiliar o deficiente visual a se locomover de forma autônoma em um ambiente indoor, o projeto tem como foco o baixo custo do projeto. O projeto dá-se através da implantação de um sistema embarcado Arduino, um módulo RFID, um módulo Bluetooth, tags/etiquetas RFID, tudo acoplado em uma estrutura artesanal de cano PVC. Com a implementação dos sensores, espera-se ser possível se locomover mais livremente com a bengala. Se utilizando de um microcontrolador em conjunto com módulo Rc522 RFID para identificar locais específicos, tais, como salas de aula, cantinas e escritórios. Para verificar a aplicabilidade, foram realizados testes inserindo valores no aplicativo construído especificamente para o protótipo, sendo que ao serem identificadas as etiquetas foram interpretadas e repassadas aos usuários sua posição e os ambientes a direita e esquerda em um local em específico. Como resultados, foram apresentados dados retirando dos testes realizados em campo.

Palavras-chave: Arduino. RFID. Sensores. Deficiente visual. Acessibilidade.

ABSTRACT

This work presents the prototype of a cane with electronic devices aimed at assisting visually impaired individuals to move autonomously in an indoor environment. The project focuses on low-cost design, and it is implemented through the deployment of an Arduino embedded system, an RFID module, a Bluetooth module, and RFID tags/labels, all attached to a handmade PVC pipe structure. With the implementation of sensors, it is expected to be possible to move more freely with the cane. By using a microcontroller in conjunction with the Rc522 RFID module, specific locations such as classrooms, canteens, and offices can be identified. To verify applicability, tests were conducted by inserting values into the application built specifically for the prototype. When the tags were identified, their position and the environments to the right and left in a specific location were interpreted and relayed to the users. The results presented are based on data collected from field tests.

Keywords: Arduino. RFID. Sensors. Visually impaired. Accessibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Arduino Uno.	18
Figura 2:Módulo Bluetooth.	22
Figura 3: Modulo RFid.	23
Figura 4: Tela App Inventor.	24
Figura 5: Tela do App no celular.	25
Figura 6: Arduino Uno conectado com módulo RFID e Bluetooth.	27
Figura 7: Tela do app inventor na web blocos de conexão.	28
Figura 8: Tela do app inventor na web segunda parte de blocos.	29
Figura 9: Tela do app inventor na web parte de blocos.	29
Figura 10: Tela do app inventor na web parte de blocos.	30
Figura 11: Tela do app inventor na web parte de blocos.	31
Figura 12: Tela do app inventor na web estrutura organizacional.	32
Figura 13: Tela do aplicativo em dispositivo.	33
Figura 14: Fluxograma, conexão.	34
Figura 15: Fluxograma, identificação de tags e repasse para o usuário.	35
Figura 16: Fluxograma completo.	35
Figura 17: Teste 1, etiqueta 1 no campus Tauá.	37
Figura 18: Teste 1, etiqueta 2 no campus Tauá.	38
Figura 19: Teste3, etiqueta 2 no campus Tauá.	39

LISTA DE SIGLAS

EUA	Estados Unidos da América
MIT	Massachusetts Institute of Technology
APP	Application
GSM	Global System for Mobile Communications
GPS	Sistema de Posicionamento Global
RGB	Vermelho (Red), Verde (Green) e Azul (Blue)
RFID	Radio Frequency Identification
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LED	Diodo Emissor de Luz
SMS	Short Message Service
SD	Secure Digital
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
CI	Circuito Integrado
IDE	Ambiente de Desenvolvimento integrado
PVC	Policloreto de Vinil
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
USB	Universal Serial Bus
PCD	Pessoa com deficiência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Deficiência Visual	16
2.2 Tecnologias Assistivas	17
2.3 Trabalhos relacionados.....	17
2.4 Arduino UNO.....	18
2.5 Tecnologia RFID.....	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	20
3. 1 Classificação da Pesquisa.....	20
3.2 Materiais.....	21
3.2.1 Modulo Bluetooth hc-05	21
3.2.1.1 Plataforma Arduino.....	22
3.2.1.2 Modulo RFID	22
3.2.1.3 Mit App Inventor	23
3.2.1.5 App de Teste	24
3.2.1.4 Desenvolvimento do protótipo.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5 CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o censo de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 24% da população, ou seja, 46 milhões de brasileiros, declararam possuir alguma deficiência em pelo menos uma das seguintes habilidades: enxergar, ouvir, caminhar ou subir degraus, ou alguma deficiência mental /intelectual. Segundo o referido censo, a deficiência visual estava presente em 3,4% da população brasileira (BRASÍLIA DF, 2013).

Dentre todas as dificuldades que o deficiente visual enfrenta no dia a dia, a locomoção é a que mais causa impacto, ou seja, é onde se encontra uma maior dificuldade em sua execução, sendo necessário, em muitos casos, o auxílio de agente externo, como bengalas, cão guia, ou até mesmo outras pessoas. (BIBLIOTECA DIGITAL DA CÂMARA DOS DEPUTADOS CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO, 2013)

Procedimentos simples para a maioria das pessoas, como andar pela casa, ir para o trabalho, para o deficiente requer muito esforço e em alguns casos pode vir a ferir o seu direito à acessibilidade, direito esse assegurado, legalmente, por meio do Decreto-lei nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004, decreto este que tem por objetivo assegurar os direitos de ir e vir e também de definir o dever e as obrigações do estado e da sociedade em amparar e dar suporte a todas as pessoas com deficiência no país. (BRASIL, 2004)

Uma das formas de proporcionar igualdade é pôr em prática o conceito de acessibilidade, para garantir que todas as pessoas tenham acesso a todas as áreas de seu convívio. Deve possibilitar e dar condições de alcance, percepção e entendimento, a objetos e superfícies, garantindo assim a utilização com segurança e autonomia de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação. Sendo que se espera que haja uma preparação e uma resposta as essas necessidades. (MORREIRA, 2009).

Segundo a lei de acessibilidade Nº 13.146, em seu artigo 1º: “é instituída a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania.”. Algumas das tecnologias assistivas que são tradicionalmente usadas por indivíduos com deficiências visual, como exemplo, guia humano, bengala, cães-guia, mapas em alto-relevo, entre outras (BRASIL, 2004).

Uma forma de auxiliar a locomoção seria por meio deste protótipo, onde um dispositivo proporciona ao deficiente a possibilidade de realizar tarefas comuns do seu dia-a-dia de forma independente, utilizando uma bengala com dispositivos eletrônicos em

comunicação com uma aplicação android específica do projeto. Embora existam tecnologias com o intuito de melhorar o cotidiano do deficiente visual, estas ainda apresentam um alto grau de imprecisão e custo muito elevado de mercado.

Existe no mercado, atualmente, dois produtos que buscam promover integração da tecnologia com mobilidade facilitada ou auxílio no dia a dia, que serviram de embasamento para o desenvolvimento deste projeto, no entanto, tais projetos possuem um alto custo dificultando assim seu acesso a grande maioria dos deficientes. O primeiro deles seria a Ispuoocti Folding Cane que possui algumas funções, tais como alarme de segurança, luzes de led e carregamento USB com bateria acoplada, sendo que seu valor de mercado pode chegar aproximadamente a R\$ 900 reais (PONTOFRIO).

O segundo é a Ultracane que possui diversas funções, tais como, sensores ultrassônicos para identificar objetos em altura mais elevadas, detecção de vidros, se utiliza de pilhas como fonte de alimentação e estrutura impermeável, seu valor de mercado é aproximadamente R\$ 3.307 reais (ULTRACANE).

Com isso podemos notar um valor considerável para esse tipo de tecnologia no mercado, por se tratar de uma nova maneira de lidar com a deficiência visual, o seu custo de produção encarece o produto final, inviabilizando seu acesso a grande parte da comunidade de PCDs. Pensando nisso, que este projeto foi desenvolvido, com o intuito de tornar tal tecnologia mais acessível.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar um protótipo tecnológico utilizando um sistema embarcado acoplado a uma bengala, visando o baixo custo utilizando de sensores acoplados a sua estrutura, com o intuito de melhorar a mobilidade, aumentando a segurança para pessoas com deficiência visual em ambientes de acesso coletivo.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Apresentar uma pesquisa bibliográfica em busca de trabalhos e conteúdo para dar sustentação teórica a ideia abordada;
- Desenvolver uma aplicação android para comunicar com o sistema embarcado;

- Montar um protótipo utilizando cano PVC, sensores Bluetooth, RFID e um microcontrolador;
- Avaliar o funcionamento do protótipo através da realização de experimento em ambiente controlado;
- Propor melhorias ao protótipo implementado, como suporte para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo traz a fundamentação teórica desse trabalho, abordando tópicos importantes para o seu entendimento. São apresentados conceitos de deficiência visual, acessibilidade e sobre as tecnologias utilizadas na concepção do projeto.

2.1 Deficiência Visual

A busca por tecnologias que auxiliam deficientes na realização de atividades do cotidiano, sobretudo deficientes visuais, não é novidade e sim recorrente fonte de diversas pesquisas e novos projetos na área. No que tange a locomoção, existem variados trabalhos que visam assegurar o melhor trajeto e com maior segurança para deficientes visuais.

Deficiência visual é a perda ou diminuição da capacidade visual em ambos os olhos em caráter definitivo, que não pode ser corrigida ou melhorada com lentes, tratamentos clínicos ou cirúrgicos (CONHEÇA, 2022).

Pode ser classificada em graus de deficiência visual, três tipos sendo elas baixa visão, próximo a cegueira e cegueira. Baixa visão é quando pode ser compensada com o uso de lentes de aumento e lupas ou com o auxílio de bengalas, próximo a cegueira no caso em que a pessoa ainda é capaz de distinguir luz e sombra, podendo também se locomover com o uso de bengalas. O último tipo é a cegueira total fazendo o uso de sistemas de braile e os treinamentos de orientação e de mobilidade são essenciais (CONHEÇA, 2022).

De acordo com o censo demográfico do ano de 2010 citado no Guia legal 3°. ed (Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados Centro de Documentação e Informação, 2013, P.13) o Brasil possuía até o referido ano cerca de 46 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência, sendo que 3,4% da população brasileira tem dificuldade permanente ou parcial para enxergar, o que torna a deficiência visual a de maior incidência no país.

A acessibilidade vem como ferramenta social para auxiliar pessoas com deficiência tendo como base a Lei nº 10.098, de 19/12/2000, no que diz como a condição e possibilidade de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos espaços mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas de comunicação deficiente ou mobilidade reduzida, garantindo assim o direito de ir e vim livremente para todos seres humanos. (Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados Centro de Documentação e Informação, 2013, P.55).

2.2 Tecnologias Assistivas

O conceito de tecnologias assistivas foi criado em 1988 nos EUA como elemento jurídico dentro da legislação norte-americana, no intuito de regular os direitos dos cidadãos com deficiência nos EUA. (SARTORETTO & BERSCH, 2022).

Tecnologias assistivas é um termo utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que possam contribuir para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com alguma deficiência, tais quais, todo ou qualquer item, equipamento ou parte dele, produtos ou sistemas utilizados para aumentar, manter ou melhorar as capacidades consequentemente buscando independência e inclusão social (BERSCH & SARTORETTO, 2022).

No Brasil o termo tecnologia assistiva é pautado com base na lei de inclusão, 13.146 de julho de 2015, no qual também é definida como produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, entre outros termos para inclui todos dentro desses parâmetros. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2022)

2.3 Trabalhos relacionados

Como referência para este trabalho foi utilizado o artigo do Vineeth et al (2021) encontrado na plataforma IEEE explorer. O trabalho inicia-se falando sobre as características do seu protótipo e suas funcionalidades, tais quais, como possuir 4 sensores ultrassônicos para identificação de objetos em diferentes alturas e ângulos, sensor de umidade para identificar poças de água, modulo GPS para localização geográfica, modulo GSM para envio de mensagens SMS, SD card para armazenar informação, transmissor wireless e um arduino nano, no qual é responsável por conectar todos os dispositivos e gerenciar o funcionamento.

Outro artigo utilizado foi do M. Adil Khan et al (2021) encontrado também no IEEE explorer. O trabalho inicia-se citando a quantidade de pessoas com deficiência visual e suas dificuldades encontradas no cotidiano, tais quais, como a dificuldade de se locomover de maneira autônoma, com base nisso o trabalho busca oferecer uma possibilidade de auxílio, através de uma bengala com sistema microcontrolado utilizando Arduino Nano e dispositivos auxiliares, tais quais, como um dispositivo Ultrassonic Sensor, Bluetooth (HC-06), botão para voice, botão para SMS, botão para ligação, botão para Google Maps, um RGB led, um buzzer e uma bateria. Foi testado a conexão Bluetooth, as configurações da aplicação, o balanço da

bengala, detecção de obstáculo, o buzzer, identificação de led, sistema de ajuda e função SMS. Todos os testes foram positivos.

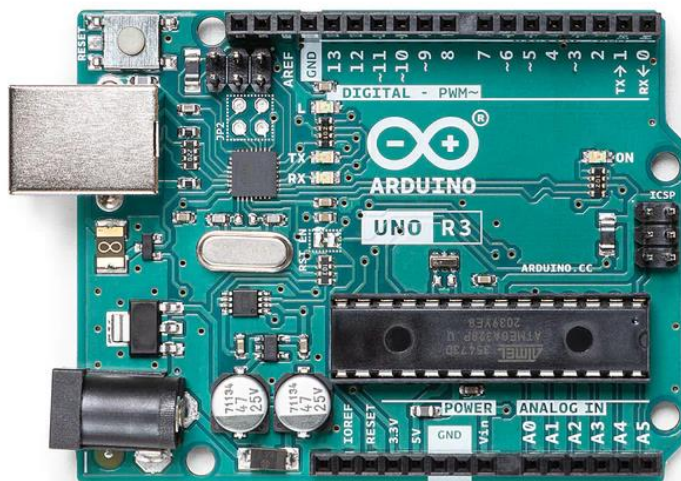
Com base nos referidos artigos, pode-se ter um entendimento maior de como foi desenvolvido e utilizado tais tecnologia para o assunto abordado.

2.4 Arduino UNO

O Arduino é uma plataforma computacional física (Figura 1), ou seja, uma plataforma de prototipagem de placa única composta por um microcontrolador central ATmega328, tensão operacional de 5V, 14 pinos de entrada e saída, memória flash de 32KB, EEPROM de 1KB e SRAM de 2KB, podendo mudar conforme variações de modelos (Arduino,2021).

Segundo Banzi (2022), o Arduino é uma plataforma de criação de protótipos que permite pessoas sem conhecimento prévio de eletrônica ou de programação que possam criar projetos de forma simples e de baixo custo. O *software* do Arduino conta com uma linguagem de programação, a linguagem C/C ++.

Figura 1 Arduino Uno.



Fonte: Arduino.

2.5 Tecnologia RFID

O RFID surgiu como uma variação do código de barras, sendo que seu diferencial é a não necessidade de ser lido no campo de visão enquanto os códigos de barras devem ser alinhados com um scanner óptico (KOVACS, 2021).

A tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification* – identificação por rádio frequência) é uma maneira genérica para as tecnologias que utilizam frequência de rádio para captar dados. Uma das maneiras mais utilizadas dessa tecnologia é armazenar dados para identificar pessoas ou objetos através de um microchip (KOVACS, 2021).

O sistema RFID é composto por uma etiqueta inteligente, um leitor RFID chamado de antena. O leitor converte as ondas de rádio em dados utilizáveis, no qual as etiquetas contêm um circuito integrado juntamente com a antena, que são utilizados para transmitir dados ao leitor RFID. (KOVACS, 2021).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Classificação da Pesquisa

O trabalho inicia-se por meio de pesquisas sobre o tema estudado, com a finalidade de compreender a necessidade de um sistema de locomoção voltado para deficientes visuais na vida cotidiana, para compreender o impacto nos processos de seus usuários, além de considerar a sua contribuição no bem estar diário.

A pesquisa iniciou-se através de um estudo bibliográfico com o intuito de buscar meios para que o pesquisador tenha contato com tudo que foi escrito ou gravado sobre o tema para a partir disso ter um melhor entendimento do problema e chegar a propor soluções mais eficientes. Assim a pesquisa bibliográfica não é apenas repetição do que já foi escrito, mas uma abordagem para chegar a conclusões inovadoras (MARCONI; LAKATOS, 2010).

O levantamento bibliográfico foi crucial para a fundamentação teórica da pesquisa, utilizando como ferramenta principal de pesquisa o *Google Scholar* e o Institute of Electrical and Electronics (IEEE), para buscar trabalhos que dessem embasamento teórico de fontes significativas como artigos científicos, livros, relatórios, sites, jornais e manuscritos para adquirir conhecimentos acerca dos temas abordados.

A pesquisa de campo consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem, para coleta de dados e assim serem utilizados com objetivo de conseguir informações e conhecimento de um problema ao qual se procura uma resposta ou solução. A primeira etapa para pesquisa de campo é a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, para servir como primeiro passo para saber em que estado se encontra o problema. A segunda etapa é determinar técnicas que serão utilizadas na coleta de dados, que será utilizada como amostra e assim representar informações que possam apoiar as conclusões obtidas na primeira etapa (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Quanto à natureza da pesquisa, este trabalho apresenta uma pesquisa aplicada, tendo como objetivo buscar conhecimento bibliográfico sobre o tema apresentado, e a partir do entendimento do problema, desenvolver um sistema microcontrolado por Arduino que contenha um leitor RFID para a identificação de ambientes através de tags/etiquetas RFID, que será utilizada como ferramenta para auxiliar pessoas com deficiências visuais a se locomoverem em ambientes internos. Dessa forma, uma pesquisa aplicada pode ser utilizada para estudar os desafios presentes em um contexto específico, buscando soluções práticas sem abrir mão de incluir uma reflexão teórica (MASCARENHAS, 2012).

Em relação à abordagem e os objetivos da pesquisa, ela se enquadra como uma pesquisa qualitativa-descritiva, já que são utilizados o levantamento bibliográfico, assim possibilitando o estudo e análise do tema com base em trabalhos semelhantes, obtendo dados de relevância para o desenvolvimento de um sistema eletrônico, para beneficiar diferentes grupos sociais com deficiências visuais.

3.2 Materiais

3.2.1 Modulo Bluetooth hc-05

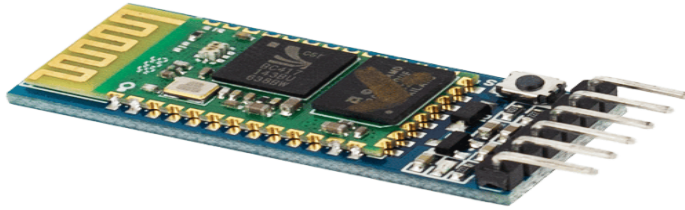
A comunicação Bluetooth já sendo popularizada e usada em diversos equipamentos como Smartphones, notebooks e outros, é uma das melhores opções para implementar redes sem fio com o Arduino.

A tecnologia Bluetooth consiste em protocolos de comunicação de rádio para uso pessoal, é uma especificação de rede sem fio classificada como PAN (*Personal Area Network*), ela foi desenvolvida em 1994 pela Ericsson, sendo que sua faixa de frequência é 2,4 a 2485 GHz.

O App o módulo Bluetooth hc-05 trabalha tanto em modo mestre como escravo, ou seja, faz e aceita pareamento com outros dispositivos, também possui implementação com a versão 2.0+EDR do Bluetooth substituído comunicações seriais sem fio, outro ponto importante é o alcance do sinal de aproximadamente 10 metros e potência máxima de 2.5 mW. (Eletrogate, 2022).

O módulo possui 6 portas de dados, sendo elas, RX, e TX são canais de comunicação do módulo, State, GND referência de alimentação do Arduino, o pino de +5 V é para alimentação e EN usado para alimentar o modo de comando AT do módulo Bluetooth.

Figura 2:Módulo Bluetooth.



Fonte: filipeflop.

3.2.1.1 Plataforma Arduino

Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica muito versátil e amplamente utilizada por estudantes, hobbistas e profissionais das mais diversas áreas. O objetivo principal do Arduino é tornar o acesso à prototipagem eletrônica mais fácil, mais barata e flexível. As versões mais simples da placa utilizam um microcontrolador da família Atmel AVR e uma linguagem de programação baseada em C/C++ (THOMSEN, 2014).

A plataforma Arduino possui uma IDE para escrever a sua linguagem de programação, sendo usado para escrever e fazer upload de programas em placas compatíveis com Arduino, mas também, com a ajuda de núcleos de terceiros, outras placas de desenvolvimento de fornecedores.

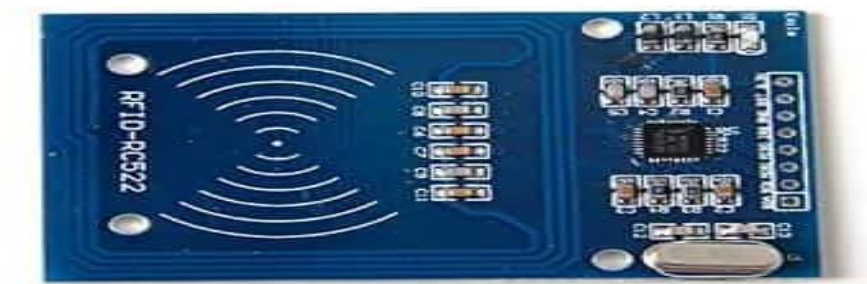
3.2.1.2 Modulo RFID

O RC522 é um circuito integrado (CI) capaz de ler e escrever em “cartões com chips RFID” Segundo a norma ISO/IEC 14443. Isto significa que o CI é capaz de ler e escrever em cartões de RFID sem contato direto, através de ondas eletromagnéticas RFID. Sua frequência

de comunicação é 13,56 MHz, taxa de transmissão padrão 106 Kbits/s e sua comunicação half-duplex (GUIMARÃES, 2021).

O módulo possui 8 pinos: Vcc 3,3 V (podendo variar de 2,5 V até 4 V), RST (pino reset que serve para colocar o RC522 no modo de baixo consumo) (Figura 13), IRQ (pino de interrupção), GND (ground (terra)), MISO (pino de entrada do mestre da comunicação SPI), MOSI (pino de saída do mestre da comunicação SPI.), SCK (pino de clock da comunicação SPI) e SDA (pino SS ou NSS da comunicação SPI) sendo ideal para utilização em projetos compactos, se adaptando bem à projetos que utilizam as placas e microcontroladores mais comuns do mercado como Arduino, Raspberry PIC (GUIMARÃES, 2021).

Figura 3: Módulo RFid.



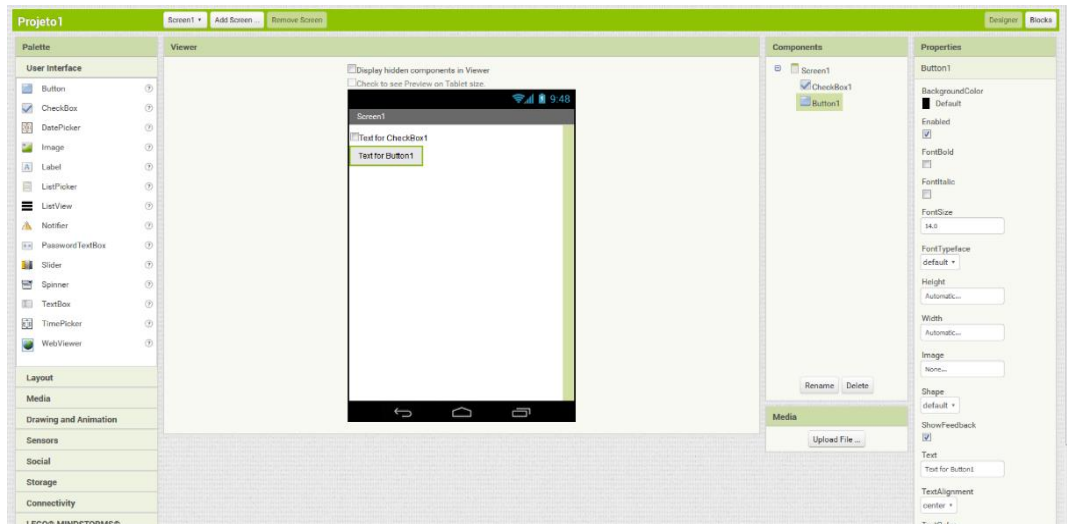
Fonte: Cap Sistema.

As tags RFID possuem internamente, uma antena e um circuito integrado responsável por fazer a comunicação com o leitor, obtendo energia o suficiente das ondas recebidas para alimentar os circuitos internos (GUIMARÃES, 2021).

3.2.1.3 Mit App Inventor

O App Inventor é *software* web criado pela universidade americana Massachusetts Institute of Technology (MIT) que torna possível desenvolver aplicativos Android usando um navegador da web e um telefone ou emulador conectados, através da escolha de componentes para seu aplicativo e montando blocos que especificam como os componentes devem se comportar, todo o desenvolvimento do aplicativo é maneira visual, juntando blocos de códigos (AndroidPro, 2021).

Figura 4: Tela App Inventor.



Fonte: wikipedia.

3.2.1.5 App de Teste

O aplicativo foi desenvolvido para conectar através do Bluetooth ao Arduino e receber informações das tags para repassar para o usuário via áudio as informações relacionadas às etiquetas, informando a posição do mesmo dentro de uma área já conhecida.

O aplicativo recebe uma informação via Bluetooth e armazena, logo após pega a informação em formato de texto e repassa em áudio para o usuário.

É composto por um botão para conectar e desconectar ao Bluetooth mudando seu texto conforme conectado ou desconectado, possui também um campo de texto e um botão para enviar toda informação que fique nesse campo de texto.

Possui um botão de fala que interpreta um comando de voz e com base no banco repassa as informações definidas na programação do aplicativo.

Figura 5: Tela do App no celular.



Fonte: Autor.

3.2.1.4 Desenvolvimento do protótipo

O protótipo tem como base a utilização de um cano PVC que possui 25 mm de diâmetro por 1 m e 10 cm de altura, simulando assim uma bengala que, seria utilizado por um deficiente visual, tendo como referência as medidas das bengalas comerciais.

O sistema eletrônico foi construído utilizando um Arduino UNO, módulo RFID RC522, tags RFID, um módulo Bluetooth, dois resistores e uma protoboard, sendo que, este, foi posicionado há uma altura de 90 cm da base da bengala. O Arduino UNO desempenha a função de microcontrolador, no qual, realiza o gerenciamento do sistema, ou seja, ele interpreta e executa as funções definidas em código. Enquanto que, o módulo RFID opera na frequência de 13,56 MHz e com taxa de transferência 10 Mbits, exercendo a função neste projeto de identificar as tags RFID. A função do módulo Bluetooth é estabelecer conexão e enviar as informações para aplicação Android ligado justamente com os dois resistores um de 220 e outro

de 330 ohms, sendo que a fonte de energia principal para o funcionamento do protótipo foi escolhida uma Power bank de 8000 mAh, no qual, é de fácil manuseio e grande carga.

As etiquetas RFID, são do tipo passivas, ou seja, apenas serão lidas pelo módulo RFID, o que significa que elas não possuem baterias e alimentam seus circuitos através de ondas eletromagnéticas emitidas pela antena do leitor, sendo assim, não podendo iniciar a comunicação por conta própria e possuindo menores distâncias de transmissão (MANDAÊ, 2022). Para fins de testes, elas foram posicionadas ao lado das portas nos locais selecionados para esta finalidade.

O módulo RFID realiza a leitura das etiquetas, repassa para o sistema embarcado o valor da tag, que por sua vez transmite para a aplicação Android o valor referente da mesma, obtendo, desta forma, a informação de um banco de dados na aplicação relacionada a tag lida, entregando ao usuário sua localização por meio de áudio com seus respectivos pontos de referências, especificando o que está a direita e a esquerda da tag.

A interpretação do valor da tag, ocorre dentro da aplicação é feita por meio de um condicional, que define o texto com base no valor da tag lida, caso a tag lida não esteja vinculada a nenhuma condição não é repassado ao usuário nenhuma informação.

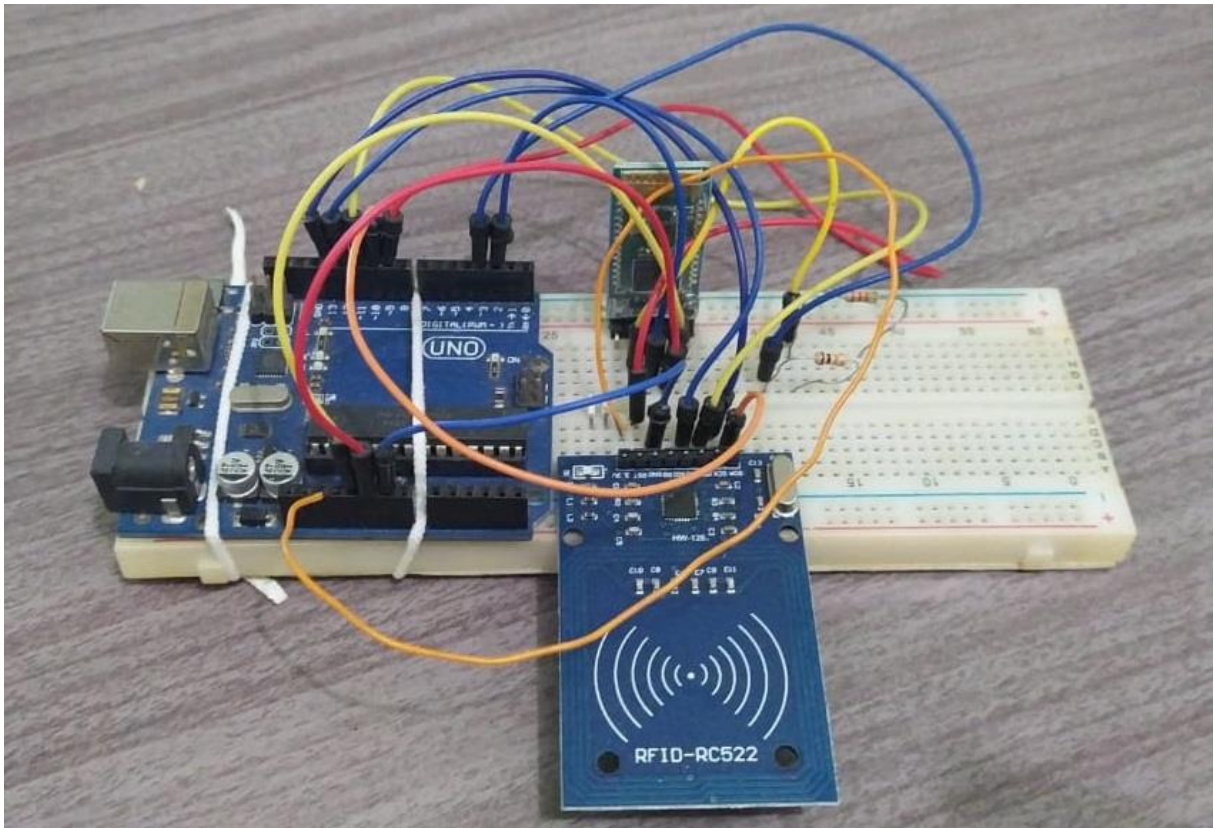
Caso o usuário deseje lembrar um valor específico de uma tag é preciso que o mesmo aperte o botão na tela inicial escrito “fala” e diga a palavra “etiqueta” e sua numeração, fazendo assim a aplicação retornar o valor referente.

O projeto, em suma, tem como base a conexão do módulo RFID Rc522 com o Arduino UNO e o módulo Bluetooth, sendo feitos os testes de conexão com as portas do Arduino utilizando a protoboard para conectar os dois através de jumpers (Figura 2). Logo após foi feito o alinhamento entre o código e a leitura das etiquetas RFID, sendo que, foi verificado a leitura das etiquetas utilizadas.

Todos os dispositivos eletrônicos utilizados para o desenvolvimento do protótipo foram comprados a um valor acessível, sendo que, seus valores foram R\$ 40 reais o Arduino Uno, R\$ 20 reais o módulo RFID com duas tags, R\$ 30 reais o módulo Bluetooth, R\$ 30 reais protoboard e R\$ 1 real cada resistor, no total ficou R\$ 122 reais a parte eletrônica do protótipo.

Fazendo um comparativo com as duas bengalas encontradas podemos notar um valor bem menor, mostrando que o dispositivo deste projeto é bem mais acessível do que as demais tecnologias mencionadas.

Figura 6: Arduino Uno conectado com módulo RFID e Bluetooth.



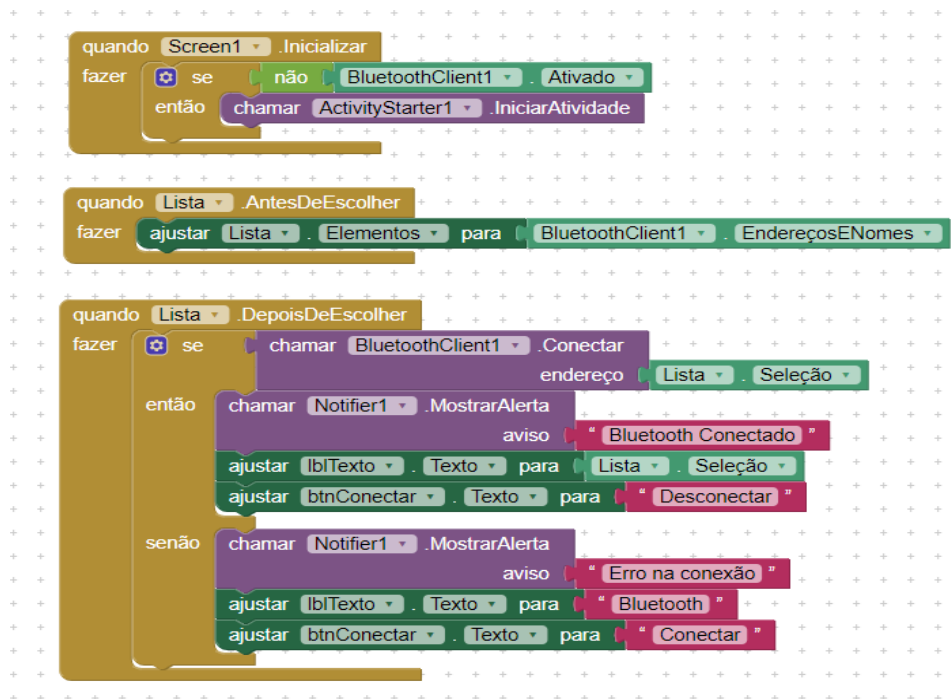
Fonte: Autor.

O aplicativo foi desenvolvido no MIT APP Inventor do MIT (Massachusetts Institute of Technology), construído em blocos com modelos pré-definidos de designer e estruturas organizacionais, o que possibilitou o posicionamento de estruturas sem ter um conhecimento mais abrangente de desenvolvimento de aplicativos Android.

A primeira parte de bloco foi feita para conectar e desconectar o Bluetooth, sendo que no terceiro bloco de programação é feito para mostrar os dispositivos Bluetooth próximos, logo após no mesmo bloco testa-se a conexão e ativa o botão de enviar, receber qualquer dado que pode ser enviado, caso não seja possível conectar ele retorna um aviso, por meio de uma mensagem de texto, informando que não foi possível conectar a um dispositivo Bluetooth.

Na Figura 3 o código continua testando a conexão, caso já esteja conectado ele altera o nome do botão para desconectar, caso não esteja ele pergunta ao usuário se ele quer conectar ao Bluetooth.

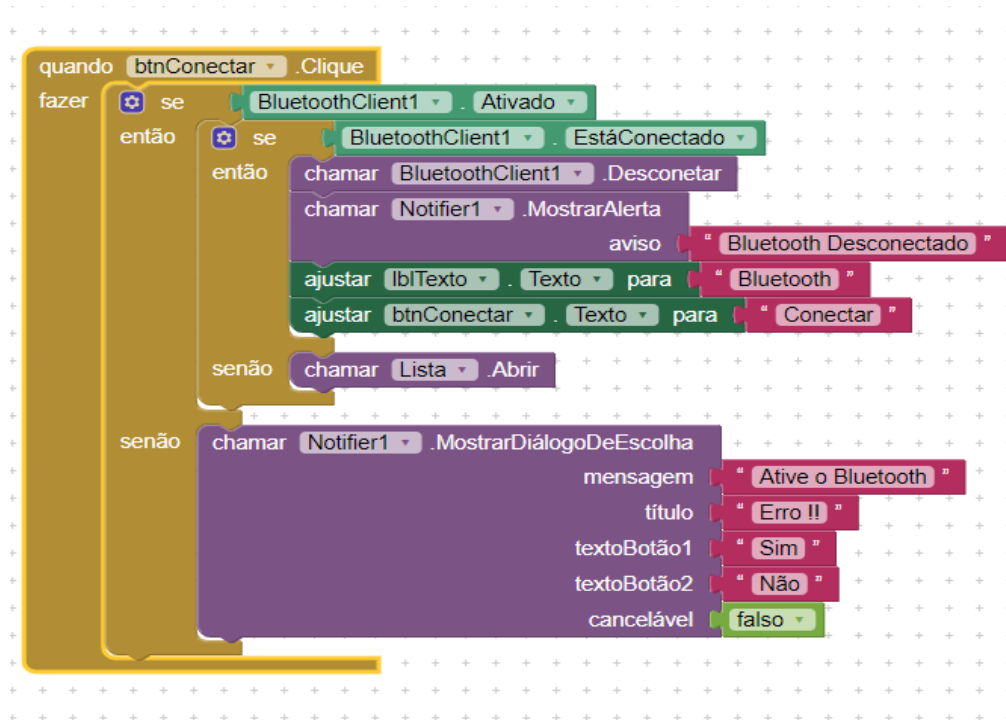
Figura 7: Tela do app inventor na web blocos de conexão.



Fonte: Autor.

A Figura 4 mostra o conjunto específicos de blocos onde a conexão Bluetooth é feita e testada através de uma função definida, ou seja, caso o usuário esteja com o Bluetooth ligado ele fica no aguardo da informação, caso não esteja ligado retorna uma mensagem informado e perguntando se ele deseja ligar o Bluetooth.

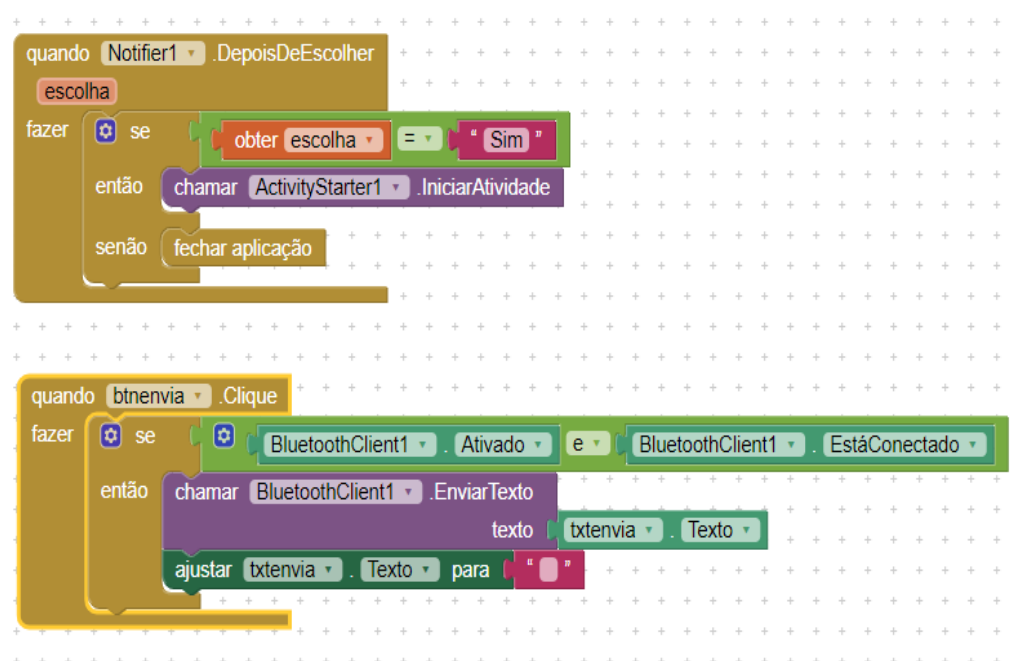
Figura 8: Tela do app inventor na web segunda parte de blocos.



Fonte: Autor.

O primeiro conjunto de blocos da Figura 5 é uma notificação ao usuário se quer ativar o Bluetooth, já no segundo conjunto de blocos ativa o botão de enviar, sendo que logo após busca enviar o texto que estiver escrito na caixa de texto.

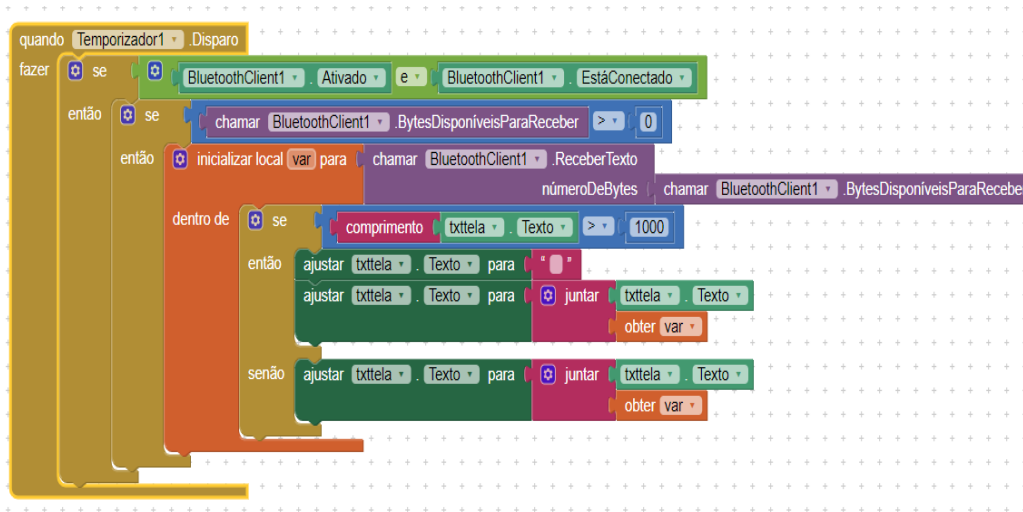
Figura 9: Tela do app inventor na web parte de blocos.



Fonte: Autor.

A Figura 6 mostra um grupo de blocos no qual é responsável por receber os dados que serão enviados ao aplicativo, logo depois os guardando dentro de uma variável local chamada var.

Figura 10: Tela do app inventor na web parte de blocos.

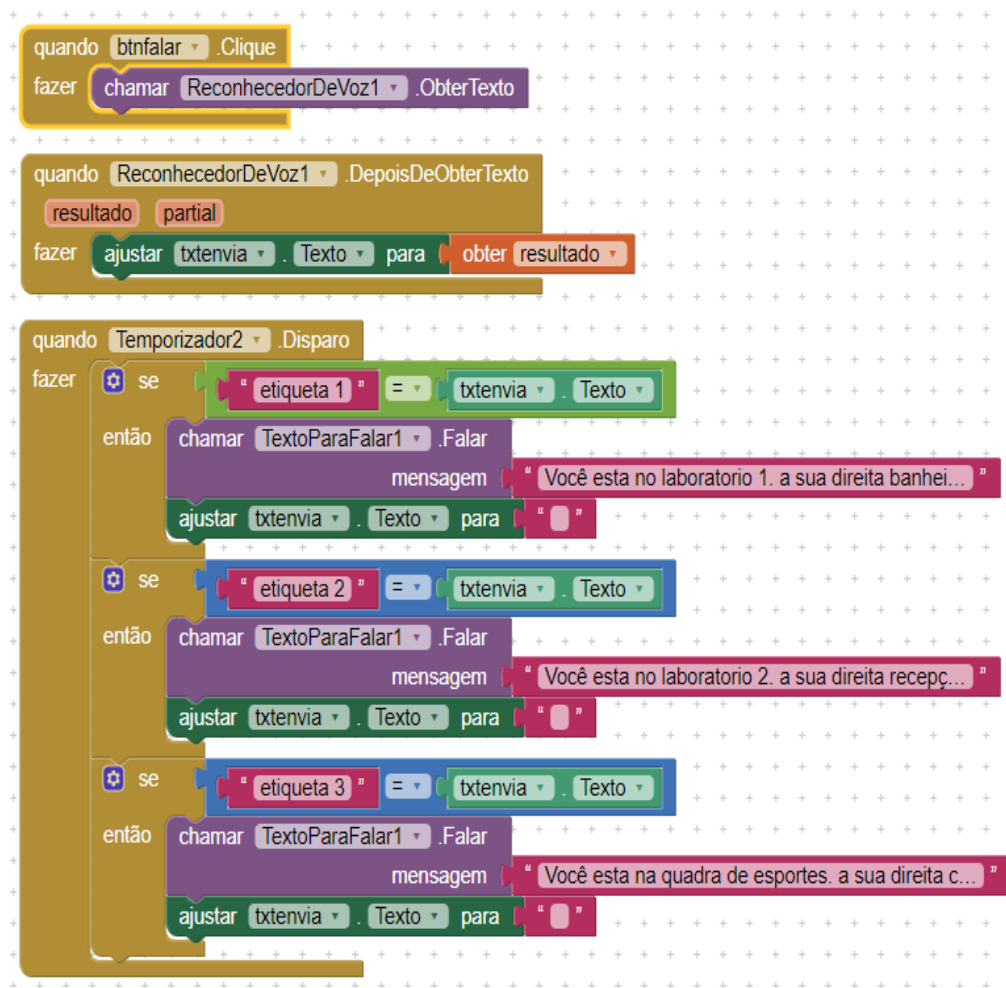


Fonte: Autor.

Na Figura 7 o primeiro e o segundo bloco são para reconhecer um comando de voz do usuário a caixa de texto na tela inicial do aplicativo, no qual ele digitado tudo o que usuário falar após apertar o botão de falar na tela inicial.

O terceiro conjunto de blocos é onde definido a referência das etiquetas dentro de um ambiente informando ao usuário onde a primeira, a segunda e a terceira se encontram, sendo que esses são apenas para simulação do aplicativo.

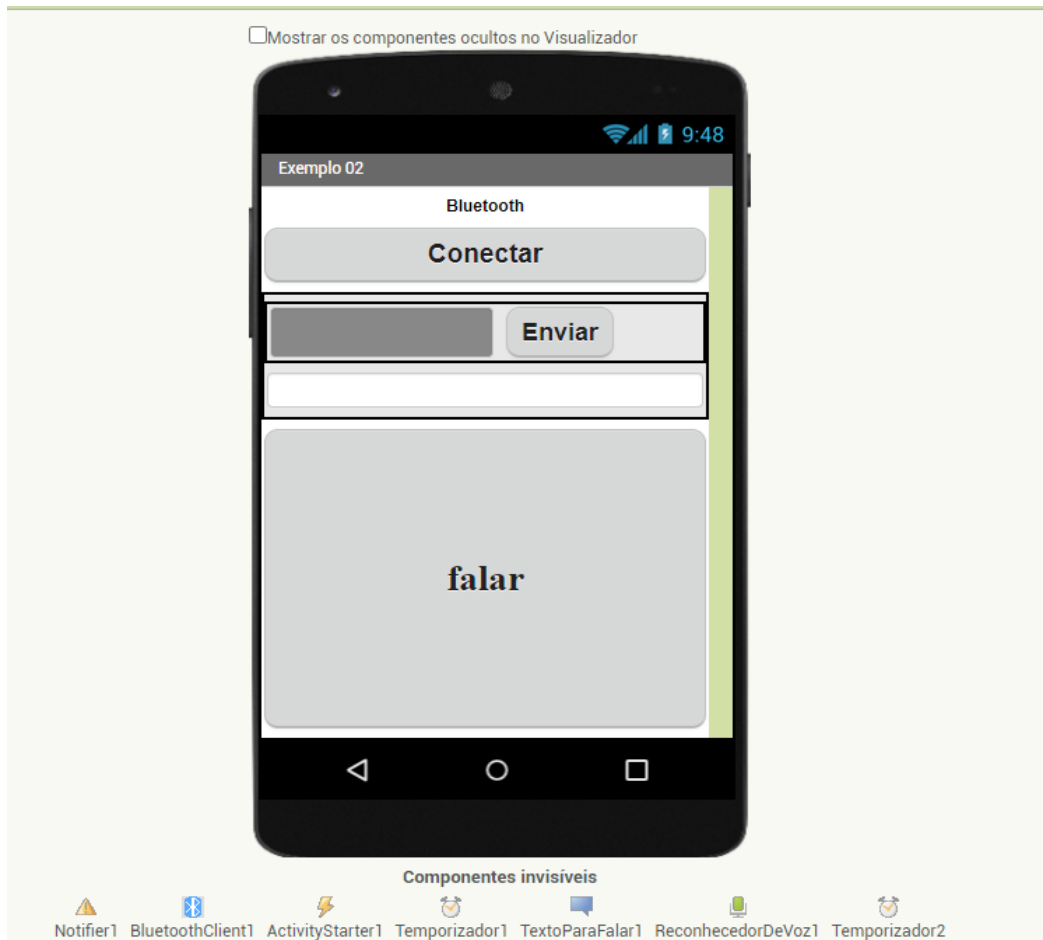
Figura 11: Tela do app inventor na web parte de blocos.



Fonte: Autor.

Na tela do app, mostrada na Figura 8, desenvolvido em plataforma web do Mit app inventor, sendo constituído, basicamente, de um botão para conexão e desconexão, uma caixa de texto mostra toda informação enviada e recebida, possui também botão para enviar dados, e um botão para falar a posição do usuário conforme valores definidos.

Figura 12: Tela do app inventor na web estrutura organizacional.



Fonte: Autor.

É mostrado na Figura 9 como a aplicação Android fica em tela de dispositivo mostrando que é compatível com a estrutura pretendida.

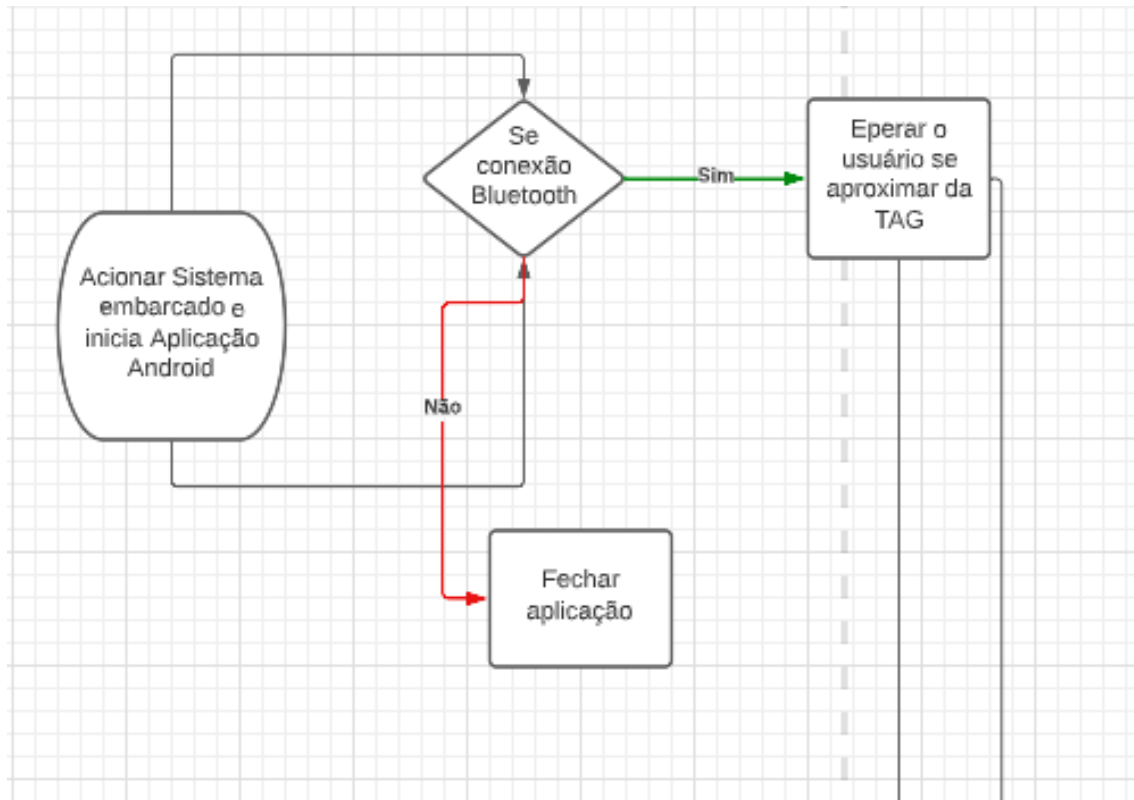
Figura 13: Tela do aplicativo em dispositivo.



Fonte: Autor.

Foi construído um diagrama de fluxo, Figura 12, sobre o processo de execução do sistema e sua cadeia de processos, na primeira parte, Figura 10, no qual mostra que o sistema embarcado e aplicação são iniciadas e testadas com a conexão do Bluetooth, logo após o sistema fica esperando algum dado ser identificado ou no caso da não conexão Bluetooth encerrar a aplicação Android.

Figura 14: Fluxograma, conexão.

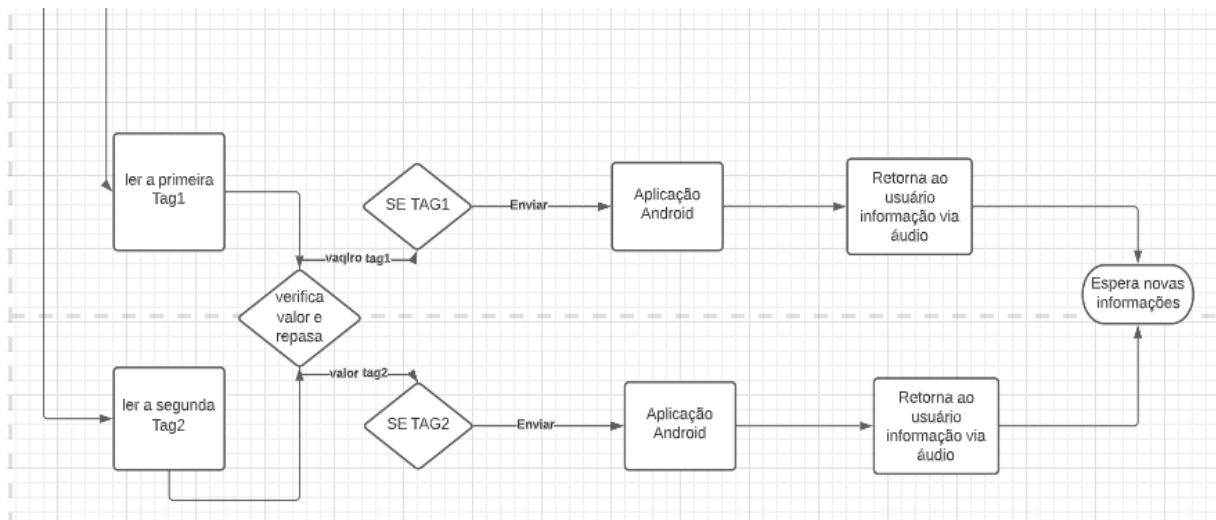


Fonte: Autor.

Na segunda parte, Figura 11, mostra a leitura das tags, no qual a informação entra em um condicional para identificar sua tag, caso a etiqueta tenha o valor referente a tag 1 entra no condicional referente a mesma enviado para aplicação Android e repassando o áudio conforme o valor definido para etiqueta1/tag1.

No segundo momento, caso o valor tag seja igual a 2 é enviado para aplicação e logo após repassado via áudio ao usuário o valor referente a tag2 conforme definido em código.

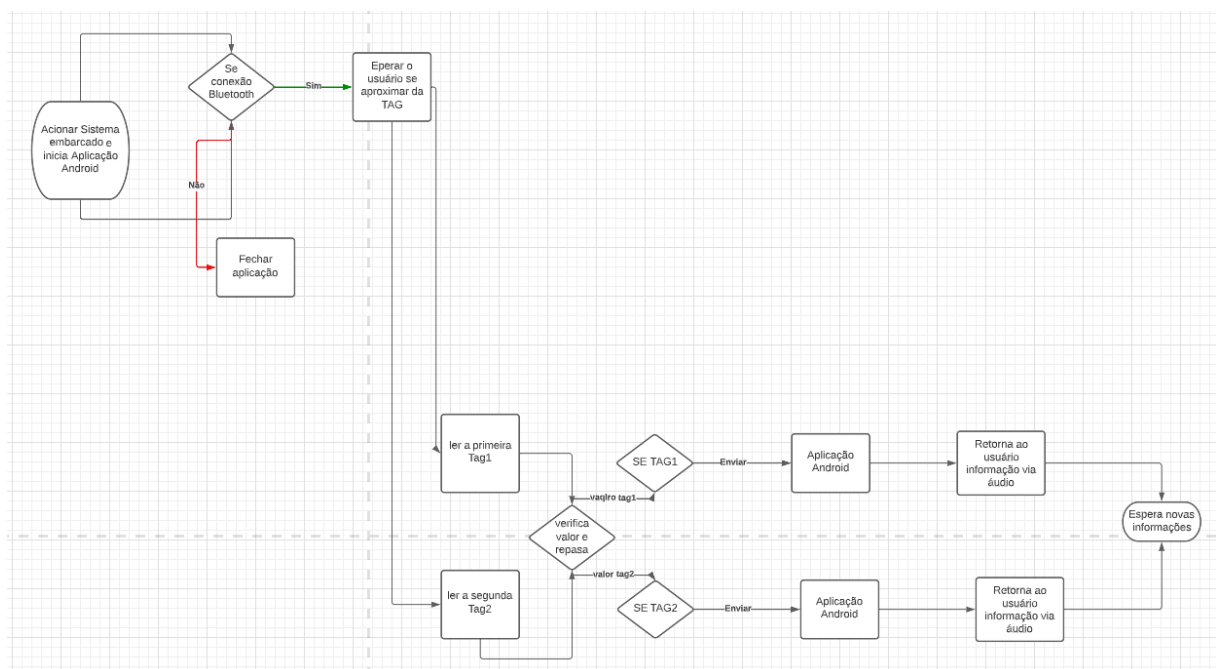
Figura 15: Fluxograma, identificação de tags e repasse para o usuário.



Fonte: Autor.

No esquemático da Figura 12 é possível compreender melhor a ideia de fluxo de todo o sistema, sendo possível interpretar melhor o sentido e a forma como a informação é lida e analisada pela a aplicação e o sistema embarcado.

Figura 16: Fluxograma completo.



Fonte: Autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os testes foram realizados nas dependências do Instituto Federal do Ceará – *campus* Tauá, no qual, foram escolhidas 2 salas de aulas localizadas no bloco 2, nomeadas pela instituição de ‘Laboratório de Informática 1’ e ‘Sala de aula 104’, para receberem as etiquetas. A seleção destas se deu devido ao fato de que elas estão localizadas em um espaço de maior circulação de pessoas. Para tal, foram efetuados 6 testes no total dividido em três grupos, sendo que, as duas tags eram lidas uma após a outra, avaliando-se assim o funcionamento e eficiência do sistema embarcado juntamente com aplicação Android desenvolvida.

As 2 etiquetas foram posicionadas há uma altura de 60 cm do chão, no lado direito da porta, em uma distância aproximada de 10 cm da guarnição, sendo que a fonte de energia utilizada nos testes foi uma Power bank de 8000 mAh. A escolha da localização da etiqueta se deu pelo motivo de que esta ficaria na direção oposta a maçaneta da porta, diminuindo o risco de acidente em caso de coincidir com o momento em que outra pessoa esteja saindo da sala, por exemplo.

No primeiro e segundo testes (Figura 17, 18), as etiquetas 1 e 2 foram posicionadas, respectivamente, no Laboratório de Informática 1 e sala de aula 104 e, assim como previstos, a leitura aconteceu de forma instantânea, sendo entregue a aplicação, exatamente o que havia sido setado no código da aplicação. As tags somente foram lidas quando a bengala atingiu uma distância de 10 cm das mesmas, mostrando que, dependendo de onde o usuário esteja pode gerar imprecisão na leitura por não identificar as tags devido à distância.

No terceiro e quarto teste foram mudadas apenas a posições das tags sendo trocado a posição entre as duas salas, a etiqueta 2 ficou no laboratório de Informática 1, enquanto que a etiqueta 1 foi posicionada na sala de aula 104, apesar da mudança de posição das tags, não houve alteração nos resultados obtidos, demonstrando que a mudança da tag de local não gera imprecisão e/ou falhas, provando que mesmo em ambientes diferentes o projeto retorna os mesmos resultados definidos em seu escopo.

Figura 17: Teste 1, etiqueta 1 no campus Tauá.



Fonte: Autor.

As (Figura 17 e 18) mostram os testes em ambientes abertos e diferentes comprovando a veracidade dos mesmos.

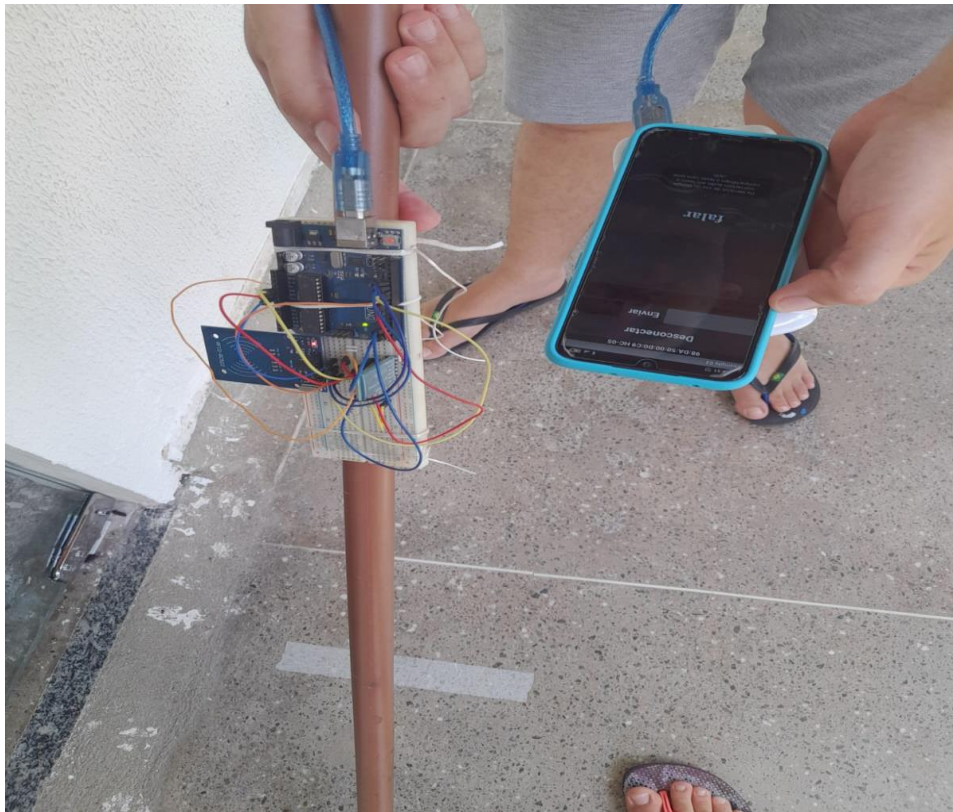
Figura 18: Teste 1, etiqueta 2 no campus Tauá.



Fonte: Autor.

No quinto e sexto teste foram escolhidas 2 salas de aulas localizadas no bloco 1 (Figura 18), nomeadas pela instituição de ‘Refeitório’ e ‘Sala de aula 4’, a leitura se mostrou positiva mostrando que o fato de ocorrer uma mudança total no ambiente não interferiu nas leituras.

Figura 19: Teste3, etiqueta 2 no campus Tauá.



Fonte: Autor.

O sistema identificou as tags em todos os 6 testes mostrando sua eficiência com relação ao desenvolvimento do sistema embarcado e da aplicação Android repassando exatamente o que definido no código da aplicação.

Com o teste do funcionamento protótipo foi notado que é viável sua utilização no dia a dia, por não atrapalhar a locomoção do usuário como e por seu peso ser baixo e não cansar o uso diário, no entanto a limitação do módulo a distância de leitura das tags é apenas de 10 cm, sendo algo a ser melhorado no futuro com equipamentos de leituras RFID de maiores distâncias.

Outra possibilidade de acionar a aplicação em caso do usuário deseje novamente ouvir a posição de determinada tag, foi posicionado um botão na tela inicial do aplicativo, no qual o botão tem a palavra escrita “falar”, logo após apertá-lo o aplicativo inicia a captação do comando de voz e ativar o interpretador interno do smartphone.

Quando o usuário fala o nome da tag especificada no aplicativo aciona o interpretador interno e repassa ao usuário via áudio o local onde o mesmo se encontra e os ambientes à sua direita e à sua esquerda, conforme definido pelo código do aplicativo.

Foram definidas três etiquetas dentro do aplicativo, cada uma com a identificação nomeada de “etiqueta” e um número de 1 a 3, no qual, os locais ditos no aplicativo foram escolhidos de forma aleatória sem menor relação com um ambiente real.

Com base nos resultados obtidos dos testes podemos concluir que o sistema como todo se mostrou eficiente e coerente com a ideia proposta, sendo que foram identificadas todas as 6 vezes as etiquetas testadas.

5 CONCLUSÃO

Esta seção apresenta os resultados da validação do sistema seguindo o processo descrito na seção 4. O processo de validação do sistema foi realizado dentro das dependências do Instituto Federal do Ceará – campus Tauá, tendo como referências quatro salas da referida instituição.

Vale ressaltar que a validação se deu através da aplicação de 6 testes, sendo que foram avaliados como parâmetros de eficiência do sistema a sua usabilidade e o tempo de sua resposta conforme ia sendo realizadas a identificação das etiquetas, que foram posicionadas em frente a nas quatro salas em dois blocos diferentes de estudos do campus Tauá.

Os resultados obtidos foram todos positivos com relação as leituras e respostas por parte do sistema, apresentando resultados satisfatórios, mostrando que é totalmente viável a utilização da bengala, como mecanismo para auxiliar os deficientes visuais em suas atividades, principalmente a locomoção em ambientes públicos, pois seu peso e estrutura não atrapalham na locomoção e realização desta atividade pelo usuário.

Assim como desejado, as etiquetas foram lidas e identificadas por parte do sistema embarcado, em seguida, tal leitura foi repassada para o aplicativo que retornou ao usuário a posição fictícia juntamente com suas adjacências, assim como definidas no código da aplicação.

Através dos resultados obtidos nos testes, comprovou-se que o sistema é altamente viável, tanto em relação a sua eficiência, uma vez que, teve excelente desempenho em todos os testes realizados, quanto em relação a sua economicidade, já que, seu custo de desenvolvimento mostrou-se altamente acessível. Demonstrando assim, que seu objetivo inicial foi alcançado com êxito.

Desta forma, a pesquisa e criação deste protótipo é apenas um ponto de partida para novos e mais complexos protótipos como, por exemplo, quando adicionamos um sensores, tais como sensor ultrassônico para identificação de objetos, uma fonte de energia solar para melhor manuseio no dia a dia, um botão de alerta, que teria como objetivo avisar a pessoas próximas um provável acidente ou assalto, um sistema que auxiliasse na localização da bengala e monitoramento geográfico, atendendo cada vez mais de forma precisa a anseios da comunidade de deficientes visuais no que concerne a sua locomoção.

Há também a possibilidade de conexão do arduino com redes wifi com a aquisição do módulo wireless ESP8266, podendo trabalhar como um Ponto de Acesso (Access Point) ou como uma Estação (Station), enviando e recebendo dados. Dessa forma, como trabalhos futuros vislumbramos o mapeando de ambientes, enviando informações para uma leitura detalhada do

trajeto para o usuário ou um acompanhante ou familiar que não esteja no local e deseje se assegurar da segurança do deficiente visual.

REFERÊNCIAS

- AndroidPro. **App Inventor**: Guia de Criação de Apps, 2021. Disponível em: <https://www.androidpro.com.br/blog/desenvolvimento-android/app-inventor/>. Acesso em: 08 set. 2022.
- Arduino. (2021). **store. Arduino**. Disponível em: <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>. Acesso em: 24 nov. 2022.
- BANZI, Massimo. **Whats is Arduino?** Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction/>. Acesso em: 01 jun. 2022.
- BERSCHE, Rita; SARTORETTO, Mara Lúcia. **Introdução ao Conceito de Tecnologia Assistiva**. 2022. Disponível em: <https://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>. Acesso em: 30 jul. 2022.
- BERSCHE, Rita; TONOLLI, J. Carlos. **Introdução ao Conceito de Tecnologia Assistiva**. 2006. Disponível em: <http://www.bengalalegal.com/tecnologia-assistiva>. Acesso em: 29 jul. 2022.
- Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados Centro de Documentação e Informação. **Portador de deficiência Visual Guia Legal** .3ª.ed. Brasília, 2013.
- CONHEÇA o brasil: população pessoas com deficiência. [S. l.], 2010. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>. Acesso em: 23 fev. 2021.
- BRASIL**. Decreto nº 5.296 de 02 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm. Acesso em: 07 set.2022.

ELETROGATE. **Módulos Bluetooth HC05 e HC06 para Comunicação com Dispositivos Móveis com Arduino**. 2022. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/modulos-bluetooth-hc05-e-hc06-para-comunicacao-com-dispositivos-moveis-com-arduino/>. Acesso em: 28 out. 2022.

GUIMARÃES, Fabio. **Módulo RFID RC522 com Arduino**. Janeiro 2021. Disponível em: <http://buildbot.com.br/blog/como-utilizar-o-sensor-ultrasonico-hc-sr04/>. Acesso em: 13 jul. 2022.

GUIMARÃES, Fabio; **Módulo RFID RC522 com Arduino**. 2021. Disponível em: <https://mundoprojetado.com.br/modulo-rfid-rc522/>. Acesso em: 01 set. 2022.

KOVACS, Leandro. **O que é RFID? Entenda como funciona essa tecnologia**. 2021. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-rfid-entenda-como-funciona-essa-tecnologia/>. Acesso em: 17 set. 2022.

MANDAÊ. **O que são etiquetas RFID e como elas otimizam sua logística**. Janeiro 2022. Disponível em: <https://www.mandae.com.br/blog/etiquetas-rfid-como-funcionam-e-quais-sao-as-suas-vantagens/>. Acesso em: 06 set. 2022.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MASCARENHAS, S. A. **Metodologia Científica**. 1ª. ed. São Paulo: Pearson Education, 2012.

M. ADIL KHAN. An Android-based Portable Smart Cane for Visually Impaired People. **15th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)**, Washington DC, p.1-6, 2021.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec, 2015.

MORREIRA, Priscila. **Acessibilidade:** conceitos e formas de garantia. Maio 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbee/a/qSWZwLwt63QkXHLJjtK5h6c/>. Acesso em: 04 fev. 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **O que é Tecnologia Assistiva?** Novembro 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdh/pt-br/navegue-por-temas/pessoa-com-deficiencia/acoes-e-programas/plano-nacional-de-tecnologia-assistiva>. Acesso em: 20 jan. 2023.

PONTOFRIO. ispuooci Folding Cane, Smart Alarm Foldable Cane with Light, Fashion Walking Cane for Women & Men, Canes ajustáveis para idosos, USB Direct Charging, Disponível em: https://www.pontofrio.com.br/ispuooci-folding-cane-smart-alarm-foldable-cane-with-light-fashion-walking-cane-for-women-men-canes-ajustaveis-para-idosos-usb-direct-charging-1554649168/p/1554649168?utm_medium=cpc&utm_source=bings_ads&IdSku=1554649168&idLojista=109444&msclkid=7ee0a342b82d11edb0f7c92d9cbac335. Acesso em: 14 jan. 2023.

SARTORETTO, Mara; BERSCH, Rita. **Assistiva Tecnologia e Educação**. Disponível em: : <https://www.assistiva.com.br/tassistiva.html#:~:text=O%20conceito%20Assistive%20Technology%2C%20traduzido,2432>). Acesso em: 04 out. 2022.

THOMSEN, Adilson; **Deficiência Visual**. 2014. Disponível em: <https://www.justica.pr.gov.br/Pagina/Deficiencia-Visual#:~:text=A%20defici%C3%Aancia%20visual%20%C3%A9%20a,lentes%2C%20tratamento%20cl%C3%ADnico%20ou%20cir%C3%BArgico>. Acesso em: 31 out. 2022.

ULTRACANE; **UltraCane**. Disponível em: <https://www.ultracane.com/ultracane/ultracane>. Acesso em: 31 jan. 2023.

VINEETH. Smart Cane for Visually Impaired Person. 2021 **International Conference on Intelligent Technologies (CONIT)**, Karnataka, india, p.1-6, 2021.