

**BRILLE PARA TODOS! SISTEMA MICROCONTROLADO
PARA A ALFABETIZAÇÃO UTILIZANDO TATO E AUDIÇÃO.**

CAMPINAS

2025

IFSP - INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO - CÂMPUS CAMPINAS

CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO

CURSO TÉCNICO EM ELETRÔNICA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO

**BRaille PARA TODOS! SISTEMA MICROCONTROLADO
PARA A ALFABETIZAÇÃO UTILIZANDO TATO E AUDIÇÃO.**

Clara Santos Letieri -1º ano do ensino médio

Lara Amorim de Andrade -1º ano do ensino médio

Nicole Militão Livotto-1º ano do ensino médio

Orientador: Prof. Dr eng. Edson Anício Duarte

CAMPINAS

2025

RESUMO

O objetivo deste projeto é desenvolver um equipamento tecnológico para auxiliar o processo de alfabetização em braille de pessoas cegas ou de baixa visão fornecendo autonomia ao indivíduo durante este processo. Atualmente o IBGE aponta que cerca de 5,6 milhões de brasileiros possuem algum tipo de deficiência visual, somado a este número 74% das pessoas cegas ou de baixa visão não são alfabetizadas em Braille(RAMOS, 2023). A proposta deste trabalho é desenvolver um equipamento que possa ser utilizado tanto por pessoas cegas ou de baixa visão como também por indivíduos na faixa etária da alfabetização, para isso será utilizado um sistema com microcontroladores, sensores RFID, alto-falantes e botões. O projeto é composto por várias letras, semelhante a pedras de dominó, com a letra em bastão e o respectivo símbolo em Braille, o usuário irá colocar as peças disponíveis no tabuleiro e o sistema irá identificar a palavra correspondente, assim que a tecla play for acionada, a palavra montada irá ser sonorizada. O protótipo irá utilizar componentes comerciais para sua fabricação e será manufaturado em um ambiente maker, desta forma espera-se que devido a sua portabilidade e baixo custo sua disponibilização seja viável em todo o território nacional.

Palavras Chaves:Alfabetização em braille,autonomia,baixo custo.

ABSTRACT

The objective of this project is to develop a technological equipment to assist the process of literacy in braille of blind or low vision people providing autonomy to the individual during this process. Currently the IBGE points out that about 5.6 million Brazilians have some kind of visual impairment, added to this number 74% of blind or low vision people are not literate in Braille(RAMOS, 2023). The proposal of this work is to develop an equipment that can be used both by blind or low vision people as well as individuals in the age group of literacy, for this will be used a system with microcontrollers, RFID sensors, speakers and buttons. The project consists of several letters, similar to domino stones, with the letter in stick and the respective symbol in Braille, the user will put the available pieces on the board and the system will identify the corresponding word, as soon as the play key is activated, the mounted word will be sonorized. The prototype will use commercial components for its manufacture and will be manufactured in a maker environment, thus it is expected that due to its portability and low cost its availability is feasible throughout the national territory.

Keywords: Literacy in braille, autonomy, low cost.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: letras minúsculas em braille.....	7
Figura 2: Foto de uma criança fazendo uma leitura em braille juntamente de sua orientadora	8
Figura 3: Máquina perkins.....	9
Figura 4: Peças numéricas.....	10
Figura 5: Encapsulamento do projeto – Montado.....	11
Figura 6: Desenho inicial do protótipo.....	13
Figura 7: Desenho do encapsulamento do dispositivo.....	14
Figura 8: Organograma.....	16
Figura 9: Diagrama de blocos.....	16
Figura 10: Programação.....	19
Figura 11: Circuito elétrico do projeto.....	20
Figura 12: Teste de bancada.....	22
Figura 13: Desenvolvimento de Hardware.....	23
Figura 14: Placa de circuito impressa.....	23
Figura 15: Caixa do dispositivo impressa.....	24
Figura 16: Peças braille impressas.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista de materiais	16
-------------------------------------	----

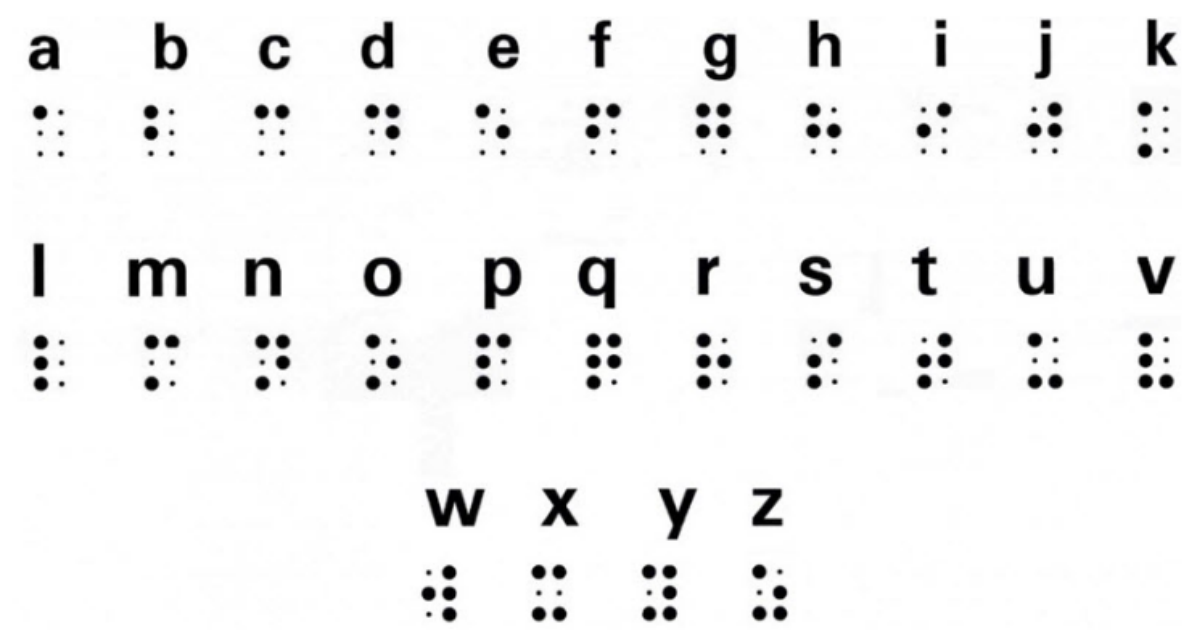
SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Escopo.....	10
1.2 Justificativa.....	10
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Objetivos específicos.....	13
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
2.2 Diagrama de Blocos.....	17
2.3 Lista de Materiais.....	18
Tabela 1: Lista de materiais.....	18
2.4 Programação.....	19
2.5 Hardware.....	21
3 RESULTADOS.....	23
Fonte: Próprios autores.....	25
3.1 Próximos Passos.....	26
4 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

O sistema Braille é um código universal de leitura tátil e de escrita, usado por pessoas cegas, inventado na França por Louis Braille, que ficou cego após um acidente na infância. Seu código é baseado em uma grade de seis pontos, dispostos em duas colunas verticais de três pontos. Diferentes combinações desses pontos representam cada letra do alfabeto, números e sinais de pontuação. (VISION IP, 2015). A figura 1 mostra as letras minúsculas representadas no sistema Braille.

Figura 1: letras minúsculas em braille



Fonte: VISION IP

Atualmente, milhões de brasileiros convivem com os desafios impostos pela deficiência visual. Ademais, o analfabetismo entre pessoas com deficiência atinge 19,5%, enquanto na população sem deficiência chega a apenas 4,1%. Essa realidade é agravada pelo fato de apenas 25,6% das pessoas com deficiência terem concluído o ensino médio, comparado a 57,3% daquelas sem deficiência (BRASIL, 2023).

O sistema Braille continua sendo o principal recurso para a alfabetização de pessoas cegas, mas enfrenta obstáculos sérios e globais como a escassez de professores especializados, carência de materiais adaptados e custos elevados em tecnologias assistivas. (L, Johnson, 1996). Diante disso, é notável o quão difícil é a inclusão de deficientes visuais no ambiente de escolas regulares (PEPSIC, 2022). A figura 2 mostra um exemplo do braille sendo usado em sala de aula.

Figura 2: Foto de uma criança fazendo uma leitura em braille juntamente de sua orientadora



Foto: Milena Brandão

A partir desta observação, surge o questionamento: como tornar o aprendizado do Braille mais acessível, interativo, eficaz e autônomo? Este projeto propõe o desenvolvimento de um kit didático de baixo custo para auxiliar na alfabetização em Braille, oferecendo uma ferramenta prática para apoiar o processo de ensino e promover maior inclusão educacional, fortalecer a autonomia no processo de alfabetização, diminuir a dependência de profissionais especializados e oferecer um instrumento pedagógico interativo e inclusivo.

Assim, o “Braille para Todos” propõe-se como uma alternativa prática e eficiente para apoiar a alfabetização de pessoas com deficiência visual, contribuindo significativamente para a inclusão educacional, social e profissional dessa parcela da população.

1.1 Escopo

Desenvolver uma Tecnologia Assistiva que é um kit de alfabetização em Braille microcontrolado para pessoas cegas ou de baixa visão, que seja portátil, com letras para possibilitar a formação de palavras, que tenha sonorização, cores contrastantes, que utilize materiais comerciais e possa ter abrangência para que crianças em fase de alfabetização possam utilizar esta Tecnologia ganhando maior autonomia no processo de aprendizagem.

1.2 Justificativa

Segundo o censo escolar da educação básica 91.188 mil alunos cegos ou de baixa visão estão matriculados no sistema regular de ensino, e 7,3% dos alunos da educação

especial estão em classes exclusivas, ou seja, aproximadamente 6.650 deficientes visuais estão em escolas ou classes especializadas. Apesar desses números expressivos, a realidade enfrentada por esses estudantes ainda é marcada pela escassez de recursos pedagógicos acessíveis (MEC, 2006).

A falta de materiais didáticos adaptados em Braille, a ausência de recursos de escrever em Braille, associadas ao seu alto preço de aquisição e a carência de profissionais capacitados comprometem diretamente o processo de alfabetização, fazendo com que muitos alunos atuem apenas como ouvintes em sala de aula. Ademais, foi constatado que grande parte das tecnologias assistivas voltadas para esse público não oferecem um estímulo sensorial completo. Falta uma ligação direta entre o tato e a audição, o que poderia facilitar a associação entre símbolo e som, fundamental no processo de alfabetização. A figura 3 mostra a máquina Perkins, que atualmente é usada na alfabetização de alunos deficientes visuais. Seu preço varia de 10 a 20 mil reais e não há a conexão entre símbolo e som.

Figura 3: Máquina Perkins



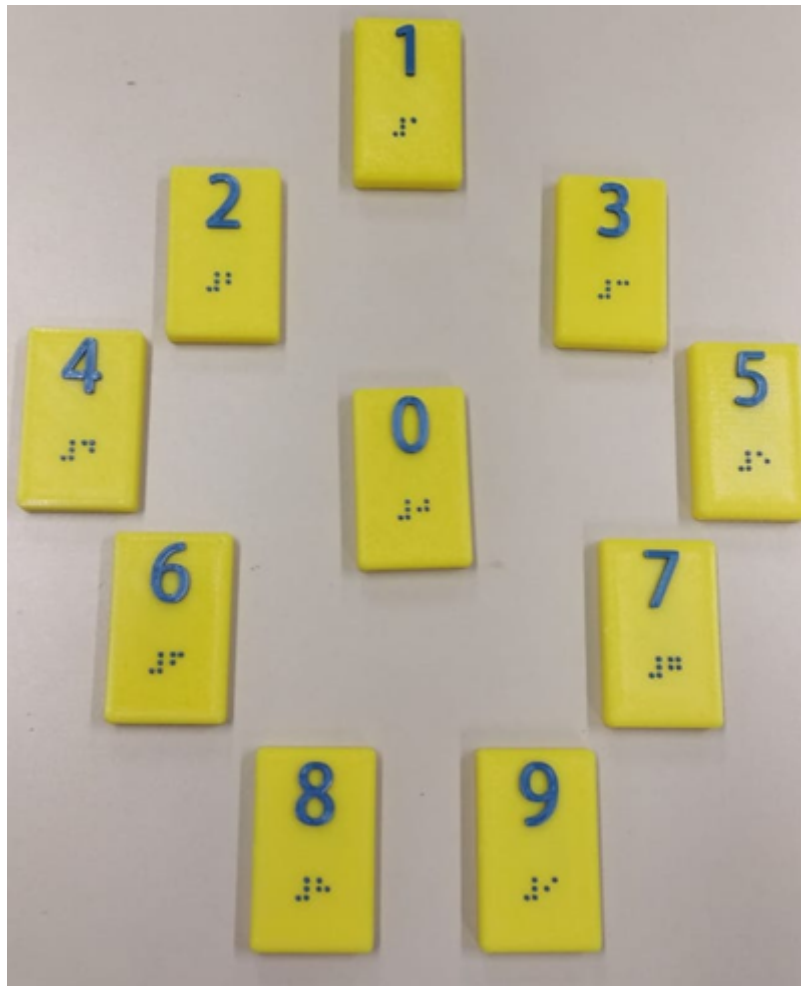
Fonte: PERKINS

Durante a fase de pesquisa, os alunos perceberam que o processo de aprendizado do Braille costuma ser lento e muitas vezes desestimulante, especialmente para crianças em idade escolar. Muitos estudantes com deficiência visual dependem exclusivamente de professores especializados ou do uso dos equipamentos caros e complexos existentes, o que dificulta a continuidade dos estudos fora do ambiente escolar. Esse cenário gera desmotivação e retarda a aquisição da leitura e da escrita.

Este desenvolvimento teve como inspiração o projeto Interactive Braille: kit para alfabetização em Braille a baixo custo, que foi desenvolvido por alunos do IFSP-Campus Campinas no ano de 2019 (PEREIRA; SANTOS; SOUZA JUNIOR, [2019])

Com base nisso, surge a necessidade de um recurso mais intuitivo e acessível, capaz de integrar diferentes sentidos e reforçar o aprendizado de forma prática enquanto que utilizava um conjunto de peças dos modelos finais desenvolvidas, mostradas na figura 4.

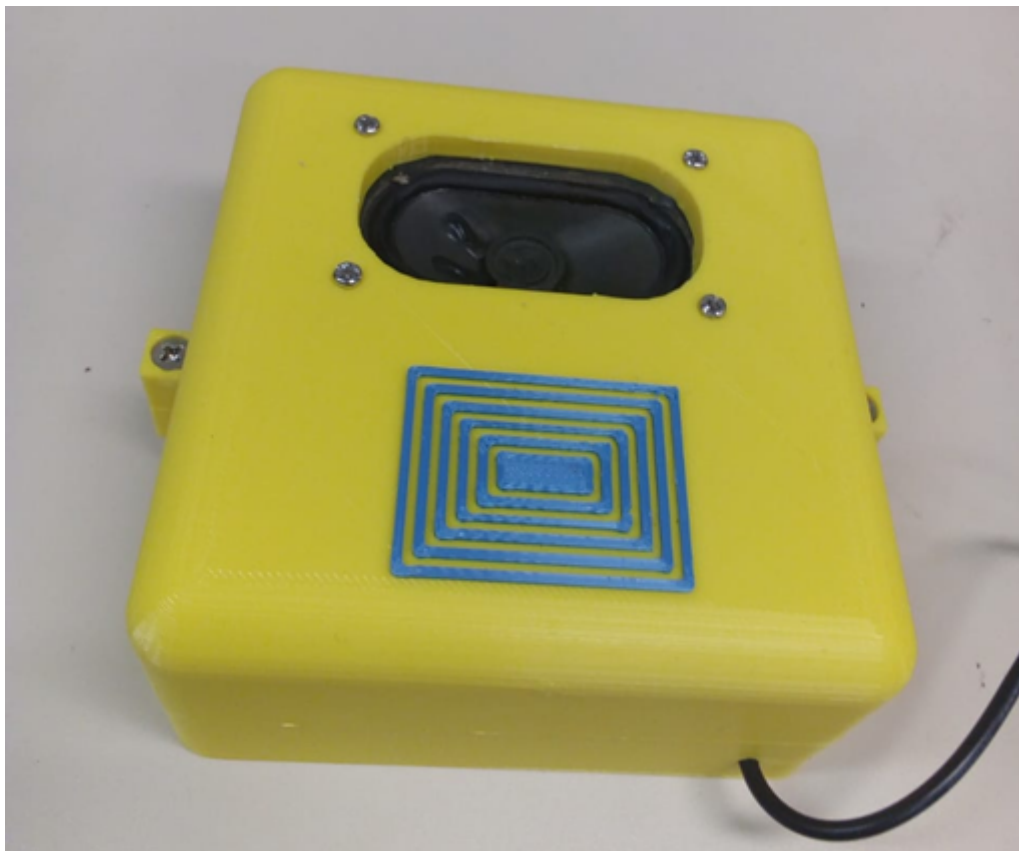
Figura 4: Peças numéricas



Fonte: (PEREIRA; SANTOS; SOUZA JUNIOR, [2019])

O protótipo final desenvolvido por Santos et al. é mostrado na figura 4. Neste equipamento era possível realizar a leitura de somente uma célula Braille, o que era o limitante do projeto.

Figura 5: Encapsulamento do projeto – Montado



Fonte: (PEREIRA; SANTOS; SOUZA JUNIOR, [2019])

Considera a limitação orçamentária de muitas instituições de ensino. Então, a partir dessa realidade, surgiu a proposta do projeto “Braille para Todos”, como uma alternativa viável para ampliar o acesso ao aprendizado do sistema Braille de forma dinâmica e inclusiva. O dispositivo microcontrolado desenvolvido pelos alunos funciona por meio de tags de RFID, que, ao serem identificadas pelo sensor, emitem por áudio o som correspondente à letra ou palavra, permitindo ao usuário relacionar o símbolo tátil à sua sonoridade. Essa associação contribui para o avanço do processo de alfabetização, especialmente nas etapas iniciais.

As comunidades que irão se beneficiar com essa iniciativa incluem escolas inclusivas, bibliotecas públicas, instituições de apoio à pessoa com deficiência e famílias de estudantes cegos ou com baixa visão. A proposta também se mostra eficaz como ferramenta complementar no processo de reabilitação de adultos que perderam a visão ao longo da vida e precisam reaprender formas de comunicação escrita.

Dessa forma, a proposta do projeto se justifica não apenas pela inovação de sua abordagem, mas também pelo seu potencial social, educacional e humano, já que promove inclusão, acessibilidade e igualdade de oportunidades no ambiente escolar e além dele.

1.3 Objetivos

Desenvolver um dispositivo microcontrolado capaz de identificar letras e palavras por meio de tags RFID e emitir o som correspondente tem como objetivo facilitar o processo de alfabetização de pessoas cegas ou com baixa visão, promovendo maior autonomia e engajamento no aprendizado.

Este equipamento contribui para tornar o ensino do sistema Braille mais acessível, autônomo, dinâmico e eficaz, ao permitir que o usuário associe o tato à audição de forma imediata. Com essa tecnologia, espera-se reduzir a dependência de métodos tradicionais e incentivar o aprendizado contínuo, inclusive fora do ambiente escolar, fortalecendo a inclusão educacional e social de pessoas com deficiência visual.

1.3.1 *Objetivos específicos*

- a) Criar uma base de dados com letras e palavras associadas aos respectivos arquivos de áudio;
- b) Integrar os arquivos de áudio ao sistema utilizando armazenamento interno ou externo acessível via microcontrolador;
- c) Realizar testes de bancada para validar o funcionamento do sistema e corrigir possíveis falhas de hardware e software;
- d) Desenvolver modelos 3D das letras com os respectivos códigos em Braille e letras em bastão;
- e) Otimizar o consumo de energia do dispositivo para garantir portabilidade e autonomia durante o uso.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto tem como objetivo desenvolver um dispositivo microcontrolado capaz de identificar letras e palavras através de tags RFID e emitir o som correspondente, facilitando a aprendizagem do sistema Braille para pessoas cegas ou com baixa visão. Ao proporcionar uma interação tátil e auditiva integrada, o equipamento busca tornar o processo de alfabetização mais acessível, dinâmico, autônomo e inclusivo.

O sistema é composto por um microcontrolador responsável por controlar a leitura das tags RFID posicionadas em um painel tátil. Cada tag está associada a uma letra ou palavra específica do alfabeto Braille. Quando o usuário posiciona a tag no equipamento, o leitor RFID captura o código correspondente e envia essa informação para o microcontrolador, que então ativa o módulo de áudio para reproduzir o som da letra ou palavra identificada. A figura 6 mostra a proposta inicial do protótipo, nela pode ser visualizado o local das TAGs com a letra bastão impressa e o respectivo código em Braille, os alto-falantes e as teclas para play e stop. A figura foi desenvolvida utilizando a plataforma tinkercad.com.

Figura 6: Desenho inicial do protótipo

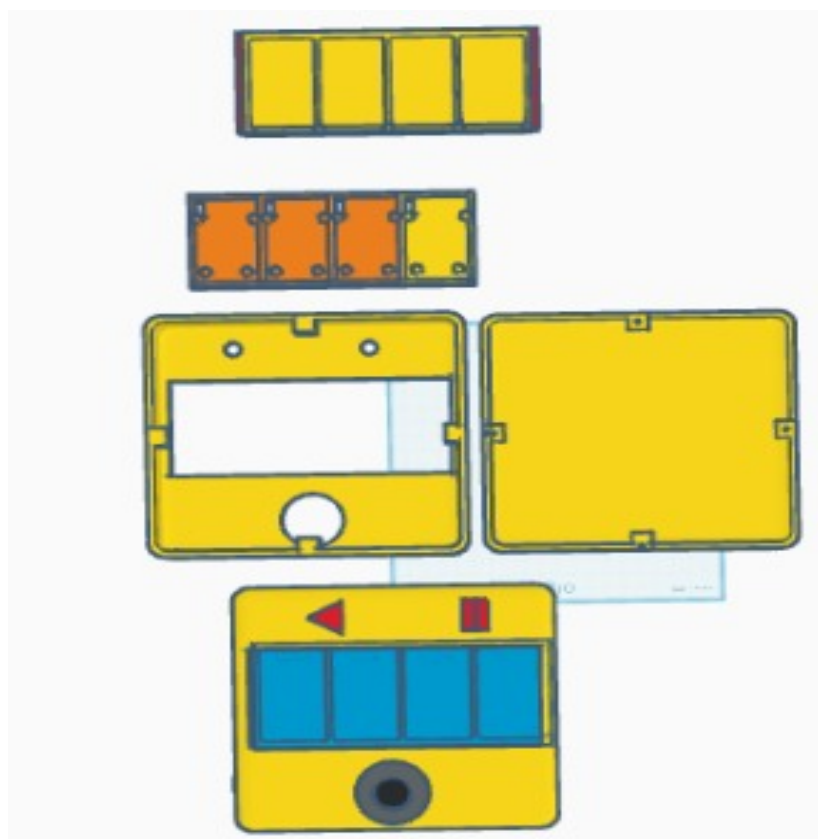


Fonte: Próprios autores.

Para o desenvolvimento do projeto, foram utilizados os seguintes materiais principais: um microcontrolador (como Arduino ou similar), um leitor RFID compatível com as tags utilizadas, tags RFID para codificação das letras e palavras, módulo de som com alto-falante para reprodução dos áudios correspondentes, além de uma interface física que integra o painel tátil onde as tags estão posicionadas.

O encapsulamento do dispositivo foi projetado para ser ergonômico e acessível, facilitando o manuseio de pessoas com deficiência visual e será totalmente montado em um espaço maker com o uso de impressoras 3D e cortadoras laser, como mostra a figura 7.

Figura 7: Desenho do encapsulamento do dispositivo



Fonte: Próprios autores.

O desenvolvimento do software envolveu a criação do algoritmo de leitura das tags, associação dos códigos às letras e palavras, e controle da reprodução sonora. Foram gravados arquivos de áudio com a pronúncia correta de cada letra e palavra, que foram integrados ao sistema para que a sonorização ocorra de forma imediata e clara. A linguagem de programação utilizada foi a linguagem C++.

Para a validação do protótipo, foram realizados testes em bancada, simulando o uso por pessoas com deficiência visual, para avaliar a precisão da leitura das tags, a qualidade do áudio emitido e a usabilidade do dispositivo. Ajustes foram feitos com base nos resultados obtidos, garantindo que o sistema atendesse às necessidades pedagógicas e funcionais do público-alvo.

Assim, o projeto “Braille para Todos” alia eletrônica, programação e design acessível para oferecer uma solução prática, educativa e inclusiva que pode ser aplicada em escolas, centros de reabilitação e ambientes domiciliares.

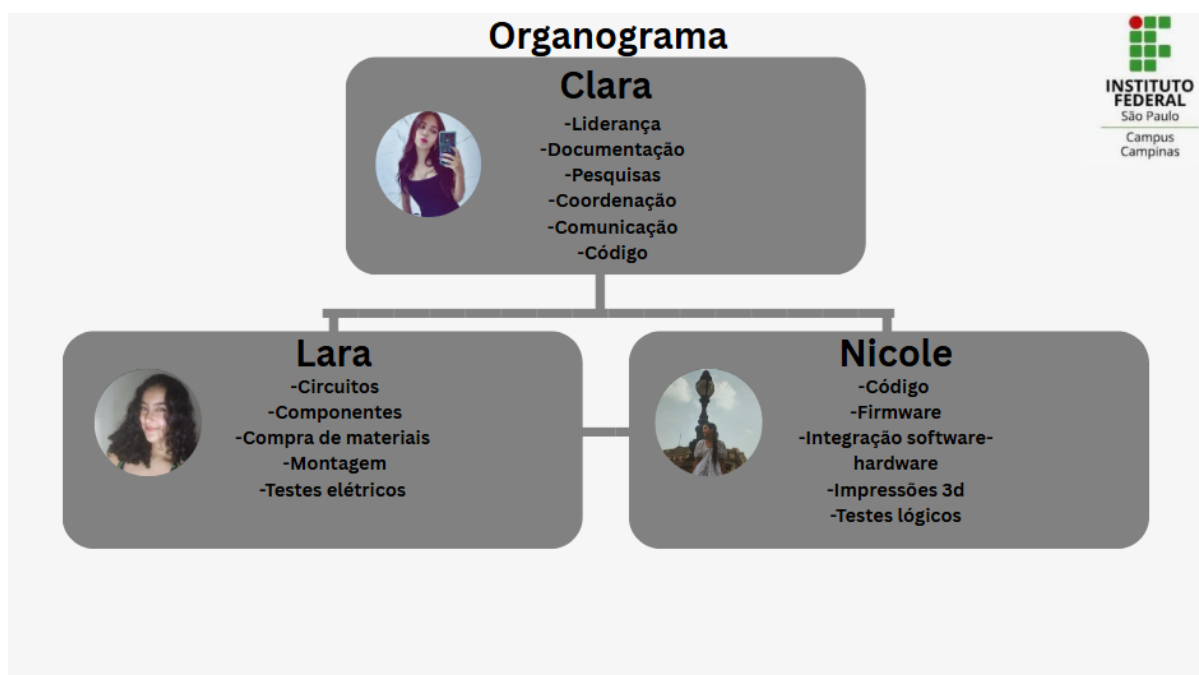
Para o desenvolvimento deste projeto foram desenvolvidos os seguintes itens:

- a) ORGANOGRAMA;
- b) DIAGRAMA DE BLOCOS;
- c) LISTA DE MATERIAIS;
- d) PROGRAMAÇÃO;
- e) HARDWARE.

2.1 Organograma

O Organograma apresentado na figura 8 mostra como o grupo foi organizado para desenvolver as atividades do projeto.

Figura 8: Organograma



Fonte: Próprios autores

O organograma foi elaborado levando em conta as habilidades de cada aluna e o curso de cada uma, as alunas Clara e Nicole estão matriculadas no curso de informática e a aluna Lara no curso de Eletrônica. Desta forma a integração das atividades entre a elaboração do código, design da placa eletrônica, comunicação e montagem foram distribuídos entre as integrantes.

2.2 Diagrama de Blocos

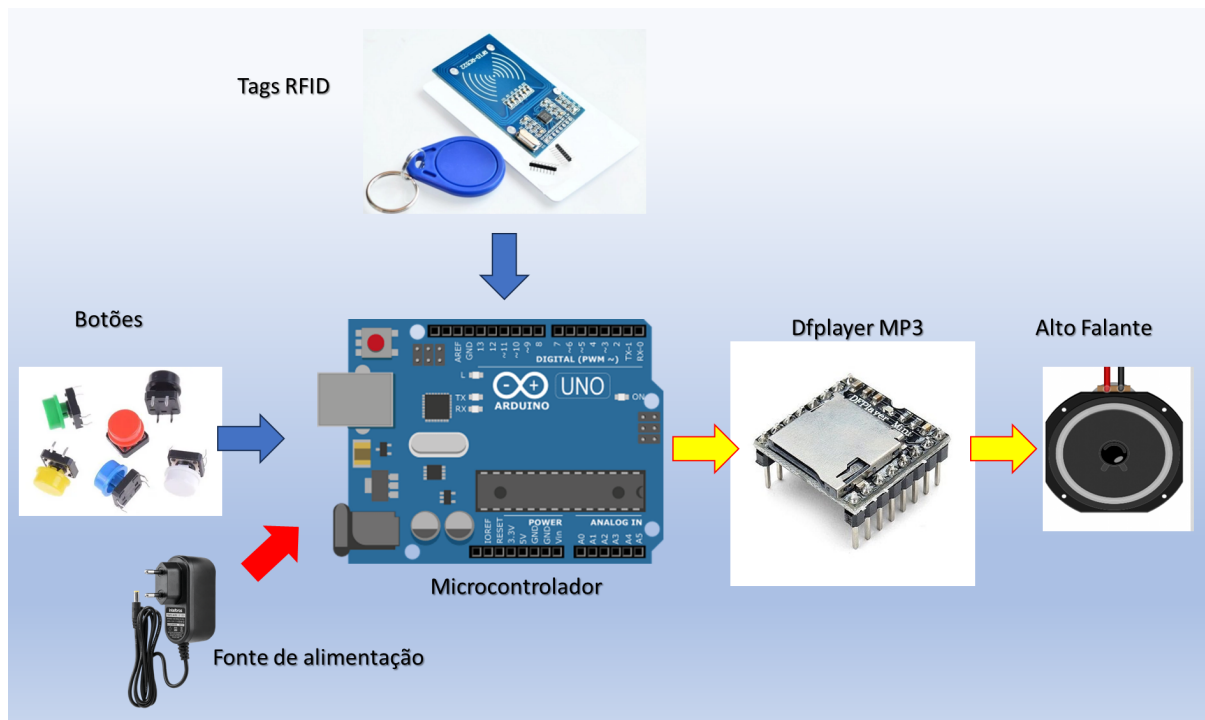
O diagrama de blocos mostra como os componentes se interligam e é mostrada na figura 8.

Esta figura é importante para o entendimento da integração entre os principais componentes do projeto e servirá de base para o desenvolvimento do projeto do circuito elétrico.

No diagrama de blocos mostrado na Figura 9, é possível compreender o funcionamento do circuito. As setas indicam o sentido do fluxo de informações e dados que trafegam entres os componentes. À medida que o usuário insere as TAGs no console, o leitor as identifica e envia essas informações ao microcontrolador.

Ao pressionar a tecla **Play**, o algoritmo verifica se a sequência de letras corresponde a uma palavra válida. Caso haja correspondência, os alto-falantes reproduzem o som da palavra. Se não houver, o sistema solicita que o usuário corrija a sequência.

Figura 9: Diagrama de blocos



Fonte: Próprios autores

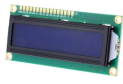
No módulo DFPlayer estão armazenadas todas as palavras reconhecidas, formadas a partir das cinco letras disponíveis para a língua portuguesa. Dessa forma, quando uma palavra correta é formada, o microcontrolador aciona o DFPlayer para reproduzir o áudio correspondente.

2.3 Lista de Materiais

Com base no diagrama de blocos foi elaborada a seguinte lista de materiais com seus respectivos quantitativos, mostrada na tabela 1.

Tabela 1: Lista de materiais

Item	Qtd	Nome	Código	Foto	Valor unitário R\$	Valor Total R\$
1	50	TAGs RFID	Adesivo RFID TAG RFID - 13,56MHZ		1,2	60,00
2	1	Dfplayer Mp3	12126		28,30	28,30

3	1	Arduino Uno	1810		45,00	45,00
4	2	Botões	6253		2,83	5,66
5	1	Alto Faltante	4843		17,14	17,14
6	50	Teclas impressas	1 kg de filamento PLA		100,00	100,00
7	1	Fonte 9V	289200		20,13	20,13
8	5	Leitores RFID	0020		16,92	84,60
9	2	Conversores 3,3V para 5V	0000000012256		6,89	13,78
10	1	Display LCD 16x2 I2C	570		12,67	12,67
11	1	Mini cartão de memória	0009		6,89	6,89
Total						394.17

Fonte: Próprios autores

2.4 Programação

A programação em C++ é amplamente utilizada para desenvolver algoritmos no ambiente do Arduino por diversos motivos. Em primeiro lugar, a própria plataforma Arduino foi construída tendo como base a linguagem C/C++. Isso permite controlar diretamente os recursos do microcontrolador — como pinos digitais, temporizadores e memória — de forma

precisa e com ótimo desempenho, para este projeto que lê entradas, lê os sensores e ativa as saídas de áudio.

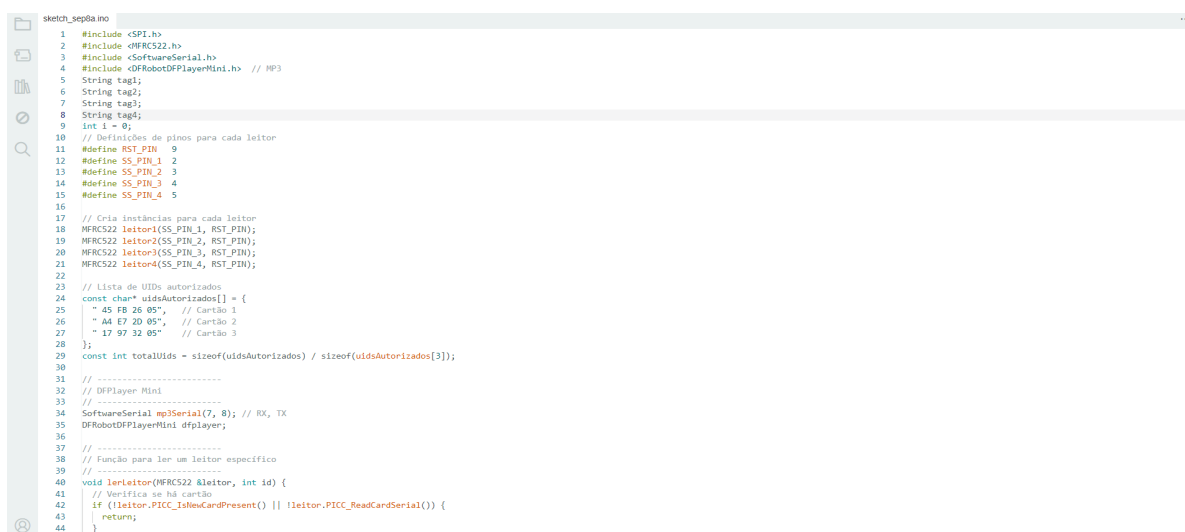
Além disso, a linguagem C++ possui uma sintaxe simples e clara, o que facilita o aprendizado para iniciantes e a criação de programas robustos e confiáveis. Por ser uma linguagem compilada, o C++ gera códigos executáveis muito rápidos e compactos, ideais para rodar em microcontroladores com recursos limitados, como os que equipam as placas Arduino.

Outro fator importante é a vasta quantidade de bibliotecas disponíveis que já foram desenvolvidas para a plataforma. Como essas bibliotecas também são escritas em C/C++, elas podem ser facilmente integradas aos projetos, ampliando as possibilidades e agilizando o processo de desenvolvimento.

Assim, a escolha da linguagem C++ para programação deste projeto, por ser uma linguagem de programação universal e muito eficiente, pode ser usada para diversas aplicações. Ela fornece uma interface simples, consistente e poderosa para sistemas (MENON, 2025).

A figura 10 mostra um pouco da programação realizada no arduino IDE

Figura 10: Programação



```
1 #include <SPI.h>
2 #include <MFRC522.h>
3 #include <SoftwareSerial.h>
4 #include <DFRobotDFPlayerMini.h> // MP3
5 String tag1;
6 String tag2;
7 String tag3;
8 String tag4;
9 int i = 0;
10 // Definições de pinos para cada leitor
11 #define RST_PIN 9
12 #define SS_PIN_1 2
13 #define SS_PIN_2 3
14 #define SS_PIN_3 4
15 #define SS_PIN_4 5
16
17 // Cria instâncias para cada leitor
18 MFRC522 leitor1(SS_PIN_1, RST_PIN);
19 MFRC522 leitor2(SS_PIN_2, RST_PIN);
20 MFRC522 leitor3(SS_PIN_3, RST_PIN);
21 MFRC522 leitor4(SS_PIN_4, RST_PIN);
22
23 // Lista de UIDs autorizados
24 const char* uidsAutorizados[] = {
25   " 45 FB 26 05", // Cartão 1
26   " 44 E7 2D 05", // Cartão 2
27   " 17 97 32 05", // Cartão 3
28 };
29 const int totalUids = sizeof(uidsAutorizados) / sizeof(uidsAutorizados[3]);
30
31 // -----
32 // DFPlayer Mini
33 // -----
34 SoftwareSerial mp3Serial(7, 8); // RX, TX
35 DFRobotDFPlayerMini dfplayer;
36
37 // -----
38 // Função para ler um leitor específico
39 // -----
40 void lerLeitor(MFRC522 &leitor, int id) {
41   // Verifica se há cartão
42   if (!leitor.PICC_IsNewCardPresent() || !leitor.PICC_ReadCardSerial()) {
43     return;
44   }
```

Fonte: Próprios autores

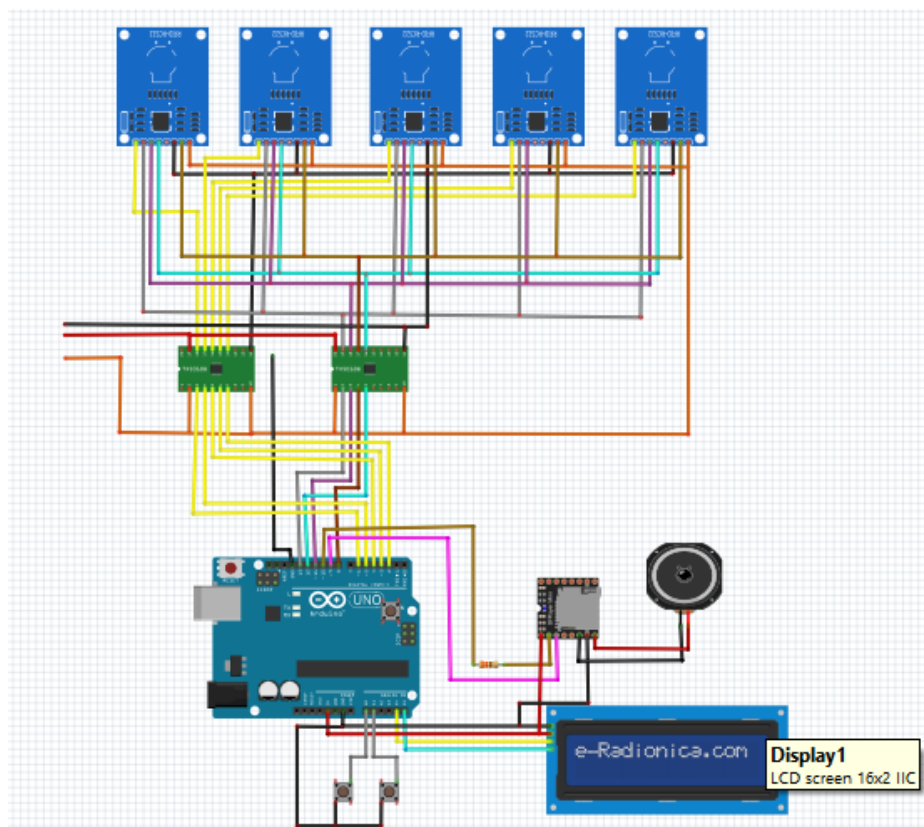
2.5 Hardware

Para o desenvolvimento do hardware foi utilizado o software Fritzing para interligar os componentes, a figura 11 mostra o circuito elétrico projetado.

Foi escolhido o microcontrolador da plataforma Arduino UNO por ter as entradas e saídas suficientes para o projeto, ter custo acessível, fácil de ser adquirido, ter a capacidade de processamento necessária e no curso de eletrônica da escola é o dispositivo que é ensinado nas aulas, assim facilita o encaminhamento do projeto.

O uso do LCD 16x2 foi escolhido para dar uma opção a mais ao projeto, pois o projeto é direcionado às pessoas cegas e de baixa visão, como uso do display, este equipamento pode ser utilizado por pessoas que tem a visão normal e estão em fase de alfabetização, assim o projeto vai de encontro com as propostas do Desenho Universal.

Figura 11: Circuito elétrico do projeto



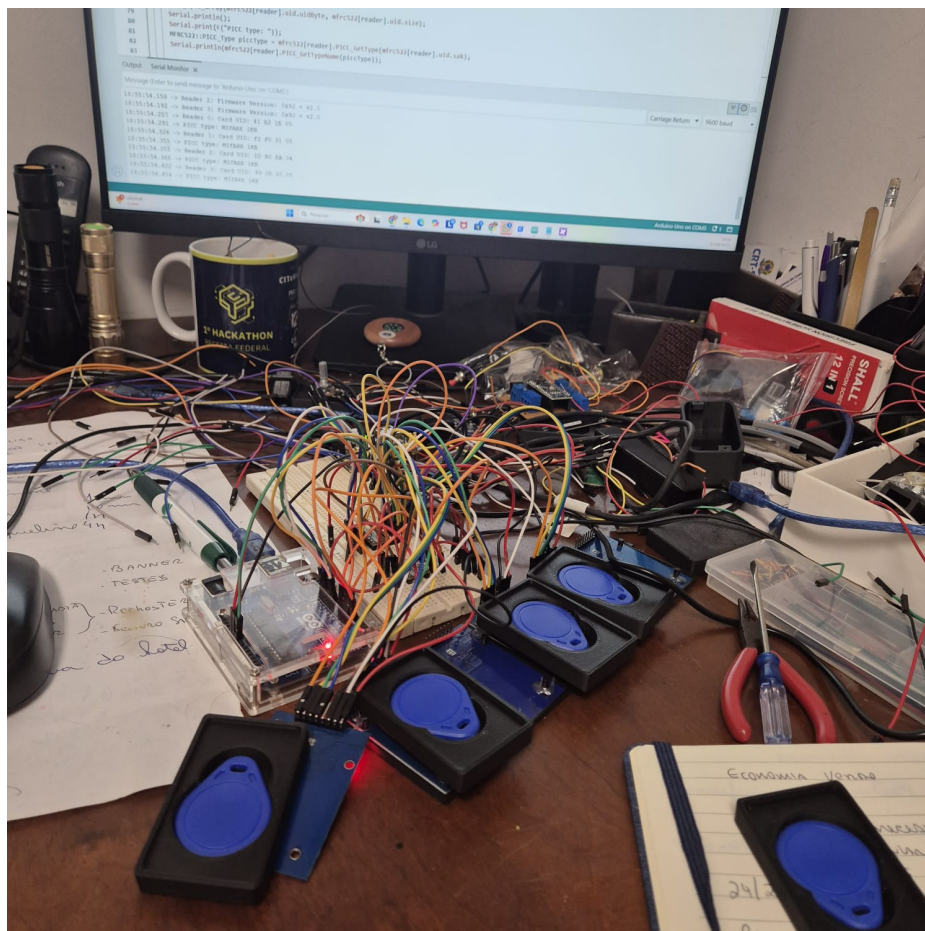
Fonte: Próprios autores.

No circuito mostrado na figura 8, pode ser observado a ligação dos 5 leitores RFID com o microcontrolador, as saídas para o DfPlayer onde estão os áudios gravados das palavras, o alto falante para sonorização das palavras e um display LCD para servir de interface com o usuário.

3 RESULTADOS

A figura 12 mostra os resultados preliminares do projeto montado em fase de testes em bancada para verificar se a programação e a comunicação entre os dispositivos funcionam antes de passar para uma versão definitiva

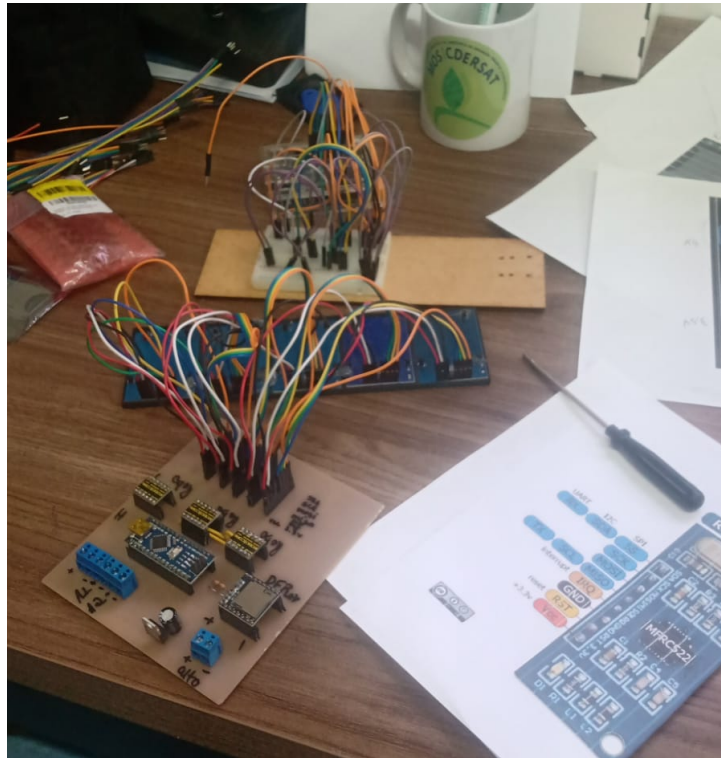
Figura 12: Teste de bancada



Fonte: Próprios autores.

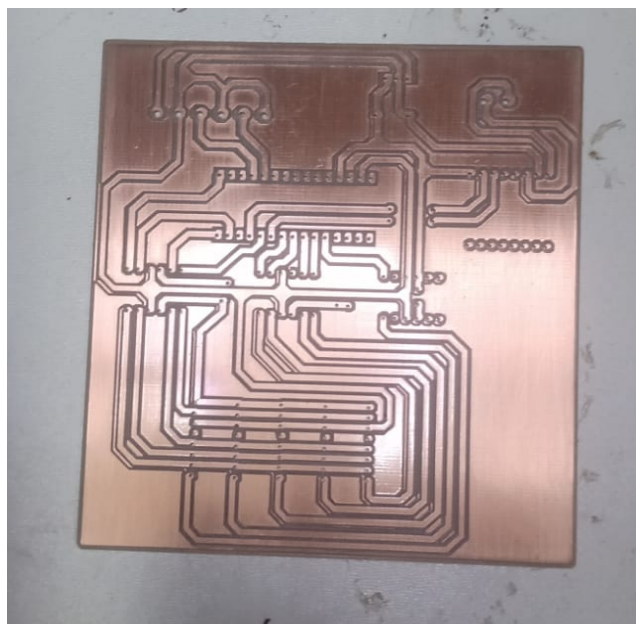
Já a figura 13 mostra a etapa de desenvolvimento de hardware onde está sendo testada a integração entre a placa e os módulos externos antes de finalizar o projeto. E a imagem 14 mostra a placa de circuito impressa já fabricada, que será a base final do circuito.

Figura 13: Desenvolvimento de Hardware



Fonte: Próprios autores.

Figura 14: Placa de circuito impressa



Fonte: Próprios autores.

Já as representações 15 e 16 mostram a caixa do dispositivo e também as peças braille já impressas na impressora 3d.

Figura 15: Caixa do dispositivo impressa



Fonte: Próprios autores.

Figura 16: Peças braille impressas



Fonte: Próprios autores.

O protótipo desenvolvido permite a um usuário com deficiência visual montar palavras no tabuleiro de forma completamente independente, usando peças com letra bastão e símbolo Braille. Após posicioná-las, o sistema – baseado em microcontroladores, sensores RFID, alto-falantes e botões – identifica automaticamente a palavra e a reproduz por som ao acionar a tecla “play”. Esse resultado, comprova a hipótese de que o dispositivo promove autonomia e reduz a necessidade de mediadores humanos no aprendizado.

3.1 Próximos Passos

Com o protótipo em fase final de desenvolvimento, os próximos passos envolvem testagens técnicas e de usabilidade com usuários cegos ou de baixa visão, seguidas por ajustes no sistema conforme o feedback obtido. Em seguida, será feita a produção em pequena escala e a aplicação em ambientes escolares, com a capacitação de educadores para seu uso. O projeto também prevê a documentação completa do equipamento, buscando parcerias para ampliar sua produção e distribuição. Futuramente, pretende-se expandir o sistema com novos módulos idiomas e conteúdos, tornando-o ainda mais acessível, universal e versátil para diferentes contextos educacionais.

4 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto Braille para Todos nasce da urgência em combater a exclusão educacional vivida por milhares de pessoas cegas no Brasil. Com mais de 500 mil pessoas cegas e uma taxa alarmante de 74% não alfabetizadas em Braille, torna-se evidente a ausência de políticas públicas eficazes, tecnologias acessíveis e formação adequada para educadores.

Diante deste cenário, propomos uma solução inovadora e de baixo custo: um sistema microcontrolado com uso de RFID que identifica sequências de letras e as transforma em som, facilitando o aprendizado lúdico do Braille desde a infância. Essa ferramenta visa democratizar o acesso à alfabetização, promovendo a autonomia, inclusão e cidadania para pessoas cegas, especialmente aquelas em contextos de vulnerabilidade.

REFERÊNCIAS

BARROS, Alessandra Belfort ; DA SILVA, Silvana Maria Moura; DA COSTA, Maria Da Piedade Resende. **Dificuldades no processo de inclusão escolar: percepções de professores e de alunos com deficiência visual em escolas públicas**. PePsic, 2015.

Disponível em:

https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-711X2015000100010.

Acesso em: 12 abr. 2025.

PEREIRA, Alex Vieira; SANTOS, Pablo Cavalcante dos; SOUZA JUNIOR, Wagner Roberto de; DUARTE, Edson Anício (Orient.); BORTOLOTTI, João Alexandre (Coorient.). *Interactive Braille: kit para alfabetização em Braille a baixo custo*. Campinas: Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Campinas, [2020?].

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **CENSO ESCOLAR DA EDUCAÇÃO BÁSICA 2023: RESUMO TÉCNICO**. Brasília, DF: Inep, 2023.

GARCIA, Fabiane Maia ; BRAZ , Aissa Thamy Alencar Mendes. **Deficiência visual: caminhos legais e teóricos da escola inclusiva**. redaky, 2020. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/3995/399563646008/html/>. Acesso em: 20 abr. 2025.

GOMES, Irene. **Pessoas com deficiência têm menor acesso à educação, ao trabalho e à renda**. agência de notícias do IBGE, 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>. Acesso em: 13 abr. 2025.

HOSPITAIS BRASIL. **Dia Nacional do Braille: alunos com deficiência visual enfrentam dificuldades de alfabetização**. 2016. Disponível em 52 . Acesso em 06 de maio 2018.

L, Johnson. **The Braille Literacy Crisis for Children**. SageJournals, 1996. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0145482X9609000323>. Acesso em: 17 abr. 2025.

MENON, Kartik. *Top 10 reasons to learn C++ language in 2025*. Simplilearn, 9 jun. 2025. Disponível em: <https://www.simplilearn.com/tutorials/cpp-tutorial/learn-cpp>. Acesso em: 9 set. 2025.

PERKINS BRAILLER. *Perkins Braille*. Disponível em: <https://brailleur.perkins.org/> Acesso em: 12 abr. 2025.

RAMOS, Roberta . **IBGE aponta que mais de 6 milhões de pessoas têm deficiência visual no Brasil: Dispositivo desenvolvido na Univali auxilia na locomoção de pessoas cegas**. Univali, 2023. Disponível em: <https://www.univali.br/noticias/Paginas/ibge-aponta-que-mais-de-6-milhoes-de-pessoas-tem-deficiencia-visual-no-brasil.aspx>. Acesso em: 12 abr. 2025.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO ESPECIAL , Ministério Da Educação . **A inclusão escolar de alunos com necessidades educacionais especiais: DEFICIÊNCIA FÍSICA**. Portal MEC, 2006. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/deffisica.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2025.

VISION IP. Inicial Page. [S. l.], [2015]. Disponível em: <https://www.visionip.org/>. Acesso em: 12 abr. 2025.