

## Desenvolvimento de uma impressora universal de caracteres Braille e visíveis

### *Development of a universal Braille and visible character printer*

### *Desarrollo de una impresora universal de caracteres Braille y visibles*

#### Resumo

Este trabalho apresenta uma alternativa de integração de pessoas cegas ou com baixa visão, por meio do desenvolvimento de uma impressora de textos de leitura tátil pelo Sistema Braille, sobreposta a textos de leitura visual. Propõe-se o desenvolvimento de uma impressora em Braille de baixo custo, considerando os elevados preços das impressoras disponíveis no mercado. Como forma de facilitar a integração de pessoas cegas ou com baixa visão, por exemplo, em sala de aula, este projeto, em seu ponto mais inovador, propõe o desenvolvimento de um equipamento capaz de sobrepor textos visuais e táteis, em um documento único. Com esse benefício, um professor poderá disponibilizar material didático único, escrito para alunos de uma turma com pessoas cegas ou com baixa visão e alunos capazes de desenvolver leitura visual. Deste modo, professores, alunos e familiares que não compreendem a escrita Braille poderão se comunicar melhor com essas pessoas, criando um ambiente educacional inclusivo. Um protótipo de uma impressora universal capaz de imprimir textos de leitura tátil sobrepostos a textos de leitura visual foi desenvolvido com o uso de softwares de simulação mecânica e eletroeletrônica. Também foram analisados softwares para a utilização do equipamento

**Palavras-chave:** inclusão de pessoas cegas ou com baixa visão; impressão braille; impressão sobreposta braille e visual; impressora CNC.

#### Abstract

*This work presents an alternative for blind or visually impaired people's integration through the development of a printer for tactile reading texts in Braille, overlaid on visual reading texts. We proposed the development of a low-cost Braille printer, considering the high prices of printers available in the market. To facilitate the integration of blind or visually impaired people, for example, in the classroom, this project, in its most innovative aspect, proposes the development of a device capable of overlaying visual and tactile texts into a single document. With this benefit, a teacher could provide unique educational material written for students in a class with blind or visually impaired students, as well as students capable of visual reading. In this way, teachers, students, and family members who do not understand Braille writing could communicate better with these individuals, creating an inclusive educational environment. A prototype of a universal printer capable of printing tactile reading texts overlaid on visual reading texts was developed using mechanical and electro-electronic simulation software. Software for using the equipment was also analyzed.*

**Keywords:** inclusion of blind or visually impaired people; braille printing; overlaid braille and visual printing; CNC printer.

**Jucineudo Ferreira Almeida**  

Instituto Federal do Ceará, Campus Limoeiro do Norte, Limoeiro do Norte, Ceará  
Jucineudof@gmail.com

**Marcello Anderson Ferreira Batista Lima**  

Instituto Federal do Ceará, Campus Limoeiro do Norte, Limoeiro do Norte, Ceará  
marcello@ifce.edu.br



## Resumen

*Este trabajo presenta una alternativa para la integración de personas ciegas o con baja visión a través del desarrollo de una impresora de textos en lectura táctil mediante el Sistema Braille, superpuesto a textos de lectura visual. Se propone el desarrollo de una impresora en Braille de bajo coste, teniendo en cuenta los altos precios de las impresoras disponibles en el mercado. Con el fin de facilitar la integración de personas ciegas o con baja visión, por ejemplo, en el aula, este proyecto, en su aspecto más innovador, propone el desarrollo de un equipo capaz de superponer textos visuales y táctiles en un único documento. Con este beneficio, un profesor podrá disponer de material didáctico único, escrito tanto para alumnos de una clase con personas ciegas o con baja visión como para alumnos capaces de desarrollar lectura visual. De este modo, profesores, alumnos y familiares que no comprenden la escritura Braille podrán comunicarse mejor con estas personas, creando un entorno educativo inclusivo. Se ha desarrollado un prototipo de impresora universal capaz de imprimir textos en lectura táctil superpuestos a textos en lectura visual mediante el uso de software de simulación mecánica y electro-electrónica. También se analizaron programas informáticos para la utilización del equipo.*

**Palabras clave:** *inclusión de personas ciegas o con baja visión; impresión braille; impresión superpuesta braille y visual; impresora CNC.*

## 1 Introdução

A educação inclusiva é um conceito que pode ser definido como uma compreensão de que todos têm a garantia de direito à educação. Para alcançar esse objetivo, é necessário o desenvolvimento de técnicas, métodos e equipamentos capazes de vencer as diferenças humanas, considerando as diversidades físicas, sensoriais, intelectuais, entre outras (O que é educação [...], 2020).

Dentre as diversidades apresentadas pelos seres humanos, existe a deficiência visual, que, segundo a União Mundial de Cegos (UMC) – que representa aproximadamente 253 milhões de pessoas com deficiência visual em organizações em mais de 190 países –, apenas cerca de 5% das obras literárias no mundo são transcritas para Braille (escrita tátil utilizada por pessoas com deficiência visual) (Torkania, 2019). Ainda, se considerarmos os países mais pobres, esse número cai significativamente, podendo chegar a apenas 1% de material disponível para leitura tátil Braille.

A inclusão e acessibilidade de pessoas cegas ou com baixa visão, seja no ambiente de estudo compartilhado, ambiente de leitura especializado, ou mesmo no mercado de trabalho, são repletas de desafios a serem vencidos. Dentre os principais desafios, está a comunicação emissor/receptor da mensagem.

Desenvolvida a partir de 3000 a.C. na Mesopotâmia, e posteriormente utilizada e aperfeiçoada pelos egípcios para registros de textos religiosos, a escrita se apresenta como a principal ferramenta histórica de registro de informações (Curado, 2019). Até hoje, mesmo com os avanços tecnológicos, a escrita continua sendo a mais utilizada forma de comunicação emissor/receptor, quando esses não têm contato direto e/ou não podem desenvolver a fala. Assim, torna-se imprescindível a facilitação de mecanismos capazes de representar a linguagem escrita de forma inclusiva para todos.

Considerando a escrita como uma interação entre autor/texto/leitor, temos que levar em conta os conhecimentos do leitor, ou seja, precisamos conhecer quem é o nosso interlocutor e como devemos nos dirigir a ele (O que é a escrita?, 2020). A correta comunicação é imprescindível, bem como a disponibilização de métodos e inclusão dos cidadãos nas estruturas sociais de desenvolvimento da humanidade.

Para superar barreiras atitudinais, comunicacionais e arquitetônicas, promovendo acessibilidade a este público, uma grande aliada são as tecnologias assistivas (TA). De acordo com Bersch (2017), tecnologias assistivas são todo e qualquer recurso ou serviço que proporcione ou amplie habilidades funcionais da pessoa com deficiência, contribuindo para sua inclusão e independência. Assim, é relevante que mais pesquisas sejam realizadas e novas tecnologias desse tipo sejam produzidas.

Para a inclusão de deficientes visuais no ambiente de leitura e escrita, é utilizado o método Braille. Essa técnica permite que um deficiente visual possa ler e escrever através de um código de seis pontos, sendo desenvolvido por Louis Braille. A alfabetização convencional para crianças com deficiência visual é feita através deste método (Alfabetização[...], 2020). A Figura 1 apresenta a matriz utilizada para o desenvolvimento da escrita e leitura Braille, em comparação aos seus respectivos caracteres visuais.

Figura 1 – Alfabeto Braille

<b>A</b> ⠁	<b>B</b> ⠃	<b>C</b> ⠉	<b>D</b> ⠙	<b>E</b> ⠑	<b>F</b> ⠕	<b>G</b> ⠗
<b>H</b> ⠓	<b>I</b> ⠏	<b>J</b> ⠛	<b>K</b> ⠝	<b>L</b> ⠇	<b>M</b> ⠍	<b>N</b> ⠝
<b>O</b> ⠕	<b>P</b> ⠏	<b>Q</b> ⠒	<b>R</b> ⠗	<b>S</b> ⠑	<b>T</b> ⠞	<b>U</b> ⠥
<b>V</b> ⠧	<b>W</b> ⠡	<b>X</b> ⠭	<b>Y</b> ⠮	<b>Z</b> ⠵	<b>É</b> ⠠	ALFABETO LEITURA 1 ⠠ 4 2 ⠠ 5 3 ⠠ 6

Fonte: Alfabeto.net (2020).

Devido à proporção de pessoas cegas ou com baixa visão, muitas TAs específicas para elas já foram desenvolvidas, além de técnicas de orientação e mobilidade: *softwares* leitores de tela para acessibilidade computacional, bengalas, regletes e impressoras Braille, lupa digital, entre outras. Dos recursos mencionados, a impressora Braille é fundamental para a produção de literatura, sendo especialmente útil nas atividades didático-pedagógicas.

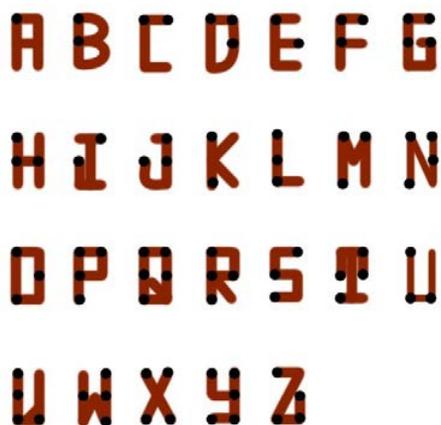
A escrita Braille manual com reglete é feita através de uma punção, orientada sobre uma matriz padrão para a criação dos relevos de leitura propostos pelo sistema Braille (Alfabeto Braille, 2020). Esse equipamento é caracterizado pelo seu baixo custo, mas possui uma velocidade de registro reduzida, devido ao fato de todos os pontos Braille serem inseridos de forma sequencial e manual. Além disso, o equipamento é frequentemente relatado como causador de fadiga por parte do operador.

Uma forma prática e rápida para o registro de textos Braille é o uso de impressoras específicas, porém, o alto custo de tal equipamento impede que a demanda seja plenamente suprida no meio educacional e pessoal. A impressora Braille Index Modelo Basic D tem um custo médio de R\$ 16.970,00, por exemplo, o que supera em muito o preço das impressoras convencionais mais simples na faixa de R\$ 300,00 a R\$ 500,00 (Freitas; Costa; Carvalho, 2012).

A dificuldade de inclusão de um deficiente visual em um ambiente educacional e/ou leitura esbarra em vários fatores, dentre eles, a falta de equipamentos inclusivos, de fácil treinamento e utilização e com custos possíveis de serem superados a níveis pessoais. Além disso, a maioria dos livros didáticos possui apenas impressão em tinta (95% a 99%), impedindo a acessibilidade dos deficientes usuários do Braille (Torkania, 2019). Os poucos livros didáticos que possuem uma versão Braille têm poucos caracteres visuais, o que dificulta a assessoria do professor ao aluno, quando este não conhece o Braille. Além disso, o sistema em que estamos inseridos gera dois tipos de documentos: os passíveis de serem lidos de forma visual e os passíveis de leitura tátil, o que não facilita o desenvolvimento de material didático único, quando necessário.

Pensando nisso, um designer japonês teve a ideia de tentar incluir os deficientes visuais no dia a dia da sociedade através de uma fonte tipográfica, que une a escrita tradicional ao Braille. A lógica por trás disso é permitir que deficientes visuais e outras pessoas possam compartilhar de uma mesma comunicação, em um espaço comum (Max, 2018). A Figura 2 apresenta fonte própria com a combinação Braille e visíveis.

**Figura 2 – Combinação Braille e Texto visível**



Fonte: elaboração própria.

A dificuldade da técnica de integração da escrita Braille e texto visível se dá, atualmente, a partir do desenvolvimento de equipamentos que possam produzir esse tipo de escrita combinada de forma automática, com custo acessível, facilitando a integração de pessoas cegas ou com baixa visão nos ambientes educacionais e na sociedade como um todo. Em uma extensa pesquisa bibliográfica, é possível constatar que ainda não existe tal equipamento, nem por um alto preço.

O elevado preço das impressoras profissionais Braille, combinado com a necessidade de inclusão de pessoas cegas ou com baixa visão, vem estimulando pesquisadores a desenvolverem impressoras de baixo custo. Porém, até o determinado momento, não é encontrado equipamento de baixo custo, de fácil acesso e utilização, capaz de estabelecer a impressão Braille e caractere visível sobreposta, o que viria a facilitar a inserção de portadores de necessidades especiais visuais, no ambiente educacional, a preços acessíveis.

Na Tabela 1, são mostrados os trabalhos sobre a utilização e desenvolvimento de protótipos de impressoras Braille de baixo custo e/ou técnicas de escrita Braille. Devido ao grande saturamento do mercado de impressão de caracteres visíveis, já há disponibilização de equipamentos acessíveis. A pesquisa concentrou-se na impressão Braille.

**Tabela 1 – Revisão de Literatura sobre impressoras Braille de baixo custo.**

<b>Autor</b>	<b>Tecnologia</b>	<b>Impressão Braille</b>	<b>Impressão caractere visível</b>
Souza, 2018	Impressão matricial	Sim	Não
Banerjee, 2015	Lego	Não	Não
Cruz, 2019	Impressão matricial	Sim	Não
Giannechini, 2016	CNC	Sim	Não
Freitas, 2012	Impressão matricial	Sim	Não
Sanclemente, 2011	Serigrafia	Sim	Sim
Kaihami, 2007	CNC/Ar comprimido	Sim	Não

Fonte: elaboração própria.

Como pode ser visto, de todos os projetos de desenvolvimento tecnológico de impressoras Braille de baixo custo, nenhuma realiza a impressão sobreposta de caracteres visuais e Braille. Sanclemente (2011) realiza um projeto de escrita de caracteres visíveis e Braille, porém apresenta conceitos diferentes: a impressão dos caracteres não é sobreposta, mas impressos ao lado. A proposta envolve ações manuais para o processo de serigrafia, com um levantamento bibliográfico que caracteriza a proposta desse projeto como uma inovação.

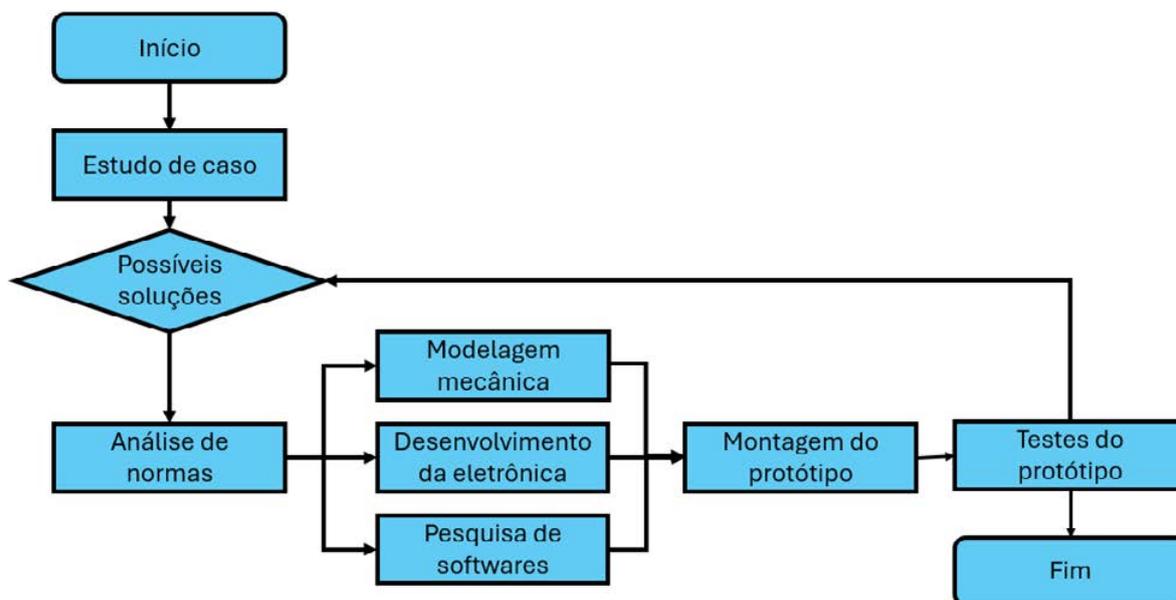
Destarte, este trabalho teve como objetivo desenvolver um mecanismo de impressão Braille e caractere visível, com baixo custo, de modo a promover a inclusão de pessoas cegas ou com baixa visão nos ambientes de leitura e escrita, facilitando a criação de um documento único para leituras, por meios táteis e visíveis.

## 2 Metodologia

Para o desenvolvimento deste projeto, utilizou-se o *software* de modelagem 3D Autodesk Inventor e o simulador de circuitos eletroeletrônicos Protheus. As etapas de concepção e desenho do equipamento foram seguidas pela determinação dos componentes a serem adquiridos, para a confecção de um protótipo de uma impressora universal de caracteres em Braille e visíveis. Tais normas técnicas existentes relacionadas a linguagem Braille tinham a finalidade de levantamento de dados de pesquisas no banco de dados do Ministério da Economia. Utilizaram-se os termos “Impressora Braille” e, posteriormente, “Impressora Braille”. Constatou-se o pedido de patente de uma impressora Braille convencional, diferente da proposta apresentada, além disso, a equipe responsável protocolou seu próprio pedido de patente junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

A Figura 3 apresenta um fluxograma das etapas do projeto. Inicialmente, realizou-se um estudo de caso para identificar e compreender o problema a ser solucionado. Na sequência, conduziu-se uma pesquisa para o levantamento das soluções disponíveis, selecionando aquelas com maior potencial de adaptação ao contexto proposto. Posteriormente, realizou-se uma análise das normas técnicas aplicáveis. De forma integrada, foram planejadas e analisadas as estratégias para a modelagem mecânica e para o desenvolvimento da parte eletrônica, contando com o suporte de *softwares* especializados para a montagem do protótipo. Os testes realizados permitiram avaliar a eficiência das soluções planejadas. Quando os resultados atendiam aos critérios definidos, o processo era finalizado com sucesso.

Figura 3 – Fluxograma das etapas do projeto.

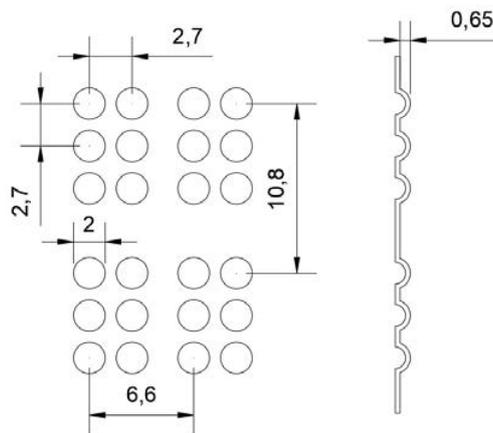


Fonte: elaboração própria

### 2.1 A norma NBR 9050

A norma NBR 9050 de 2015, intitulada “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos”, define parâmetros para a sinalização em Braille. As dimensões e o arranjo dos pontos Braille, propostos pela norma brasileira NBR 9050, foram respeitados, visando uma melhor interpretação da leitura Braille. A Figura 4 apresenta as dimensões e o arranjo geométrico dos pontos em Braille.

**Figura 4** – Dimensões e o arranjo geométrico dos pontos em Braille



Fonte: adaptado da norma NBR 9050 (2020).

## 2.2 Modelagem Mecânica 3D

A modelagem 3D foi desenvolvida utilizando o *software* Autodesk Inventor, desenvolvido pela companhia Autodesk, que permite a criação de modelos 3D e a simulação de testes mecânicos e estruturais. O projeto foi baseado em modelos de máquinas CNC (Comando Numérico Computadorizado) de uso doméstico e empresarial simples, aplicados em impressoras 3D, máquinas de corte a laser, fresadoras simples, entre outras. As vantagens desses modelos CNC incluem o baixo custo e a diversidade de aplicações, facilitando a criação do protótipo, considerando a ampla disponibilidade de referências e estudos sobre diferentes modelos de máquinas CNC.

Para o desenvolvimento do modelo virtual 3D da impressora universal de caracteres Braille e visíveis, utilizaram-se perfis estruturais de alumínio de 20x20 mm e 20x40 mm como base estrutural, sendo esse um perfil comum em máquinas CNC, pois seus entalhes servem de apoio para os trilhos dos carros de impressão e como estrutura da máquina. Uma chapa metálica dobrada também foi utilizada para proteger a cabeça de impressão, evitando acidentes ao tocar nas engrenagens em funcionamento.

O sistema de movimentação dos carros de impressão foi projetado com roldanas de nylon de 24 mm de diâmetro em formato de W ou V, acionadas por um sistema de correias GT2 e polias nos eixos X e Y. Assim, o sistema de correias transmite o movimento rotativo dos motores de passo em movimento linear. Na cabeça de impressão, movida por motores de passo controlados por microcontroladores, são realizados movimentos de precisão nos eixos X e Y. Um sistema de “cremalheira e pinhão”, acionado por servomotores, movimenta um pulsador no eixo Z para realizar a escrita Braille, além de permitir a movimentação no eixo Z do sistema de escrita visual, que utiliza uma caneta esferográfica comum.

## 2.3 Circuitos eletroeletrônicos e softwares

Os circuitos eletroeletrônicos foram desenvolvidos por meio de simulações realizadas no *software* Proteus, visando a movimentação dos motores de passo NEMA 17 nos eixos X e Y, além dos servomotores MG90S, responsáveis pela movimentação da cabeça de impressão e da plataforma de impressão, utilizados nos testes do protótipo. Máquinas CNC são estruturas automatizadas capazes de reproduzir peças desenhadas computacionalmente por meio de usinagem (Polastrini, 2016). Essas máquinas utilizam uma linguagem de programação denominada G-code, que regula o movimento das diversas partes da máquina CNC.

Para a criação do G-code, inicialmente a peça foi desenhada em um programa CAD (Desenho Auxiliado por Computador) e, posteriormente, exportada para um programa CAM (Manufatura Auxiliada por Computador), que gerou o arquivo G-code. O programa UGS (Universal G-Code Sender), um *software* open-source em Java, compatível com qualquer computador, foi utilizado para essa finalidade. Também foi necessário o uso do

GRBL, um controlador CNC de alta performance escrito em linguagem C, que executa diretamente no Arduino e analisa o G-code para controlar os motores de passo.

Após a criação dos arquivos G-code, eles foram enviados para a unidade controladora da máquina CNC. Para o controle do projeto, a “Arduino CNC Shield V3” foi utilizada como unidade controladora, em conjunto com o “Arduino Uno”, que atuou como componente controlador principal do sistema. Esse componente recebeu os comandos e enviou sinais elétricos para os demais componentes, garantindo seu funcionamento adequado, juntamente com os “Drivers A4988”, responsáveis pelo controle do movimento dos motores de passo.

### 3 Resultados e discussão

Foram realizadas pesquisas no banco de dados do Ministério da Economia, por meio do Instituto Nacional da Propriedade Industrial, utilizando os termos “Impressora Braille” e, posteriormente, “Impressora Braille”. Foi constatado apenas o pedido de patente MU 6702583-8, de 1987, referente a uma impressora Braille convencional, diferente da proposta apresentada neste trabalho. A Figura 5 exibe o resultado da pesquisa.

Figura 5 – Busca por patentes

BRASIL Acesso à informação Participe Serviços Legislação Canais

Instituto Nacional da Propriedade Industrial  
Ministério da Economia

Consulta à Base de Dados do INPI [ Início | Ajuda? ]

» Consultar por: Base Patentes | Finalizar Sessão

**RESULTADO DA PESQUISA** (11/05/2020 às 09:29:16)  
**Pesquisa por:**  
 Todas as palavras: 'IMPRESSORA BRILLE no Título' \

Foram encontrados 1 processos que satisfazem à pesquisa. Mostrando página 1 de 1.

Pedido	Depósito	Título	IPC
MU 6702583-8	20/11/1987	IMPRESSORA DE TEXTOS EM BRAILLE	G06F 3/12

Páginas de Resultados:  
1

Rua Marink Veiga, 9 - Centro - RJ - CEP. 20090-910

Fale conosco

Fonte: adaptado do Ministério da Economia (2020).

Na plataforma internacional de verificação de patentes Espace Net, a pesquisa, realizada no dia 10/05/2021, encontrou 4.302 patentes relacionadas à impressão Braille. No entanto, ao adicionar a combinação de impressão de textos visíveis, não há registros de patentes.

Destacamos que a equipe executora deste projeto já depositou pedido de patente junto ao INPI, conforme mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Pedido de patente

**INPI INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

12/02/2021 870210015139  
18:18

29409161923061541

**Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT**

**Dados do Pedido**

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): IMPRESSORA UNIVERSAL DE CARACTERES BRAILE/VISÍVEIS

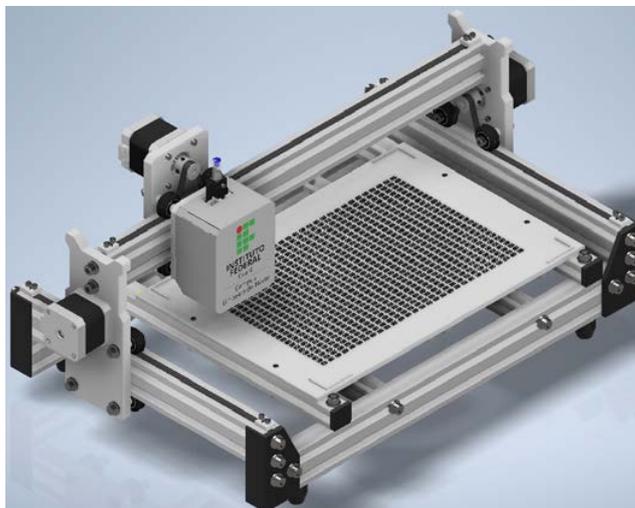
Resumo: No ambiente de ensino, um professor, por exemplo, pode disponibilizar material didático único, escrito para alunos de uma turma com deficientes visuais e alunos capazes de desenvolver leitura visual.

Figura a publicar: 3

Fonte: adaptado do INPI (2021).

O modelo de impressora universal de caracteres Braille e visíveis desenvolvido neste trabalho foi completamente criado pela equipe do projeto, adaptado de máquinas CNC de uso doméstico e empresarial mais simples. Com isso, criamos uma máquina capaz de imprimir caracteres Braille e visíveis. A Figura 7 apresenta o modelo desenvolvido na pesquisa.

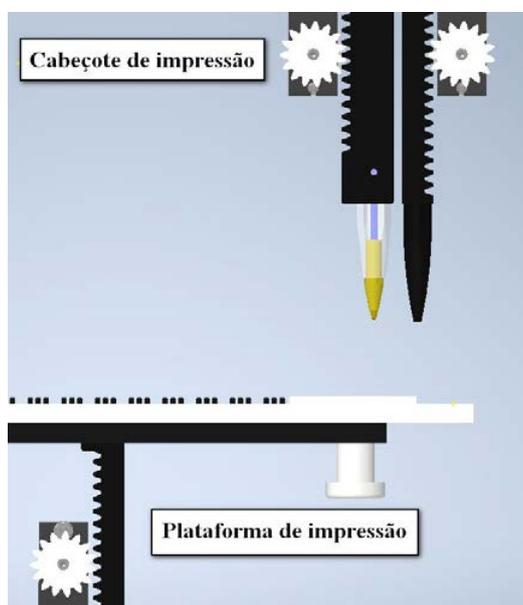
**Figura 7** – Impressora universal de caracteres Braille e visíveis



Fonte: elaboração própria.

Utilizamos um sistema de cremalheira e peão para realizar os movimentos no cabeçote de impressão e na plataforma de impressão, com servos motores para controlar esses movimentos, conforme mostrado na Figura 8.

**Figura 8** – Sistema de cremalheira e peão, no cabeçote de impressão e na plataforma de impressão.



Fonte: elaboração própria.

Esse sistema de cremalheira e peão possibilita que, na plataforma de impressão, ao descer os pinos de impressão Braille, seja criada uma superfície lisa para a impressão dos textos visíveis. No protótipo, usamos uma caneta esferográfica genérica para a impressão dos textos visíveis. Para a impressão dos caracteres Braille, o sistema de cremalheira e peão faz com que os pinos subam na plataforma, criando relevos. Ao mesmo tempo, uma punção desce do cabeçote de impressão para marcar o papel, como mostrado na Figura 9. Esse

o sistema funciona de maneira semelhante ao reglete positivo, uma forma de escrita Braille parecida com o reglete negativo, mas com a diferença de que a régua do reglete positivo contém pequenos relevos, além da presença de pontos Braille marcados por uma punção de formato côncavo. A vantagem desse sistema é que não é necessário inverter os caracteres Braille durante a escrita, permitindo que a escrita seja feita da esquerda para a direita, como na escrita convencional.

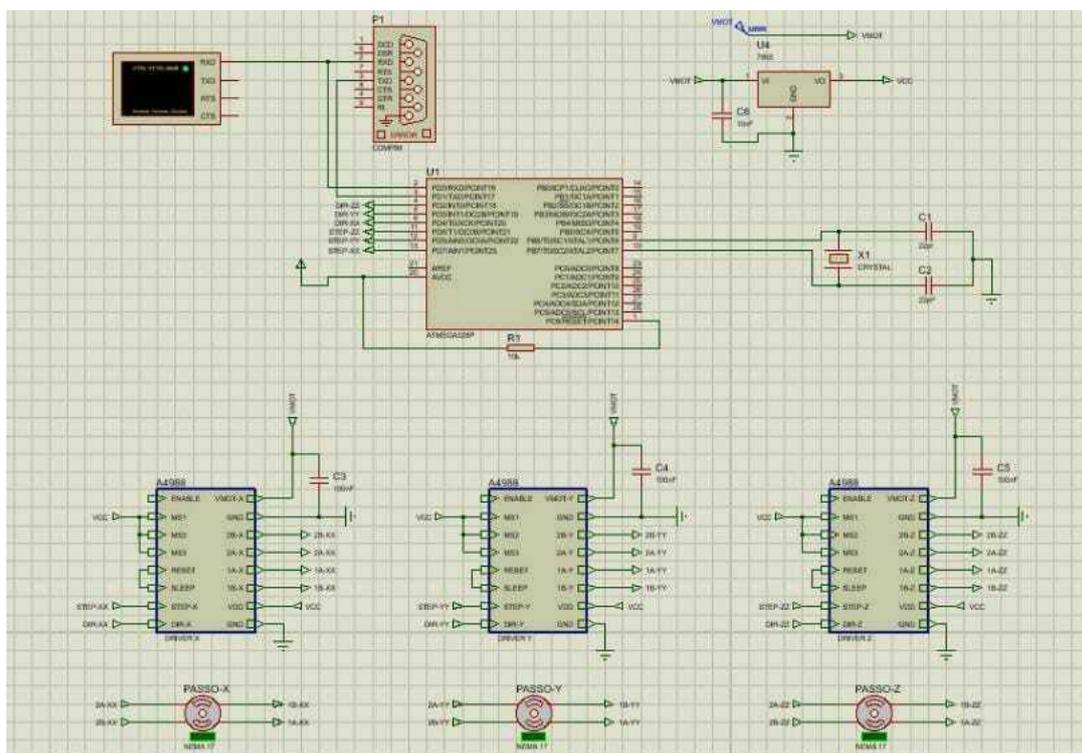
**Figura 9** – Posição dos pinos usados para realizar a impressão Braille e de caracteres visíveis.



Fonte: elaboração própria.

A Figura 10 mostra a simulação do controle dos motores de passo utilizando o “Arduino CNC Shield V3” como unidade controladora, em conjunto com o “Arduino Uno” e os “Drivers A4988”.

**Figura 10** – Simulação do controle dos motores de passos



Fonte: elaboração própria.

Foi também elaborada uma lista de componentes (mecânicos e eletroeletrônicos) necessários para a fabricação do protótipo, possibilitando o desenvolvimento de uma impressora universal de caracteres Braille e visíveis, capaz de promover a inclusão de pessoas cegas ou com baixa visão em ambientes de leitura e escrita, a preços acessíveis. A pesquisa de preços médios, realizada no mercado brasileiro de vendas on-line em 26/08/2021, mostrou que os custos dos materiais para a confecção do protótipo variam de R\$ 1.000,00 a

R\$ 3.000,00, valores significativamente inferiores às impressoras Braille convencionais, como a impressora Braille Index Modelo Basic D, que tem um custo médio de R\$ 16.970,00 (Freitas; Costa; Carvalho, 2012). Isso facilitará a aquisição do modelo que será desenvolvido.

O projeto ainda precisa passar por diversas modificações e melhorias, incluindo a criação de um programa exclusivo para gerar textos em Braille e visíveis, com a possibilidade de operação da impressora por comandos de voz, o que facilitará seu uso por pessoas cegas ou com baixa visão. Outras melhorias previstas incluem um sistema de impressão visível semelhante às impressoras convencionais, utilizando cartuchos, tanques ou *toner* para recarga, sistemas de reposição automática de papéis, sistemas de proteção para evitar acidentes, criação de placas de circuitos impressos exclusivas, entre outras melhorias.

#### 4 Conclusão

A educação inclusiva para pessoas cegas ou com baixa visão ainda enfrenta muitas barreiras. No entanto, o estudo desenvolvido neste trabalho teve como objetivo reduzir a distância entre as pessoas capazes de desenvolver a leitura visual e aquelas que apenas conseguem desenvolver a leitura em Braille. Foi desenvolvido um protótipo virtual de uma impressora Braille de baixo custo, capaz de imprimir caracteres visíveis por meio de simulações, que deverá ser construído e testado futuramente. Observou-se que o custo de fabricação do protótipo é significativamente inferior ao dos modelos de impressoras Braille disponíveis no mercado. Além disso, o modelo proposto é capaz de gerar impressões de caracteres visíveis, recurso inexistente nos modelos atualmente disponíveis.

A criação da impressora universal de caracteres Braille e visíveis oferece a possibilidade de aplicação em centros de ensino, como escolas e universidades, facilitando a elaboração de documentos que possam ser lidos tanto de forma visual quanto tátil. Isso promoveria uma melhor interação nos ambientes educacionais e com os alunos, ajudando a superar limitações físicas. No uso pessoal, o equipamento também contribuiria para a integração de pessoas cegas ou com baixa visão com seus familiares e amigos, promovendo maior inclusão social.

#### Referências

ABNT NBR. **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: [http://accessibilidade.unb.br/images/PDF/NORMA\\_NBR-9050.pdf](http://accessibilidade.unb.br/images/PDF/NORMA_NBR-9050.pdf). Acesso em: 16 nov. 2021.

ALFABETIZAÇÃO de deficientes visuais. **Portal Educação**, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/portal-play>. Acesso em: 23 abril 2020.

ALFABETO Braille. **Alfabeto.Net**, [s. l.], 13 set. 2013. Disponível em: <https://www.alfabeto.net.br/alfabeto-braille/>. Acesso em: 25 abr. 2020.

ALFABETO Braille. **Portal São Francisco**, [s. l.], 2020. Curiosidades. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/curiosidades/alfabeto-braille>. Acesso em: 19 out. 2019.

ALUNOS GAÚCHOS buscam recursos para impressora portátil em braille: máquina busca auxiliar deficientes visuais no ambiente escolar. Impressora em braille funciona por meio de comando de voz. **G1**, Rio Grande do Sul, 26 abr. 2017. Disponível em: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2017/01/alunos-gauchos-buscam-recursos-para-impressora-portatil-em-braille.html>. Acesso em 10 nov. 2021.

BERSCH, R. Introdução à tecnologia assistiva. **Assistiva - Tecnologia e Educação**, Porto Alegre - RS, 2017. Disponível em: [https://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf). Acesso em: 25 abr. 2020.

CURADO, A. Escrita-origem, história e desenvolvimento da escrita. **Conhecimento Científico**, [s. l.], 27 mar. 2019. Disponível em: <http://conhecimentocientifico.r7.com/escrita-origem-historia>. Acesso em: 23 abr. 2020.

FORTE, B. Estudante cria impressora em Braille para arquivo de texto e comando de voz. **ECO A UOL**,

[s. l.], 01 out. 2019. Grande ideia. <https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2019/10/01/estudante-cria-impressora-em-braille-para-texto-comum-e-comando-de-voz.htm?cmpid=copiaecola>. Acesso em 20 abr. 2020.

FREITAS, W. V. F.; COSTA, B. S.; CARVALHO, C. A. Construção de impressora Braille de baixo custo. *In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO*, 7., 2012, Tocantins. **Anais** [...]. Tocantins: CONNEPI, 2012. p. 1-5. Disponível em: <http://propi.iftto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/5623/1014>. Acesso em 20 abr. 2020.

KAIHAMI, F. J. **Impressora braille**: estudo de viabilidade física utilizando ar comprimido para impressão Braille. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: [http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2007/Artigos/Art\\_TCC\\_025\\_2007.pdf](http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2007/Artigos/Art_TCC_025_2007.pdf). Acesso em 18 mar. 2020.

MENINO de 13 anos cria a primeira impressora braille de baixo custo. **Inteligência e Inovação**, [s. l.], 05 fev. 2015. Inovações. Disponível em: <https://inteligenciaeinovacao.com/menino-de-13-anos-cria-a-primeira-impressora-braille-de-baixo-custo/>. Acesso em 18 mar. 2020.

MAX, D. Designer cria fonte que une braille ao alfabeto tradicional. **Exame**, São Paulo, 17 mar. 2018. Casual. Disponível em: <https://exame.com/casual/designer-cria-fonte-que-une-braille-ao-alfabeto-tradicional/>. Acesso em: 19 out. 2019.

O QUE É EDUCAÇÃO inclusiva? **Instituto Rodrigo Mendes**, [s. l.], 2020. Diversa. Disponível em: <https://diversa.org.br/educacao-inclusiva/o-que-e-educacao-inclusiva/>. Acesso em 23 abr. 2020.

O QUE É A ESCRITA? **Escrever Online**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.escreveronline.com.br/o-que-e-a-escrita>. Acesso em 23 abr. 2020.

POLASTRINI, F. H. **Desenvolvimento de uma máquina CNC de baixo custo com software e hardware abertos**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Instituto Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: [https://www.formiga.ifmg.edu.br/documents/2017/PublicacoesTCCsBiblioteca/EE/TCC\\_FINAL\\_FERNANDOPOLASTRINI\\_2016\\_EE-.pdf](https://www.formiga.ifmg.edu.br/documents/2017/PublicacoesTCCsBiblioteca/EE/TCC_FINAL_FERNANDOPOLASTRINI_2016_EE-.pdf). Acesso em: 19 out. 2019.

SANCLEMENTE, J. M. H. **Comunicação tátil para todo público**: sistema braille usando verniz poli(metacrilato de metila) em relevo polimerizável por ultravioleta (UV) impresso junto com texto e imagens em tinta (i-Br/Vza-UVxmf). 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia em Manufatura) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/387>. Acesso em: 15 mar. 2020.

SOUZA, R. M. Desenvolvendo uma impressora braille de baixo custo com Arduino. *In: CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 17., 2018, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: SEMESP, 2018. p.1-9. Disponível em: <http://conic-semesp.org.br/anais/files/2017/trabalho-1000023844.pdf>. Acesso em: 19 out. 2019.

TORKANIA, M. Braille: especialistas dizem que há avanços, mas ainda muito trabalho. **Agência Brasil**, 04 abr. de 2019. Geral. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-01/braille-especialistas-dizem-que-ha-avancos-mas-ainda-muito-trabalho>. Acesso em: 19 out. 2019.

## Sobre os autores

---

### **Jucineudo Ferreira Almeida**

Graduação em Tecnologia mecatrônica industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (2023), e técnico em eletroeletrônica pelo Instituto Federal de Educação (2022).

### **Marcello Anderson Ferreira Batista Lima**

Graduação em Tecnologia Eletromecânica pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico, especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pelas Faculdades Integradas de Jacarepaguá, mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará, doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará e doutorado em Engenharia Energética e Sustentável pela Universidade de Cádiz. Participou do PDSE - Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (CAPES) e SWE - Doutorado Sanduíche no Exterior (CNPq). Atualmente é professor efetivo do Instituto Federal do Ceará. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Energias Renováveis e Automação.

---

### **Como citar:**

ALMEIDA, J. F.; LIMA, M. A. F. B. Desenvolvimento de uma impressora universal de caracteres Braille/visíveis. **Rev. Technol.**, Fortaleza, v. 45, p. 1-12, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5020/23180730.2024.13275>

**Aceito em:** 22/04/2022

**Avaliado em:** 22/03/2024