



**INSTITUTO FEDERAL**  
Sertão Pernambucano

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE SISTEMAS PARA INTERNET  
SISTEMAS PARA INTERNET**

**VITÓRIA MICKELLE PEREIRA DE ALENCAR**

**Uso da Manufatura Aditiva para Produção de Mapas  
Táteis: Uma combinação de Braille e Impressão 3D para  
identificar salas e espaços físicos do IFSertãoPE**

**SALGUEIRO  
2022**

**VITÓRIA MICKELLE PEREIRA DE ALENCAR**

**Uso da Manufatura Aditiva para Produção de Mapas  
Táteis: Uma combinação de Braille e Impressão 3D para  
identificar salas e espaços físicos do IFSertãoPE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do curso de  
Sistemas para Internet do Instituto  
Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Sertão Pernambucano,  
campus Salgueiro, como requisito parcial  
à obtenção do título de tecnólogo em  
Sistemas para Internet.

Orientador: Marcelo Anderson Batista  
Dos Santos

Coorientador: Pedro Lemos de Almeida  
Junior

**SALGUEIRO**  
**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

A368 Alencar, Vitória Mickelle Pereira de.

Uso da manufatura aditiva para produção de mapas táteis: uma combinação de braille e impressão 3D para identificar salas e espaços físicos do IFSertãoPE / Vitória Mickelle Pereira de Alencar. - Salgueiro, 2022.

34 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Sistemas para Internet) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo Anderson Batista dos Santos.

Coorientação: Dr. Pedro Lemos de Almeida Junior.

1. Tecnologia educacional. 2. Manufatura Aditiva. 3. Braille. 4. Impressão 3D. I. Título.

CDD 371.334

---



## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **Uso da Manufatura Aditiva para Produção de Mapas Táteis: Uma combinação de Braille e Impressão 3D para identificar salas e espaços físicos do IFSertãoPE** apresentada pelo aluno **Vitoria Mickelle Pereira de Alencar (2019100100032)** do Curso **Tecnologia em Sistemas para Internet (Salgueiro)**. Os trabalhos foram iniciados às 20h em 11/08/22 pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Marcelo Anderson Batista dos Santos** (Orientador)
- **Leonardo Corsino Campello** (Examinador Interno)
- **Julyvan Souza Silva** (Examinador Interno)
- **Pedro Lemos de Almeida Junior** (Coorientador)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à argüição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

Aprovado

Reprovado

Nota (quando exigido): 9,0

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Marcelo Anderson Batista dos Santos** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Salgueiro / PE, 11/08/2022

Pedro Lemos de Almeida Junior:07967021444  
Assinado de forma digital por Pedro Lemos de Almeida Junior:07967021444  
Dados: 2022.08.31 09:53:31 -03'00'

**Pedro Lemos de Almeida Junior**

Marcelo Anderson Batista dos Santos:07697542447  
Assinado de forma digital por Marcelo Anderson Batista dos Santos:07697542447  
Dados: 2022.08.31 19:46:38 -03'00'

**Marcelo Anderson Batista dos Santos**

Julyvan Souza Silva  
Assinado de forma digital por Julyvan Souza Silva  
Dados: 2022.08.31 11:06:20 -03'00'

**Julyvan Souza Silva**

Leonardo Corsino Campello:06960917476  
Assinado de forma digital por Leonardo Corsino Campello:06960917476  
Dados: 2022.08.31 16:33:39 -03'00'

**Leonardo Corsino Campello**

# Uso da Manufatura Aditiva para Produção de Mapas Táteis: Uma combinação de Braille e Impressão 3D para identificar salas e espaços físicos do IFSertãoPE

Vitória Mickelle P. de Alencar, Pedro Lemos de A. Junior, Marcelo Anderson B. dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano –  
CampusSalgueiro (IFSPE) – Salgueiro – PE – Brazil

vitoria.alencar@aluno.ifsertao-pe.edu.br,

pedro.lemos@ifsertao-pe.edu.br,

marcelo.santos@ifsertao-pe.edu.br

**Abstract.** The daily life of visually impaired and people with low vision is usually a challenge, since locomotion is one of the main difficulties for this group. Even though there are laws that require accessibility practices, the lack of signaling or any other form of spatial orientation, whether in public or private environments, is still a reality. This way, considering the lack of accessibility, a tactile map and twenty tactile signs in Braille were developed for the identification and orientation of environments of the IFSertãoPE campus Salgueiro, from the use of additive manufacturing associated with 3D printing, which allows the production of customizable and low-cost parts. Finally, this work aims to contribute to the academic community, helping in the autonomy and inclusion of visually impaired people.

**Resumo.** O dia a dia de deficientes visuais e pessoas com baixa visão costuma ser um desafio, uma vez que a locomoção está entre uma das principais dificuldades deste grupo. Mesmo existindo leis que exijam práticas de acessibilidade, a inexistência de sinalização ou qualquer outra forma de orientação espacial, seja em ambientes públicos ou privados, ainda é uma realidade. Desta forma, considerando a falta de acessibilidade, elaborou-se um mapa tátil e vinte placas táteis em braille, para identificação e orientação de ambientes do IFSertãoPE campus Salgueiro, a partir do uso da manufatura aditiva associada a impressão 3D, que permite a produção de peças personalizáveis e de baixo custo. Por fim, o presente trabalho visa contribuir para a comunidade acadêmica, auxiliando na autonomia e inclusão de pessoas deficientes visuais.

## 1. Introdução

Segundo dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), como resultado da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) realizada em 2013, “16,0% da população com deficiência visual apresentou grau intenso ou muito intenso de limitações, ou não conseguia realizar as atividades habituais”, o que comprova que a falta de planejamento dos espaços públicos é um agravante no que concerne o deslocamento da pessoa deficiente visual ou com baixa visão, posto que os projetos de cidades e ambientes são pensados em como uma pessoa

que pode enxergar vai interagir e conviver com os espaços, enquanto quem não vê tende a enfrentar dificuldades e restrições no cotidiano.

A deficiência visual é caracterizada pelo comprometimento total (cegueira) ou parcial (baixa visão) da visão. De acordo com a portaria nº 3.128/08 do Ministério da Saúde, temos:

[...] baixa visão ou visão subnormal, quando o valor da acuidade visual corrigida no melhor olho é menor do que 0,3 e maior ou igual a 0,05 ou seu campo visual é menor do que 20° no melhor olho com a melhor correção óptica (categorias 1 e 2 de graus de comprometimento visual do CID 10) e considera-se cegueira quando esses valores encontram-se abaixo de 0,05 ou o campo visual menor do que 10° (categorias 3, 4 e 5 do CID 10). (BRASIL, 2008a, s/p)

O Decreto 5.296/04, declara obrigatório que os estabelecimentos, redes de ensino de qualquer nível, etapa ou modalidade, sejam eles públicos ou privados, devem atender às pessoas deficientes visuais ou com baixa visão, seguindo os preceitos estabelecidos no Decreto e nas normas técnicas de acessibilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, que visam sinalizações específicas nos ambientes, como é o caso das placas em braille, pisos táteis, mapas táteis entre outros. Ainda que tenham leis no Brasil que exijam práticas de acessibilidade, há uma preocupação por espaços acessíveis, uma vez que a sinalização adequada, seja ela tátil em braille ou sonora, facilita o deslocamento e promove a inclusão a essa parcela da população.

Contudo, a educação inclusiva de deficientes visuais ainda é composta por muitas dificuldades. Tendo em vista, a falta de educadores com domínio no sistema braille, a carência de materiais pedagógicos adaptados e infraestrutura inadequada. Neste sentido, o estudante deficiente visual não é marcado apenas pela ausência de adaptações, mas também pela exclusão social, uma vez que passa a frequentar a escola só como ouvintes, devido à falta de planejamento de escolas e demais locais.

Assim, o presente artigo tem como enfoque assistir os deficientes visuais por meio da prototipagem rápida em impressão 3D, a fim de, auxiliar na acessibilidade e inclusão dessas pessoas na mobilidade em ambientes e demais espaços do IFSertãoPE campus Salgueiro, proporcionando sua autonomia, independência e segurança.

Durante o desenvolvimento do projeto, foram confeccionados, em braille, um mapa tátil e 20 placas táteis para orientação dos deficientes visuais. Para a produção desses artefatos foi necessário utilizar equipamentos disponibilizados pelo

laboratório Maker do IFSertãoPE campus Salgueiro.

## **2. Revisão da Literatura**

### **2.1. Fundamentação Teórica**

A visão é um dos sentidos mais essenciais para os seres vivos, e é por meio desse sentido que temos a capacidade de obter informações do meio externo. (Gil, 2000) declara que o comprometimento visual em qualquer grau compromete a capacidade do indivíduo de orientar-se e movimentar-se no espaço com segurança e independência.

A expressão ‘deficiência visual’ se refere ao espectro que vai da cegueira até a visão subnormal. A visão subnormal é a modificação da capacidade funcional que ocorre devido a fatores como rebaixamento significativo da acuidade visual, redução do campo visual e da sensibilidade referente aos contrastes e limitação de outras capacidades (Gil, 2000).

Dados do IBGE (2010) mostram que a deficiência com maior número de ocorrências no Brasil é a visual afetando 18,6% da população brasileira. Segundo o senso existiam no país 528.624 pessoas cegas e mais de 6 milhões de pessoas com baixa visão ou visão subnormal (com grande dificuldade em enxergar). Além disso, outros 29 milhões de pessoas declararam possuir alguma dificuldade permanente de enxergar, apesar de usar óculos ou lentes.

Atualmente no Brasil, pessoas com deficiência visual ainda encontram barreiras que dificultam a inclusão de forma igualitária na sociedade, principalmente no âmbito educacional. No entanto, existem leis como a Lei nº 13.146, de 6 de Julho de 2015 que institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), a Lei nº 13.409, de 28 de Dezembro de 2016 que altera a Lei nº 12.711, de 29 de Agosto de 2012 e que trata a respeito da reserva de vagas e do ingresso de pessoas com deficiência nas universidades federais e demais instituições federais de ensino técnico de nível médio, visando diminuir as dificuldades dessas pessoas. Mas, mesmo após conseguir acesso ao ensino básico ou superior, as barreiras enfrentadas pelos alunos ainda são muitas, causadas pela falta de acessibilidade física e de comunicação (MALHEIROS, 2013).

De acordo com a NBR 9050, o termo acessibilidade pode ser entendido como possibilidade de utilização de espaços, transportes e serviços, edificações e

instalações abertas ao público com segurança e autonomia de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (ABNT, 2015).

Para garantir a acessibilidade e inclusão, existem vários recursos utilizados, e o código Braille é um deles. Utilizado mundialmente pela população com deficiência visual, é um sistema de leitura tátil e de escrita que possibilita cada vez mais a independência e autonomia dessas pessoas.

A escrita Braille se tornou um marco importante para as pessoas com deficiência visual, pois foi um caso em que uma tecnologia foi desenvolvida e implementada pelo próprio público-alvo, vindo de dentro os problemas e elaborando soluções de forma independente (MOURA, 2021).

Assim, a acessibilidade necessita de ferramentas como a tecnologia assistiva que está relacionada “à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social, por meio de produtos, dispositivos, estratégias, recursos, metodologias, práticas e serviços” (BRASIL, 2015, Artigo 3º op. cit, inciso III).

Com a apropriação de novas tecnologias, a educação rompe barreiras e alcança novos lugares. A impressão 3D é uma dessas tecnologias, que vem se tornando cada vez mais popular, uma vez que os materiais confeccionados na impressora 3D se tornam mais acessíveis devido ao baixo custo e a característica de ser personalizável. Através da impressão 3D, é criado um enorme campo de possibilidades para a inclusão e acessibilidade dos deficientes visuais na sociedade.

## **2.2. Trabalhos Relacionados**

Nesta seção serão apresentados alguns trabalhos que fazem o uso da impressão 3D. Existem outros trabalhos que utilizam o mesmo segmento, porém estes possuem algumas semelhanças com o seguinte projeto.

Moura (2021) propõe a elaboração de um mapa tátil para o Museu de Arte da Universidade Federal do Ceará (MAUC) por meio da prototipagem rápida em impressão 3D, utilizando conceitos de design de produto, sinalização, cartografia tátil, prototipagem e as normas técnicas de acessibilidade. O principal objetivo é facilitar o acesso e a locomoção dos usuários com deficiência visual e visitantes, entre ambientes e instalações do MAUC.

Ainda utilizando a manufatura aditiva junto com a impressão 3D, Maluly

(2021) apresenta o protótipo “3D PRINTING MAX VISION”, um equipamento de auxílio para pessoas com visão subnormal, ou seja, com uma alteração significativa na visão, a qual não pode ser corrigida com uso de óculos convencionais, lentes de contato, cirurgia e medicamentos. O equipamento trata-se de um óculos com uma armação feita de forma personalizada com o material PLA, que exige de uma estrutura especial com medidas adequadas ao rosto que incluem uma precisa identificação da DP (Distância Pupilar) e DNP (Distância Naso Pupilar) para o desenvolvimento adequado da peça que será acoplada ao uso da lente corretiva e da lupa para melhorar a visão subnormal.

Tillmann (2021) traz como proposta o desenvolvimento de um jogo que auxilie na aprendizagem cognitiva de crianças de 9 a 12 anos que estejam cursando o ensino fundamental e tenham deficiência visual, seja ela cegueira ou baixa visão, utilizando a impressão 3D como parte do processo de criação e produção. O jogo busca, além de ensinar, incluir e desenvolver o cognitivo das crianças. Na elaboração do projeto a metodologia utilizada foi o Design Thinking. O resultado final, trouxe um conjunto de 3 obras da artista Tarsila do Amaral impressas em relevo e um material teórico auxiliar, que proporciona uma experiência sensorial e imersiva da história da arte.

Em contrapartida, este projeto visa facilitar a inclusão e acessibilidade dos alunos e usuários deficientes visuais em ambientes e demais espaços do IFSertãoPE campus Salgueiro. Utilizando a impressão 3D, além do mapa tátil, existe a produção de placas táteis, o que possibilita maior autonomia e independência aos deficientes visuais.

### **3. O Sistema Braille**

Durante muitos anos, diversas pessoas em todo mundo desenvolveram mecanismos para leitura tátil. Um dos primeiros foi o professor árabe Zayn-Din Al Amidi no século XIV, que criou o método que consistia em fazer espirais de papel bem fino, que eram engomadas e dobradas sobre os caracteres, para conseguir identificar seus livros e resumir informações (OLIVEIRA, 2019).

Em 1784, foi fundado, em Paris, o Institute Nationale des Jeunes Aveugles (Instituto Real dos Jovens Cegos de Paris), a primeira escola de cegos, pelo educador francês Valentin Haüy, onde era implementado o método de alfabetização

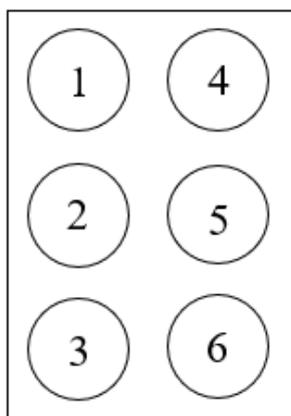
para alunos cegos, que consistia em imprimir letras em alto relevo, para distinguir as mesmas por meio do tato. Em 1822, o capitão da artilharia francesa Charles Barbier de La Serre criou a invenção denominada sonografia ou código militar, que combinava de maneiras diferentes 12 pontos em alto relevo para compor mensagens curtas, para a comunicação entre oficiais durante a noite nas expedições de guerra.

Um dos alunos desse instituto era Louis Braille, um jovem francês que ficou cego ainda na infância. Louis conheceu o método de Barbier e decidiu aperfeiçoar criando um sistema que se baseava nas letras do alfabeto francês e números. Assim, ele reduziu os pontos para seis, que se mantém até hoje como o padrão, que permite 63 combinações em relevo. Em 1837, Louis Braille concluiu a proposta do sistema que mais tarde obteve o seu nome, onde teve aprovação pelos cegos e ainda hoje é utilizada mundialmente.

No Brasil, a primeira iniciativa para a inclusão de cegos aconteceu em 1854, por meio do Decreto Imperial nº 1.428, foi fundado o chamado Imperial Instituto dos Meninos Cegos. Um dos pilares para construção desse instituto foi Álvares de Azevedo, um cego brasileiro que estudou no Instituto de Jovens Cegos de Paris, que devido à necessidade e também por exercer uma forte influência, sensibilizou Dom Pedro II a criar o Instituto, que hoje é o atual Instituto Benjamin Constant (IBC).

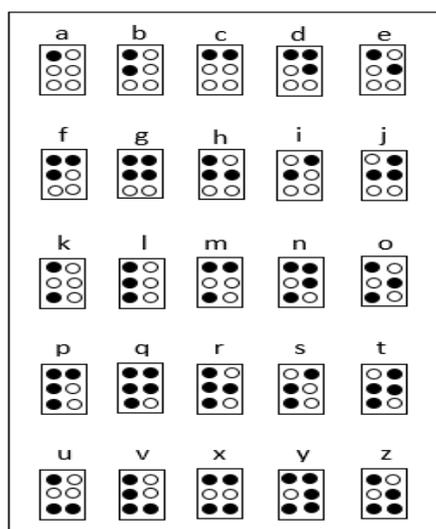
O braille é explorado por meio do tato, utiliza-se de “celas” (Figura 1), onde cada uma é formada por um conjunto de seis pontos dispostos em duas colunas, que permitem 63 diferentes combinações. As combinações representam as letras do alfabeto (Figura 2), os sinais de pontuação, os símbolos de matemática, física e química e a notação musical. (GIL, 2000). As dimensões da cela são de 6 mm de altura por 2mm de largura.

**Figura 1: Cela Braille**



**Fonte: Imagem autoral**

**Figura 2: Alfabeto Braille**



**Fonte: Imagem autoral**

Deste modo, o braille é fundamental para os deficientes visuais, uma vez que lhes dá acesso ao conhecimento, através da leitura e escrita, favorecendo a inclusão destes na sociedade.

#### **4. Tecnologia assistiva por pessoas com baixa visão: desafios e soluções**

Em 1988, foi criado como importante elemento jurídico na legislação norte-americana o termo Assistive Technology, ou traduzido para o português, Tecnologia Assistiva. O termo é utilizado para identificar todo o arsenal de Recursos e Serviços que contribuem para garantir ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e conseqüentemente promover vida independente e inclusão destes na sociedade. (BERSCH & TONOLLI, 2006).

Segundo Bersh (2017), a Tecnologia Assistiva (TA) pode ser entendida como ferramentas que ajudam na ampliação de uma habilidade funcional deficitária ou que possibilitem a realização de uma função desejada, e que encontram obstáculos por circunstância de deficiência ou pelo envelhecimento. E é através da ampliação da comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho que é alcançado o maior objetivo da TA que é possibilitar maior independência, qualidade de vida e inclusão à pessoa com deficiência. No Brasil o termo Tecnologia Assistiva é expresso na Lei n° 13.146, que define:

"Tecnologia Assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à

participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social." (BRASIL, 2015)

Alguns exemplos de tecnologias para deficientes visuais são os mapas táteis, pisos táteis e placas táteis. Pode-se dizer então que com o avanço tecnológico, a tecnologia assistiva, tem se tornado mais acessível para os deficientes visuais, com o surgimento da manufatura aditiva, também conhecida como prototipagem rápida ou impressão 3D, que visa facilitar a aplicação da TA, sendo utilizada na impressão em braille devido ao baixo custo, simplicidade e velocidade na produção. Como diz Mary Pat Radabaugh: "Para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis" (RADABAUGH, 1993).

#### **4.1. Piso Tátil**

O piso tátil é o recurso de acessibilidade que mais se encontra no dia a dia, eles auxiliam na orientação dos deficientes visuais ou pessoas com baixa visão, informando qual caminho deve ser percorrido, se há obstáculos ou barreiras. (Figura 3)

Os pisos táteis são baseados em relevos, com formas definidas, semelhantes a linguagem Braille, para que possam ser sentidos através do tato e entendidos de forma plena para a pessoa que interage com eles. As formas, ou geometria, dos relevos presentes nos pisos táteis são estabelecidas pela Norma de Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos NBR 9050 (BIZELLO, 2017).

Os pisos podem ser produzidos em material metalizado, em borracha antiderrapante, PVC, aço inox, entre outros materiais. Eles podem ser divididos em dois tipos, sendo o piso tátil de alerta (as bolinhas) que indicam obstáculos, mudanças de plano, escadas, rampas. E o piso tátil direcional (os tracinhos), que indicam o caminho a seguir. Estes devem possuir contraste de luminância com o pavimento adjacente.

**Figura 3: Piso Tátil**



**Fonte: Total Acessibilidade**

## **4.2. Mapa Tátil**

O mapa tátil ou mapa acessível é uma forma de facilitar a locomoção entre ambiente, bem como ajudar o deficiente a ter um entendimento geral do espaço. Quando projetados para sinalização acessível devem ser projetados com o piso tátil. O mapa deve passar as dimensões reais do ambiente, atrelados a textos em braille em alto relevo, fornecendo informações claras e diretas. (Figura 4)

Em relação a produção, podem ser produzidos com materiais diversos, como PVC, acrílico, ACM, policarbonato, aço inox e também através da impressão 3D. De acordo com a NBR 9050 (ABNT, 2020):

"A sinalização de identificação deve estar localizada junto às portas de entrada da edificação. Planos ou mapas acessíveis de orientação devem ser instalados, sempre que necessário, imediatamente após a entrada principal das edificações. Sinalização adequada deve ser prevista ao longo do percurso, considerando os pontos de tomada de decisão. "

Outros critérios estabelecidos são a altura que deve ficar entre 0,90 e 1,10 metro, a parte inferior que deve possuir uma reentrância de no mínimo 30 centímetros de altura e 30 centímetros de profundidade, para que seja acessível por pessoas que utilizam cadeira de rodas e a inclinação do mapa que deve ser cerca de 15% em relação ao piso.

**Figura 4: Mapa Tátil**



**Fonte: Total Acessibilidade**

### **4.3. Placas Táteis**

A placa tátil é uma sinalização que tem o objetivo de orientar os deficientes visuais e pessoas com baixa visão em ambientes, assim gerando maior confiança e autonomia. Seguindo a NBR9050, as portas e passagens quando sinalizadas devem ter números e/ou letras e/ou pictogramas e sinais com texto em relevo e braille. (Figura 5)

Outros aspectos que a NBR 9050 (ABNT, 2020) considera é que a sinalização deve estar localizada na faixa de alcance entre 1,20 m e 1,60 m em plano vertical. Quando instalada entre 0,90 m e 1,20 m, deve estar na parede ao lado da maçaneta em plano inclinado entre 15° e 30° da linha horizontal. Para complementar a informação instalada na porta, deve existir informação tátil ou sonora, na parede adjacente a ela ou no batente. Se instaladas nas passagens a sinalização deve ser instalada na parede adjacente.

Os materiais utilizados variam entre acrílico, alumínio, PVC, ACM e através de impressão 3D.

**Figura 5: Placa Tátil**



**Fonte: Total Acessibilidade**

#### **4.4. Impressora Braille**

Um outro equipamento para auxílio à acessibilidade é a impressora braille, que permite aos deficientes visuais o acesso a informações textuais. A funcionalidade é semelhante a impressora a jato de tinta, porém, ao invés de utilizar tinta, a mesma incorpora pontos em relevo no papel. Contudo, mesmo sendo importante, apresentam um custo mais elevado, quando comparadas a impressoras comuns, podendo passar do quantitativo de três mil reais. (Figura 6)

**Figura 6: Impressora Braille**



**Fonte: Loja Ampla visão**

Uma impressora braille que se destacou, sendo a mais usada e conhecida mundialmente, é a clássica Perkins Brailier (Figura 8). Fabricada em 1951, é uma impressora constituída por 9 teclas, uma de espaço, outra de retrocesso e 6 teclas cada uma representando um ponto da cela braille. A Perkins suporta até o formato A4 e permite que pessoas deficientes visuais façam uso da mesma sem necessitar de um computador. Atualmente, a versão Smart da Perkins Braille (Figura 7), oferece além do documento impresso, um retorno em áudio e também visual, este sendo, para que quem não usa o braille também possa acompanhar o que foi digitado. Outra funcionalidade desta nova versão é a opção de transferir e receber documentos via USB.

**Figura 8: Perkins Brailier**



**Fonte: Tecassistiva**

**Figura 7: Perkins Smart**



**Fonte: Mercado Livre**

Piso tátil, mapa tátil, placa tátil e impressora braille são alguns dos

componentes que foram analisados, e que são de fato custosos financeiramente, causando assim impactos relacionados a aquisição, sendo então um fator que dificulta a adaptação e sinalização de espaços para a inclusão dos indivíduos dependentes desses materiais. Assim, com o surgimento de Laboratórios Makers que são ambientes montados dentro de escolas e universidades, onde ideias podem ser solucionadas de forma rápida e barata, a impressão 3D pode ser uma grande aliada no que se refere ao processo de ensino e acessibilidade de deficientes visuais no contexto social.

**Tabela 1: Tabela comparativa das soluções**

<b>Tecnologia Assistiva</b>	<b>Custo em reais</b>	<b>Aplicação</b>
Piso Tátil	Acima de R\$ 60,00 reais o m <sup>2</sup>	Promove orientação e mobilidade.
Mapa Tátil	Acima de R\$ 680,00 reais a confecção	Tem como intuito complementar o piso tátil, indicando escadas, corredores, pavimentos e demais ambientes
Placa Tátil	Acima de R\$38,00	Auxilia na orientação de portas e ambientes.
Impressão 3D	Em média 16,85 reais uma placa	Tecnologia que auxilia na aquisição de protótipos e soluções de baixo custo.
Impressora Braille	Acima de R\$ 7.000,00 reais	Auxilia na impressão de textos e documentos, para deficientes visuais.
Perkins Brailler	Acima de R\$ 6.000,00 reais	Impressora Braille tradicional.

Perkins Smart	Acima de R\$ 19.500,00 reais	Uma versão atualizada que oferece mais funções, como por exemplo retorno visual e de áudio.
---------------	---------------------------------	---

**Fonte: Tabela autoral**

Ao analisar os custos (Tabela 1), pode-se perceber que a impressão 3D tem um melhor custo benefício.

## **5. Manufatura aditiva para Produção de Mapas Táteis**

### **5.1. Manufatura aditiva**

No fim da década de 1980, um novo princípio de fabricação surge, a Manufatura Aditiva traduzida do inglês additive manufacturing (AM), também conhecida como prototipagem rápida ou impressão 3D, é considerada um dos 9 pilares tecnológicos da indústria 4.0 e vem trazendo um novo cenário para o desenvolvimento e produção de produtos da TA.

Volpato (2017) define manufatura aditiva, como um processo de fabricação que ocorre por meio da adição em camadas sucessivas de material, a partir de um modelo geométrico 3D originado por um sistema CAD (computer-aided design) ou “projeto e desenho assistidos por computador”, que permite a fabricação de forma automatizada e relativamente rápida se comparada a outras formas de fabricação. O processo resulta em componentes físicos de diversos materiais, utilizando-se de diferentes formas e técnicas a partir de vários princípios.

A primeira etapa do processo é iniciada com a modelagem 3D em um sistema CAD, onde é gerado um modelo geométrico 3D, num formato específico, como por exemplo o STL (STereoLithography), OBJ (Object File Wavefront 3D), entre outros. Posteriormente, feita a modelagem 3D, ocorre o fatiamento da peça, onde se definem as características da peça e os parâmetros de impressão, o arquivo final é transformado no formato GCODE. Com as configurações do fatiador 3D finalizadas, a impressora 3D começa o processo de fabricação da peça. No pós-processamento, quando necessário é feito o acabamento da peça, que pode ser feito

por meio de lixamento, uso de solventes e remoção de sobras de material.

## **5.2. Processo de modelagem**

A modelagem 3D, é um processo que busca simular a realidade, através de um espaço virtual, que desenvolve objetos, personagens e cenários tridimensionais, que são apresentados por meio de modelos matemáticos baseados em três eixos, x, y e z. Atualmente a variedade de softwares CAD é enorme sejam eles softwares livres ou proprietários. Entre os mais conhecidos estão o Tinkercad, SolidWorks, Inventor, Fusion 360, Blender, Wings 3D, AutoCad, entre outros.

O fatiamento 3D é outro passo importante no processo de impressão 3D, para ser fatiada, a peça precisa ter sido criada antes em um software CAD. Entre os principais fatiadores, estão: Simplify, 3D, Ultimaker Cura e o Slic3r.

Apesar de aparentar ser algo complexo, projetar em 3D, demanda tempo e prática com os softwares voltados para esse fim. Dentre os diversos softwares de modelagem e fatiamento apresentados, dois foram selecionados por serem softwares livres., são eles: o Blender e Ultimaker Cura.

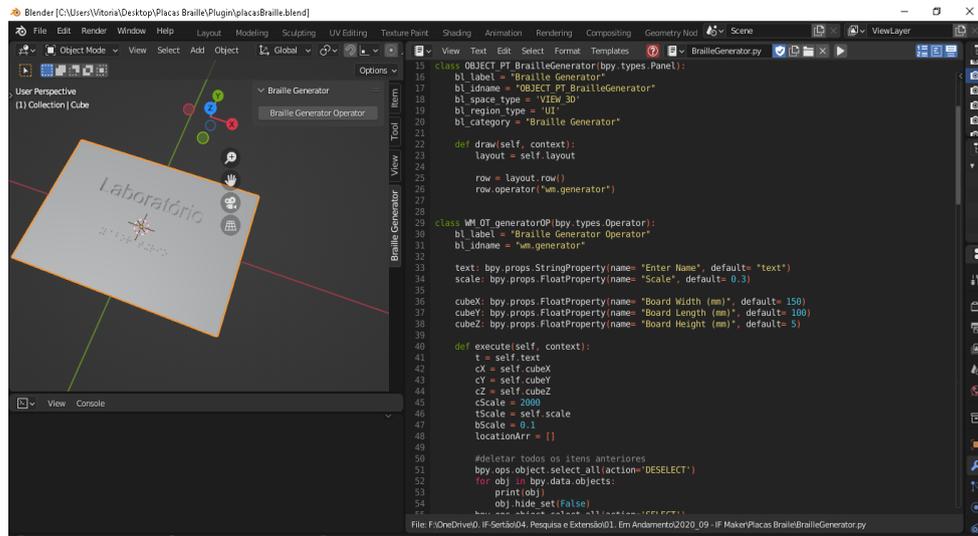
### **5.2.1 Blender**

O Blender (também conhecido como Blender 3D), é um software CAD, gratuito, e de código aberto, disponível para diversos sistemas operacionais. O programa possui uma interface totalmente personalizável, posto que, permite a organização de componentes e ferramentas de acordo com a escolha do usuário. Outra vantagem deste programa é a inclusão de suporte a Python como linguagem de script, o que possibilita a criação de plugins ou extensions que funcionam dentro do próprio programa automatizando várias tarefas que seriam realizadas manualmente.

Para este projeto foi criado um plugin (Figura 9) que recebe variáveis já configuradas de acordo com as normas ABNT e escolha do usuário, como: escala do texto em braille e em português, dimensões e espessura da placa, altura e diâmetro dos pontos em braille, entre outros, que quando compilado, faz a modelagem automática das placas táteis.

O plugin desenvolvido encontra-se disponível no GitHub<sup>1</sup>, onde qualquer usuário com acesso a plataforma pode utilizar e personalizar de acordo com sua necessidade.

**Figura 9: Plugin Braille Generator**



**Fonte: Captura de tela do Blender**

## 5.2.2 Ultimaker Cura

O Ultimaker Cura 3D é um software gratuito de fatiamento 3D que gera a preparação da peça para a impressora 3D, além disso, ele é de código aberto, o que significa que aprimoramentos e mudanças podem ser feitos por todos os usuários. O software fatia um modelo 3D em camadas e faz ajustes no gerenciamento das impressoras e ajuda com materiais já pré-configurados para que, quem o utiliza possa imprimir facilmente. Outra vantagem encontra-se na criação de perfis de impressão que possibilitam os salvar, compartilhar e gerenciar.

## 6. Metodologia

Para o desenvolvimento deste projeto, foi realizada uma análise das atuais condições do IFSertãoPE campus Salgueiro, por meio da observação do ambiente, no âmbito de acessibilidade de pessoas deficientes visuais e pôde-se notar a falta de sinalização tátil. Considerando que a instituição não tem seus ambientes com a devida acessibilidade, buscou-se produzir através da impressão 3D, placas táteis e

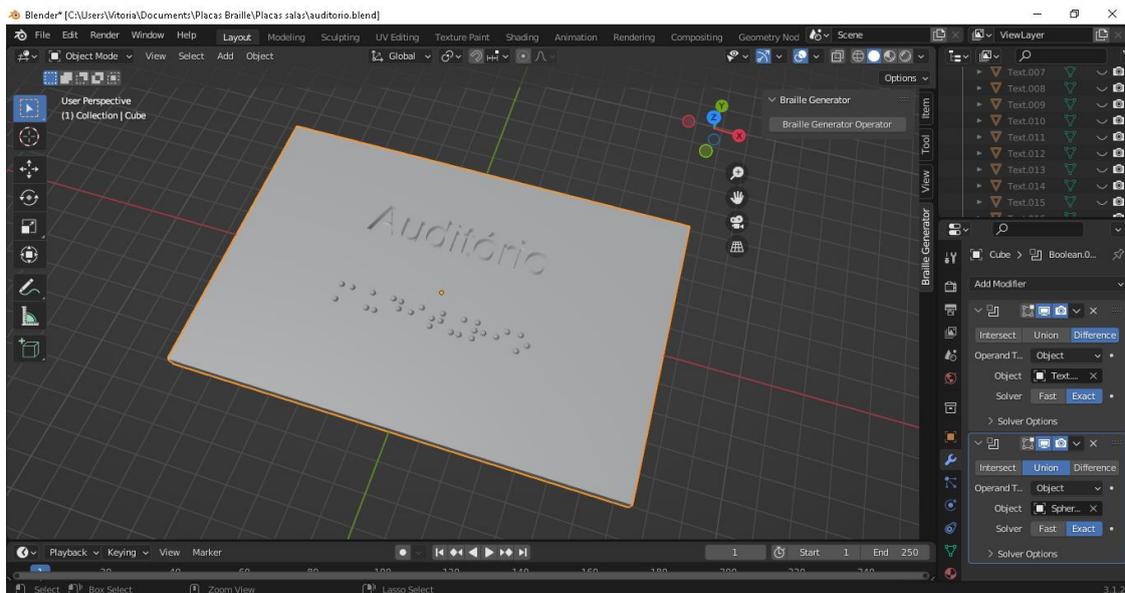
<sup>1</sup> <https://github.com/Vitoria-Alencar/Braille>

um mapa tátil com o objetivo de adequar esses ambientes.

Para dar continuidade ao projeto foi feito um mapeamento das salas e demais ambientes da instituição, com o intuito de catalogar os nomes desses espaços para começar o processo de modelagem e impressão.

Na impressão 3D existem muitas etapas desde a modelagem até a impressão física. Para a modelagem 3D foi utilizado o software Blender, nele fizemos o uso do plugin, citado anteriormente no tópico 5.2. Feita a modelagem, o modelo 3D é exportado no formato STL, visto que é a extensão mais utilizada pelas impressoras 3D. (Figura 10)

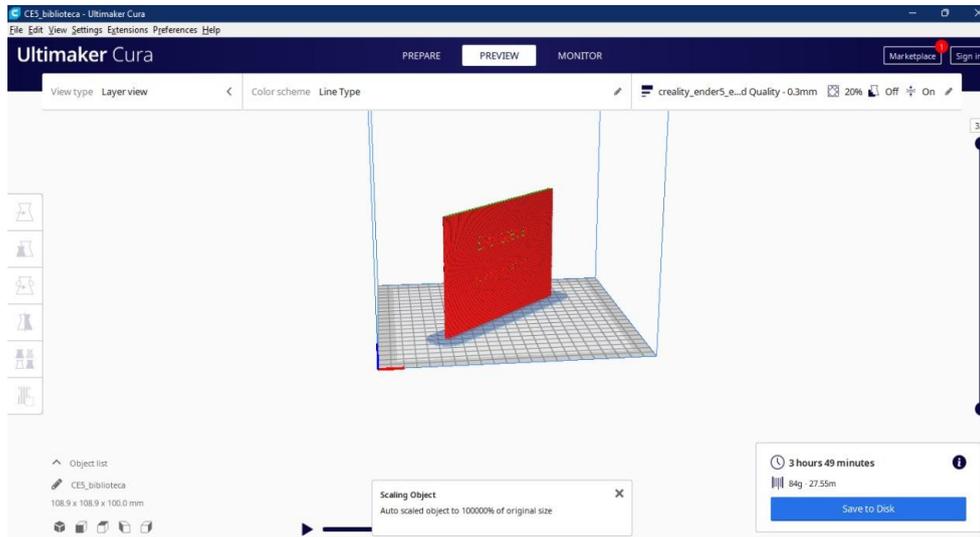
**Figura 10: Modelagem 3D - Software Blender**



**Fonte: Captura de tela do Blender**

Após a modelagem 3D a peça passa pelo processo de fatiamento onde será transformado pelo fatiador no formato GCODE. Para o fatiamento, utilizamos o Ultimaker Cura (Figura 11), o qual fará toda configuração da peça para impressora 3D, como por exemplo, a impressora a ser utilizada, altura de cada camada, espessura da peça, ajustes relacionados ao filamento, velocidade de movimentação da máquina e até mesmo a estimativa de tempo de impressão.

**Figura 11: Fatiador 3D - Ultimaker Cura**



**Fonte: Captura de tela do Cura**

Os filamentos utilizados para fabricação das peças foram PETG e PLA, que possuem suas diferenças e produzem peças com um nível diferente de sofisticação.

- PETG: É um material que reúne características do PLA E ABS. É resistente, não emite gases tóxicos, e é considerado Food-Safe, ou seja, pode ser utilizado em aplicações de confeitaria e gastronomia.
- PLA: É um material biodegradável, ou seja, não polui o meio ambiente e não causa danos à saúde, possui rapidez no processo de impressão e é indicado para peças maiores e que não necessitam de acabamento na pós impressão.

Para a impressão dos artefatos foram utilizadas 5 impressoras com tecnologia de impressão FDM, do Laboratório Maker do IFSertãoPE Campus Salgueiro (Tabela 2):

**Tabela 2: Modelos das Impressoras**

<b>Modelos das impressoras 3D</b>	<b>Características</b>
<p data-bbox="293 347 528 383"><b>Creality Ender-5</b></p>  A black 3D printer with a vertical frame structure, featuring a glass front panel and a control panel on the right side.	<p data-bbox="810 347 1353 600">Possui uma área de impressão semelhante a impressora 3D Ender-3, mas o que difere é a altura e sua estrutura que forma um retângulo, podendo dar mais estabilidade aos movimentos.</p>
<p data-bbox="293 685 507 721"><b>Creality CR-10</b></p>  A black 3D printer with a tall, open-frame structure, featuring a glass front panel and a control panel on the left side.	<p data-bbox="810 685 1353 992">Com uma boa área de impressão, a CR-10 apresenta ótimo desempenho no que se refere a impressão de peça maiores, conta com mesa de vidro e a possibilidade de instalação do BL Touch para nivelamento automático.</p>
<p data-bbox="293 1097 512 1133"><b>GT MAX-A1v2</b></p>  A black 3D printer with a compact, enclosed design, featuring a glass front panel and a control panel on the left side.	<p data-bbox="810 1097 1353 1261">Possui maior volume de impressão, troca automática de filamento, entrega qualidade e um acabamento refinado.</p>
<p data-bbox="293 1509 480 1545"><b>CR-5 PRO H</b></p>  A white 3D printer with a large, enclosed chamber, featuring a glass front panel and a control panel on the left side.	<p data-bbox="810 1509 1353 1785">Possui uma estrutura cúbica estável, silenciosa, que permite impressões com alta qualidade. É uma opção, que traz recursos de uma impressora 3D profissional.</p>

**Fonte: Tabela autoral**

Para este projeto, o principal foco inicialmente foi a impressão de 20 placas

táteis, para a sinalização de salas do IFSertãoPE campus Salgueiro. As peças estão disponíveis na (Tabela 3):

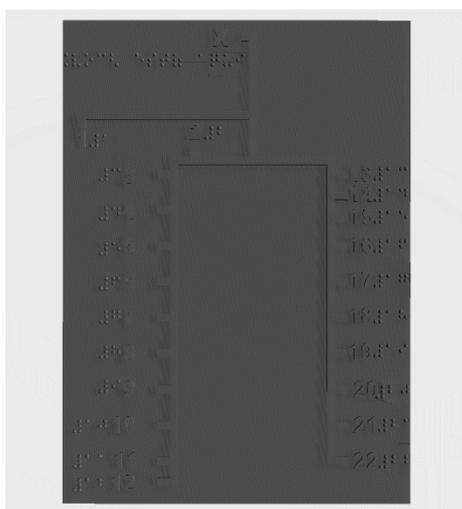
**Tabela 3: Placas impressas**

<b>Quantidade de Placas</b>	<b>Nome das placas</b>
1	Auditório
1	Biblioteca
1	Multimeios
1	LAB Desenho
1	Videoconferência
1	LAB 01
1	LAB 02
1	LAB 03
1	Sala 01
1	Sala 02
1	Sala 03
1	Sala 04
1	Sala 05
1	Sala 06
1	Sala 07
1	Sala 08
1	Sala 09
1	Sala 10
1	Sala 11
1	Sala 12

**Fonte: Tabela autoral**

Posteriormente optou-se pela impressão de um mapa tátil (Figura12) com o intuito de complementar as placas táteis.

**Figura 12: Impressão do Mapa Tátil**



**Fonte: Imagem autoral**

É importante salientar que o processo de impressão 3D demanda tempo. A duração de impressão de cada peça difere, dado que a impressora utilizada, sua velocidade, altura da camada, quantidade de camadas e complexidade da peça influenciam no processo.

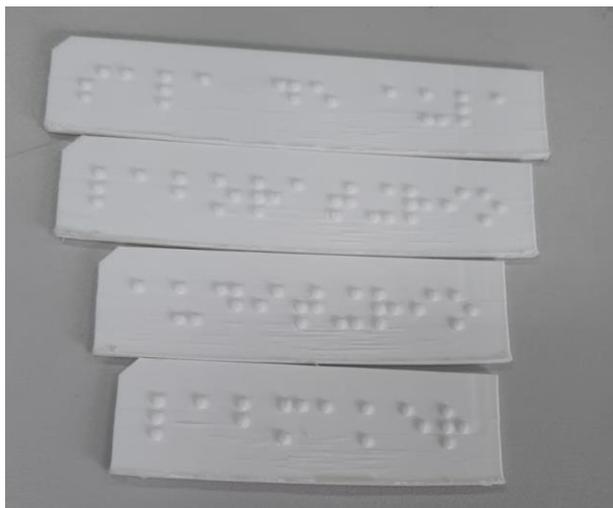
## **7. Resultados e Discussão**

Na elaboração deste projeto, foi possível produzir a modelagem e a impressão das placas táteis e do mapa tátil, que auxiliaram no processo de sinalização e acessibilidade dos ambientes do IFSertãoPE campus Salgueiro.

### **7.1. Objetos produzidos**

Antes da impressão dos artefatos finais foram impressas placas para teste, as quais foram validadas por um deficiente visual, através de teste tátil, para melhor qualidade e possíveis ajustes nas impressões seguintes. No total foram 4 peças para teste (Figura 13), sendo elas LabMaker, Auditório, Sala de aula e Laboratório.

**Figura 13: Placas Braille de teste**



**Fonte: Imagem autoral**

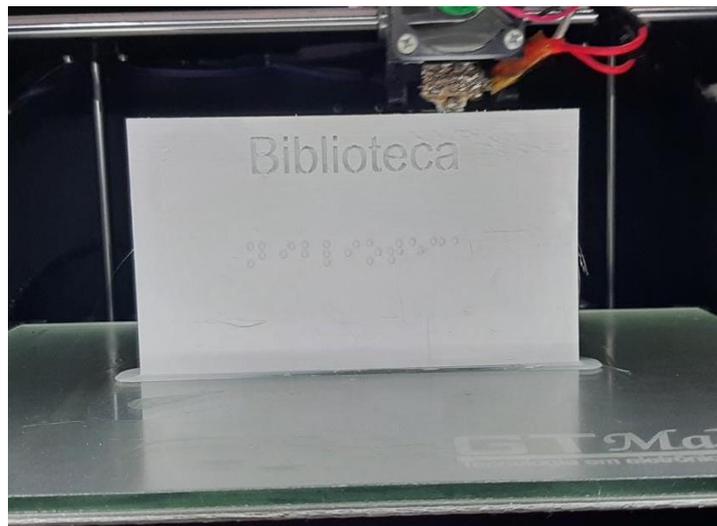
A impressão das placas foi feita somente na cor branca, pois as impressoras 3D disponíveis possuíam apenas um extrusor para impressão. Sendo assim, para imprimir com mais de 1 filamento, teria que haver uma intervenção no processo de impressão, ou seja, pausaria a confecção da peça, trocaria o filamento e retomaria o processo, o que implicaria em um maior tempo de produção das peças.

**Figura 14: Modelo 3D - Placa Biblioteca**



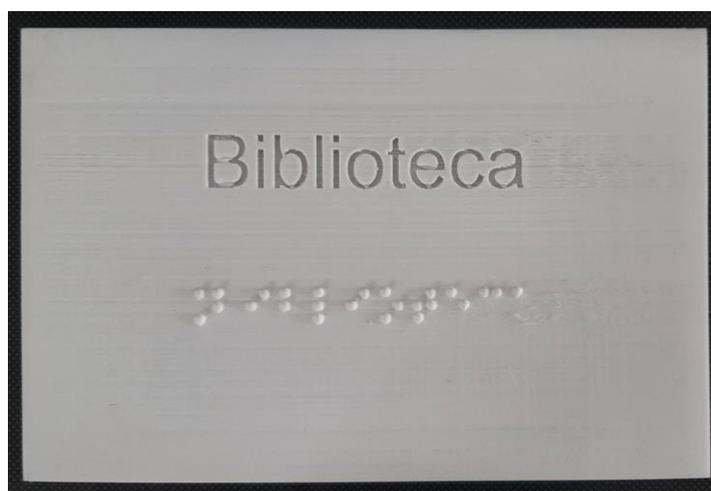
**Fonte: imagem autoral**

**Figura 15: Processo de impressão da placa Biblioteca**



**Fonte: Imagem autoral**

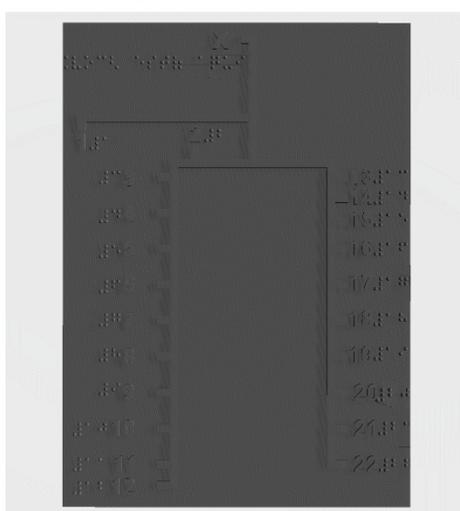
**Figura 16: Placa tátil Biblioteca impressa**



**Fonte: Imagem autoral**

Por possuir um maior período de tempo de impressão, o mapa tátil foi a última peça impressa, ilustrado na (Figura 17).

**Figura 17: Mapa tátil**



**Fonte 1: Imagem autoral**

As placas produzidas irão contribuir na mobilidade e orientação dos deficientes visuais na instituição, garantindo a autonomia e independência dos usuários no ambiente. Todas as peças produzidas neste projeto encontram-se no formato STL e estão disponíveis ao público no GitHub<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> <https://github.com/Vitoria-Alencar/Braille>

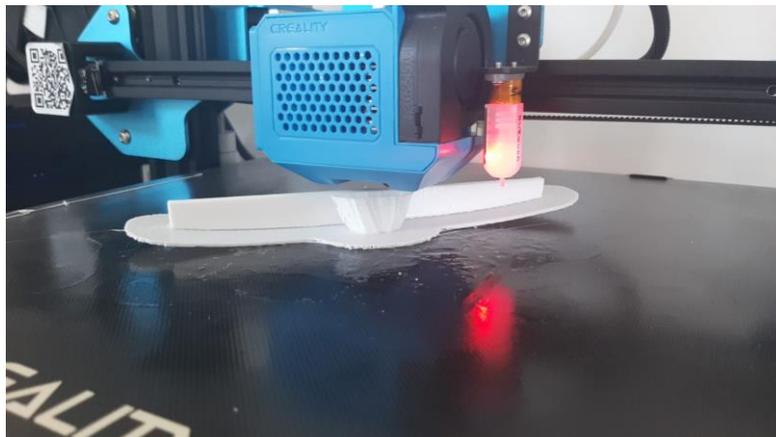
## 7.2. Dificuldades encontradas

As dificuldades ocorreram durante todo o processo de fabricação. Considerando que foi o primeiro contato com os softwares de modelagem 3D e impressoras 3D.

Um desafio pertinente foi a configuração dos parâmetros adequados nas impressoras, uma vez que, as especificações do Ultimaker Cura, e o nivelamento das mesas das impressoras, exigem ajustes de configuração atenção.

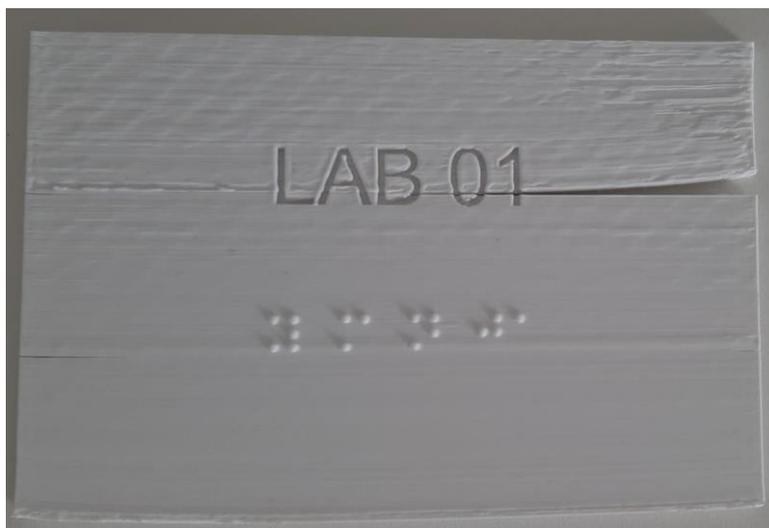
Dificuldades no nivelamento da mesa, configurações na espessura da placa, falta de aderência da peça à mesa, entre outros fatores, ocasionaram algumas falhas durante o processo de impressões, como ilustradas nas figuras abaixo.

**Figura 18: Erro devido a nivelção inadequada**



**Fonte: Imagem autoral**

**Figura 19: Erro de impressão**



**Fonte: Imagem autoral**

**Figura 20: Erro de impressão**



**Fonte: Imagem autoral**

## **8. Considerações Finais**

Este trabalho buscou elaborar um projeto de sinalização tátil para alguns ambientes do IFSertãoPE campus Salgueiro, a partir do uso da manufatura aditiva associada a impressão 3D. Pois foi observada a falta de acessibilidade na instituição no que se refere a deficientes visuais.

A inexistência de sinalização em ambientes públicos e privados são fatores que implicam na inclusão e acessibilidade dos deficientes visuais, uma vez que a

locomoção está entre uma das principais dificuldades deste grupo. Desta forma, a sinalização adequada permite maior independência, autonomia e qualidade de vida.

Em virtude disto, com o avanço da tecnologia e o surgimento da impressão 3D, a Tecnologia assistiva tem se tornado cada vez mais acessível para os deficientes visuais, devido ao baixo custo de produção e o fato de ser personalizável. Um exemplo desse novo cenário, é a produção de sinalizações táteis através da impressão 3D. Deste modo, utilizando-se dessas ferramentas pôde-se obter o que foi proposto por este trabalho.

Por fim, espera-se que este projeto contribua para a comunidade acadêmica do IFSertãoPE campus Salgueiro e para as demais instituições, auxiliando na acessibilidade e inclusão das pessoas deficientes visuais e com baixa visão. As placas impressas serão entregues para o Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Específicas (NAPNE) do campus Salgueiro, para implantação do projeto de sinalização. Em pesquisas futuras, recomenda-se que as placas tenham um contraste estabelecido entre o texto impresso e a placa, ou seja, quando a placa for escura, o texto deverá ser claro, ou inversamente.

## 9. Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9050: **Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaço, mobiliário e equipamento urbano**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Acesso em: 11 maio. 2022.

ABNT. NBR 9050: **acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. ABNT, 2020. Acesso em: maio. 2022.

Ampla Visão. Disponível em<<https://lojaamplavisao.com.br/produto/imprensa-braille-index-basic/>>. Acesso em: 31 ago. 2022.

BERSCH, Rita & TONOLLI, José Carlos, 2016. **Introdução ao Conceito de Tecnologia Assistiva e Modelos de Abordagem da Deficiência**. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/tecnologia-assistiva>>. Acesso em 07 de jul de 2022.

BERSCH, Rita. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: CEDI, v. 21, 2008. Acesso em: 09 jul. 2022.

BIZELLO, Juliano Stefanello. **Piso tátil com tecnologia NFC para acessibilidade de deficientes visuais em ambientes públicos**. Revista Brasileira de Iniciação Científica, v. 4, n. 5, 2017. Acesso em: 11 jul. 2022.

BRASIL, 2015, Lei n. 13.146, de 6 de jul. de 2015. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência**. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm)>. Acesso em: 15 maio. 2022.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria nº 3.128, de 24 de dezembro de 2008. Define Que As Redes Estaduais de Atenção à Pessoa Com Deficiência Visual Sejam Compostas Por Ações na Atenção Básica e Serviços de Reabilitação Visual. Brasília, 2008a**. Disponível em: <[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt3128\\_24\\_12\\_2008.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt3128_24_12_2008.html)>.

Acesso em: 22 jul. 2022.

**DECRETO Nº 5.296 DE 2 DE DEZEMBRO DE 2004.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm)>.

Acesso em: 22 jul. 2022.

Deficiência visual / Marta Gil (org.). – Brasília : **MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000. 80 p. : il. - (Cadernos da TV Escola. 1. ISSN 1518-4692).** Acesso em: 11 maio. 2022.

**Dia Mundial do Braille: como surgiu esse sistema e como ele funciona, 2021.** Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/dia-mundial-do-braille-como-surgiu-esse-sistema-e-como-ele-funciona/>>. Acesso em: 06 de jul. de 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010 - Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência.** IBGE, 2012. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>. Acesso em: 11 de maio. de 2022.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013: Ciclos de vida. Brasil e Grandes Regiões. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.** Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94522.pdf>> Acesso em: 22 jul. 2022.

LACERDA, Janiny Nunes. **A impressão 3D como estratégia de ensino e aprendizagem em química na educação básica.** 2017. Acesso em: 07 jul. 2022.

MALHEIROS, Tania Milca de Carvalho. **Necessidade de informação do usuário com deficiência visual: um estudo de caso da Biblioteca Digital e Sonora da Universidade de Brasília.** 2013. Acesso em: 15 maio. 2022.

MALULY, Carlos Vinicius. **Manufatura aditiva, impressão 3D e tecnologia assistiva no desenvolvimento de recursos óptico para auxílio a leitura de pessoas com visão subnormal: teste preliminar do protótipo" 3D printing maxvision".**

Acesso em: 18 jul. 2022.

Mercado Livre. Disponível em: <[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1358021173-maquina-de-escrever-braille-perkins-smart\\_JM?matt\\_tool=18956390&utm\\_source=google\\_shopping&utm\\_medium=organic](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1358021173-maquina-de-escrever-braille-perkins-smart_JM?matt_tool=18956390&utm_source=google_shopping&utm_medium=organic)> Acesso em: 31 jul. 2022.

MOURA, Bruno Neves de. **MAUC Tátil: um ponto de vista do design dentro da cartografia na produção de um mapa tátil para o Museu de Arte da Universidade Federal do Ceará por meio da prototipagem rápida em impressão 3D.** 2021. Acesso em: 15 maio. 2022.

OLIVEIRA, Regina Fátima Caldeira de. **Braille: Vamos Ressaltar Esses Pontos.** Disponível em: <<https://www.diversidadeemcena.net/braile01.htm>>. Acesso em: 07 de jul. de 2022.

RADABAUGH, M. P. **Study on the Financing of Assistive Technology Devices of Services for Individuals with Disabilities - A report to the president and the congress of the United States.1993.** Acesso em: 10 jul. 2022.

Santo almeida, Camilla Espírito; Dias, Matheus Neiva. **Projeto de implantação de adaptações que visem acessibilidade para pessoas com deficiência no prédio do centro de tecnologia da universidade federal do rio de janeiro. 2019.** Acesso em: 06 jul. 2022.

TECASSISTIVA TECNOLOGIA E ACESSIBILIDADE. Disponível em<<https://www.tecassistiva.com.br/catalogo/perkins-classica/>>. Acesso em: 31 de jul. de 2022.

TILLMANN, Ana et al. **Impressão 3D e arte como aliadas no desenvolvimento cognitivo da criança com deficiência visual. 2021.** Acesso em: 18 jul. 2022.

TOTAL ACESSIBILIDADE. **Catálogo de produtos para acessibilidade. Região centro-oeste, 2018.** Disponível em: <<https://totalacessibilidade.com.br/produto/placa->

tatil-braillelevo-acrilico-20x8cm/> Acesso em: 23 jul. 2022.

VOLPATO, Neri. **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D.** Editora Blucher, 2017. Acesso em: 18 jul. 2022.