



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO E DESIGN**  
**CURSO DE DESIGN**

**BRUNNO NEVES DE MOURA**

**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.**

**FORTALEZA**

**2021**

BRUNNO NEVES DE MOURA

**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.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Design da  
Universidade Federal do Ceará, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Design.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Cesar  
Cavalcante Vieira

FORTALEZA

2021



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M884m Moura, Brunno 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. / Brunno Neves de Moura. – 2021.

125 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Design, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Roberto Cesar Cavalcante Vieira .

1. Design de Sinalização. 2. Mapa Tátil. 3. Acessibilidade. 4. Impressão 3D. 5. Sociedade Inclusiva. I. Título.

---

CDD 658.575

BRUNNO NEVES DE MOURA

**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.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Design da Universidade Federal  
do Ceará, como requisito parcial à obtenção  
do título de Bacharel em Design.

Aprovada em: \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Roberto Cesar Cavalcante Vieira. (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Paulo Jorge Alcobia Simões. (Examinador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Zilsa Maria Pinto Santiago. (Examinadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Carlos Eugênio Moreira de Sousa. (Examinador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Davi Cândido da Silva. (Examinador)  
Secretaria de Acessibilidade da UFC

O Naruto pode ser um pouco duro às vezes, talvez você não saiba disso, mas o Naruto também cresceu sem pai. Na verdade ele nunca conheceu nenhum de seus pais, e nunca teve nenhum amigo em nossa aldeia. Mesmo assim eu nunca vi ele chorar, ficar zangado ou se dar por vencido, ele está sempre ansioso por melhorar, ele quer ser respeitado, é o sonho dele, e o Naruto arriscaria a vida por isso, sem hesitar. Meu palpite é que ele se cansou de chorar e decidiu fazer alguma coisa a respeito. NARUTO (2002, ep. 12)

## RESUMO

Muito ainda deve ser melhorado para facilitar a vida das pessoas com deficiência. Para as pessoas cegas, tecnologias como poder escrever em sistema braille é muito importante para a comunicação, da mesma forma que uma rota de piso tátil é importante para locomoção autônoma em vias públicas. O *designer* tem o poder e dever de lembrar de grupos de usuários quando projeta um artefato, objeto ou sistema. Este trabalho busca apresentar como, através do design, pode-se elaborar um projeto de mapa tátil para o MAUC, utilizando conceitos de design de produto e gráfico. Para o desenvolvimento desta pesquisa, fez-se necessário fundamentar teoricamente as temáticas do design, sinalização, cartografia tátil, prototipagem, normas de técnicas sobre acessibilidade e tecnologia assistiva, a fim de compreender as relações entre elas e as suas aplicações. A metodologia utilizada baseou-se na proposta por Bruno Munari (2008) para desenvolvimento de projetos de design. O mapa tátil é uma ferramenta / tecnologia auxiliadora na locomoção, que deve complementar o piso e não substituir. Em casos onde o piso tátil não foi aplicado devido ao espaço ou questões financeiras, o mapa tátil tem funções práticas. Através desse trabalho foi feita uma análise de similares buscando entender o funcionamento, configurações de layout, técnicas e materiais utilizados, além de execução de protótipos em impressão 3D a fim de serem testados e validados pelos usuários finais. O local de implantação é o Museu de Arte da Universidade Federal do Ceará (MAUC), considerado o primeiro museu de arte do estado. A importância de tornar acessível, autônomo e entendível a rota entre os espaços é aumentar a possibilidade de lazer e de cultura das pessoas com deficiência visual no entorno do museu.

**Palavras-chave:** Design de Sinalização. Mapa Tátil. Acessibilidade. Impressão 3D. Sociedade Inclusiva.

## **ABSTRACT**

Much still needs to be improved to make life easier for people with disabilities. For blind people, technologies such as braille writing are very important for communication, just as a tactile floor route is important for autonomous public road mobility. The designer has the power and duty to remember user groups when designing an artifact, object, or system. This work aims to present how, through design, a tactile map project can be elaborated for the MAUC museums, using product and graphic design concepts. To develop this research, it was necessary to theoretically base the themes of design, signage, tactile cartography, prototyping, standards of accessibility techniques and assistive technology, in order to understand the relationships between them and their applications. The methodology used was based on the proposal by Bruno Munari (2008) for the development of design projects. The tactile map is a tool / assistive technology in locomotion, which should complement the floor and not replace it. In cases where the tactile floor has not been applied due to space or financial issues, the tactile map has practical functions. Through this work, an analysis of similars was carried out in order to understand the operation, layout configurations, techniques and materials used, as well as the execution of prototypes in 3D printing in order to be tested and validated by the end users. The implantation site is the Art Museum of the Federal University of Ceará (MAUC), considered the first art museum in the state. The importance of making the route between spaces accessible, autonomous and understandable is to increase the possibility of leisure and culture for people with visual impairments around the museum.

**Keywords:** Signage. Tactile Map. Accessibility. 3D printing. Inclusive Society.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a mim mesmo, por ser esse gênio incompreendido e um sobrevivente a esse 4 anos de curso.

Ao Prof. Dr. Roberto Vieira, pela excelente orientação, pelos bons conselhos e sempre com comprometimento às suas palavras.

Aos professores do curso de Design: Paulo, Eugênio, Lia, Camila, Lilu, Mariana, Silvia e Emílio. Que agregaram a minha formação muito além dos conteúdos abordados nas disciplinas, mas ensinamentos, valores e experiências de vida. Aprendizados que levarei para a vida.

Aos funcionários do Departamento, especialmente os técnicos George, João Vítor e Eduardo. Por sempre serem tão atenciosos, cuidadosos e zelosos com o departamento e alunos.

Aos colegas da turma, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas. Especialmente aos Avila, Diogo, Felipe, Ravena, Ivna, Bianca e uma garota esquisita chamada Sabrina (que Deus a tenha).

À Aliny, que tem estado comigo nos momentos bons e ruins, por ter sido minha companheira e por sempre acreditar em mim, mesmo quando eu não conseguia.

Por fim, a Universidade Federal do Ceará por tudo que me foi proporcionado durante esses anos.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Proporção de pessoas com deficiência, com e sem aplicação da linha de corte do WG, por tipo de deficiência - Censo de 2010. ....	15
Figura 2 -	Gráfico de população com deficiência.....	16
Figura 3 -	Gráfico percentual de deficiência visual.....	17
Figura 4 -	Mapa tátil urbano de sinalização em Recife.....	19
Figura 5 -	Representação da Cella Braille.....	27
Figura 6 -	Diagrama de uso da Reglete Positiva.....	27
Figura 7 -	Imagem de uma máquina de escrever em Braille e representação da letra “q”.....	28
Figura 8 -	Tabela de cores de contraste recomendado.....	30
Figura 9 -	Uso do piso tátil.....	31
Figura 10 -	Catálogo de cores disponíveis para mapa tátil na fornecedora DAUD. ....	32
Figura 11 -	Detalhe de uso da leitura de uma placa tátil.....	32
Figura 12 -	Detalhe de uma placa tátil em caixa alta.....	33
Figura 13 -	Detalhe de uso da leitura de uma mapa tátil.....	34
Figura 14 -	Símbolo Internacional de Acesso.....	37
Figura 15a e 15b -	Símbolo Internacional de Acesso e Símbolo Dinâmico de Acesso .....	38
Figura 16 -	Novo Símbolo Internacional de Acesso proposto pela ONU.....	39
Figura 17 -	Símbolo de pessoa com deficiência física e visual. ....	40
Figura 18 -	Símbolo de pessoa idoso antiga e nova .....	41
Figura 19 -	Diagrama de Uso e Função.....	42
Figura 20 -	Diagrama de uso do bico da máquina a laser.....	46
Figura 21a e	Imagens da Impressoras 3D: Cliever CI1 e 3D system projet	48

21b -	160 .....	
Figura 22 -	Metodologia projetual de Design por Bruno Munari .....	54
Figura 23 -	Teste de imagens táteis realizado com um grupo de alunos do Instituto dos Cegos Helio Goes no Museu da Fotografia em Fortaleza .....	56
Figura 24 -	Teste dos mapas táteis artesanais em escola. ....	57
Figura 25 -	Teste dos mapas táteis em escola. ....	58
Figura 26 -	Mapas táteis do Terminal Rodoviário Governador Israel Pinheiro em Belo Horizonte .....	59
Figura 27a, 27b e 27c -	Impressora 3D CubePro Duo e Mapa Tátil .....	60
Figura 28a e 28b -	Imagem do mapa tátil gerado no Touch Mapper e do OpenStreetMap .....	61
Figura 29a e 29b -	Imagem da SeeMeCNC Rostock MAX v2 e do mapa London Rising .....	62
Figura 30a e 30b -	Imagem do mapa tátil e do configuração dos elementos do mapa .....	63
Figura 31a e 31b -	Imagem do detalhe do mapa tátil e do suporte de sustentação do mapa .....	64
Figura 32a e 32b -	Imagem do mapa tátil e da equipe que produziu o mapa .....	65
Figura 33a e 33b -	Imagem do mapa tátil junto com a equipe e imagem do detalhe do mapa tátil .....	66
Figura 34a e 34b -	Imagem do mapa tátil e do detalhe aproximado.....	68
Figura 35a, 35b e 35c -	Mapa tátil arquitetônico, urbano e a maquete tátil da Torre Malakoff .....	69
Figura 36	Detalhe do mapa tátil urbano da Torre Malakoff .....	70
Figura 37	Fotos tiradas do museu do MAUC .....	75
Figura 38	Representação das 3 dimensões do protótipo nº 01 .....	77
Figura 39	Representação em perspectiva do protótipo nº 01 no software de fatiamento de impressão 3D .....	78



Figura 40	Fotos tiradas da peça do protótipo nº 01 com uma lente macro .	79
Figura 41	Fotos tiradas da peça do protótipo nº 01. ....	81
Figura 42	Representação digital do protótipo nº 02 .....	82
Figura 43	Fotos tiradas da peça do protótipo nº 02.....	83
Figura 44	Detalhe da foto tirada da peça do protótipo nº 02 com uma lente macro . ....	84
Figura 45	Representação digital de todas as opções de textura. ....	85
Figura 46	Detalhe da foto tirada da peça do protótipo nº 03 com uma lente macro .....	86
Figura 47	Fotos dos testes de superfície. ....	88
Figura 48	Imagem da planta baixa do MAUC .....	90
Figura 49	Representação digital da carta planimétrica do bairro de Benfica . ....	91
Figura 50	Representação digital do resumo. ....	92
Figura 51	Representação digital das informações do mapa tátil .....	93
Figura 52	Renderização da mesa em barras de ferro. ....	94
Figura 53	Desenho técnico da mesa do mapa tátil, medidas em cm .....	95
Figura 54	Renderização da mesa junto à base em acrílico.....	97
Figura 55	Desenho técnico da base em acrílico do mapa tátil, medidas em cm.....	98
Figura 56	Renderização da mesa com a adição da calçada. ....	99
Figura 57	Detalhe da renderização digital mostrando a calçada e sua textura. ....	100
Figura 58	Renderização da mesa com a adição dos prédios. ....	101
Figura 59	Detalhe da renderização digital do braille no teto dos prédios. ....	102
Figura 60	Renderização da mesa com a adição da textura de área verde. ....	103
Figura 61	Detalhe da renderização digital mostrando a área verde e sua textura. ....	104
Figura 62	Renderização da mesa com a adição dos MAUC. ....	105
Figura 63	Detalhe da renderização digital mostrando o MAUC e o braille .....	106
Figura 64	Renderização da mesa com a adição do texto. ....	107

Figura 65	Detalhe da renderização digital mostrando o texto e a legenda	108
Figura 66	Renderização da mesa com a adição do braille. ....	109
Figura 67	Detalhe da renderização digital mostrando o braille. ....	110
Figura 68	Renderização da mesa com a adição dos ícones. ....	111
Figura 69	Detalhe da renderização digital mostrando os ícones. ....	112

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação das necessidade dos mapas táteis .....	35
Tabela 2	Classificação de prototipagem rápida .....	44
Tabela 3	Tabela de critérios gerais de avaliação representação de imagens táteis .....	72
Tabela 4	Tabela de critérios de avaliação de mapa tátil .....	73
Tabela 5	Tabela de critérios de escolha de superfícies. ....	89

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Modelagem Tridimensional
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS	Acrilonitrila butadieno estireno
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CEP	Código de Endereçamento Postal ou Código postal
CNC	Controle Numérico Computadorizado
CTI	Centro de Tecnologia e Inovação
DAUD	Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Design
DCH	Design Centrado no Humano
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FDM	<i>Fused Deposition Modeling</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	International Organization for Standardization
LIDAR	<i>Light Detection And Ranging</i>
MAC	Museu de Arte Contemporânea
MAUC	Museu de Arte da Universidade Federal do Ceará
MCC	Museu da Cultura Cearense
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NCSU	<i>North Carolina State University</i>
OCR	<i>Optical character recognition</i>
OMS	Organização Mundial Da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PSAI	Acrílico de Polietileno de Alto Impacto
RG	Registro Geral
RI	Rehabilitation International
SIA	Símbolo Internacional de Acesso
SLS	<i>Selective Laser Sintering</i>

SRP      *Subtractive Rapid Prototyping*  
TA        Tecnologia Assistiva  
UFC      Universidade Federal do Ceará  
WG      *Washington Group on Disability Statistics*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Problema de Pesquisa</b> .....	<b>20</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>21</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>22</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>22</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1</b>	<b>Louis Braille</b> .....	<b>24</b>
<b>2.2</b>	<b>Tecnologia Assistiva</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2.1</b>	<b><i>Piso Tátil</i></b> .....	<b>30</b>
<b>2.2.2</b>	<b><i>Placa Tátil</i></b> .....	<b>32</b>
<b>2.2.3</b>	<b><i>Mapa Tátil</i></b> .....	<b>34</b>
<b>2.3</b>	<b>Normas de Acessibilidade</b> .....	<b>36</b>
<b>2.4</b>	<b>DESIGN</b> .....	<b>41</b>
<b>2.4.1</b>	<b><i>Design de Produto: Prototipagem Rápida</i></b> .....	<b>43</b>
<b>2.4.2</b>	<b><i>Design Gráfico: DCH e wayfinding</i></b> .....	<b>48</b>
<b>2.4.3</b>	<b><i>Design Universal</i></b> .....	<b>52</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Trabalhos Relacionados</b> .....	<b>55</b>
<b>3.2</b>	<b>Análise de Similares</b> .....	<b>60</b>
<b>3.3</b>	<b>Estudo de Caso</b> .....	<b>74</b>
<b>4</b>	<b>PROJETO</b> .....	<b>76</b>
<b>4.1</b>	<b>Desenvolvimento</b> .....	<b>77</b>
<b>4.1.1</b>	<b><i>Protótipo de Ambientação.</i></b> .....	<b>82</b>
<b>4.1.2</b>	<b><i>Textura</i></b> .....	<b>85</b>
<b>4.1.3</b>	<b><i>Planejamento.</i></b> .....	<b>90</b>
<b>4.2</b>	<b>Manual Descritivo</b> .....	<b>93</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Mesa</i></b> .....	<b>94</b>
<b>4.2.2</b>	<b><i>Mapa Tátil.</i></b> .....	<b>95</b>
<b>4.2.2.1</b>	<b>Base Acrílica</b> .....	<b>97</b>
<b>4.2.2.2</b>	<b>Calçada</b> .....	<b>99</b>
<b>4.2.2.3</b>	<b>Prédio.</b> .....	<b>101</b>

<b>4.2.2.4</b>	<b>Área Verde .....</b>	<b>103</b>
<b>4.2.2.5</b>	<b>Museu .....</b>	<b>105</b>
<b>4.2.2.6</b>	<b>Informações Textuais.....</b>	<b>107</b>
<b>4.2.2.7</b>	<b>Braille .....</b>	<b>109</b>
<b>4.2.2.8</b>	<b>Iconografia. ....</b>	<b>111</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>113</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>116</b>

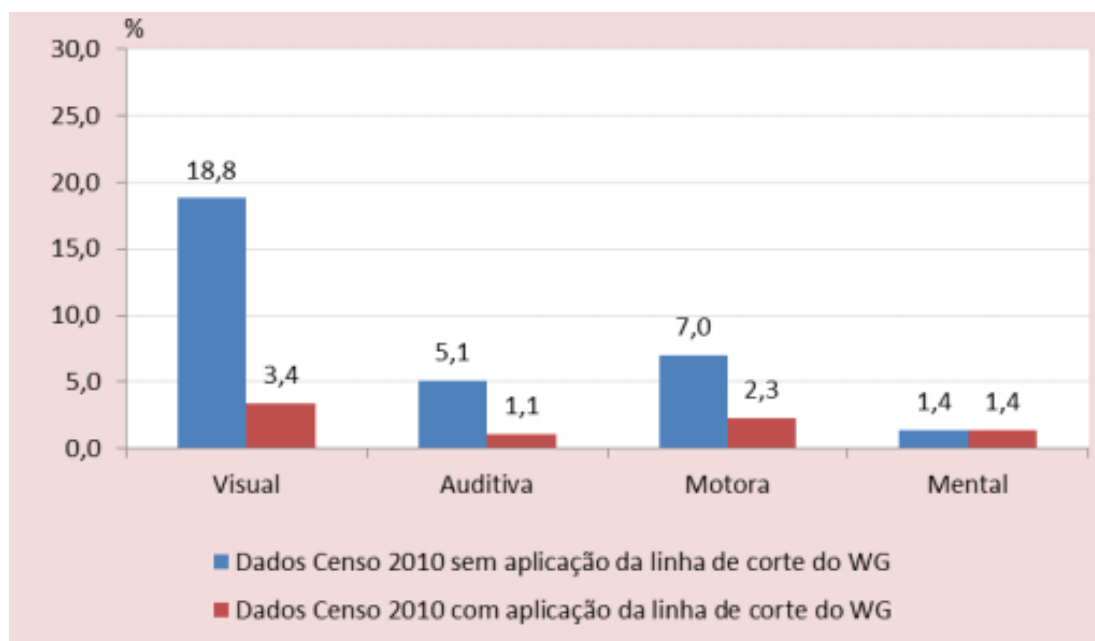
## 1. INTRODUÇÃO

Segundo o relatório mundial sobre a deficiência, emitido pela OMS (Organização Mundial Da Saúde, 2011, p. 57), estimam-se que 15,3% da população mundial, cerca de 978 milhões de pessoas dos 6.4 bilhões de habitantes em 2004, possuíam “deficiências graves ou moderadas”, enquanto que 2,9% ou cerca de 185 milhões enfrentavam “deficiências graves”. Delas, cerca de 314 milhões de pessoas ao redor do mundo têm problemas de visão, seja por doenças oculares ou erros de refração não corrigidos. Deste número, 45 milhões de pessoas são cegas no mundo (*op. cit*, p. 205).

No Brasil, de acordo com o último Censo Demográfico realizado no ano de 2010, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aproximadamente mais de 45,6 milhões de pessoas declararam ter pelo menos uma deficiência, o que corresponde a 23,9% da população total do país. Entretanto uma nota técnica divulgada pelo IBGE (2018) concluiu com base em estudos do Grupo de Washington para Estatísticas sobre Pessoas com Deficiência (*Washington Group on Disability Statistics – WG*) que as perguntas de identificação de pessoas com deficiência do último censo eram abrangentes. As respostas para as perguntas de dificuldade em enxergar, ouvir, caminhar ou ter deficiência mental eram alternativas: “Alguma dificuldade”, “Muita dificuldade” ou “Não consegue de modo algum”. Segundo a nota passa-se a considerar “pessoa com deficiência os indivíduos que responderem ter pelo menos muita dificuldade em uma ou mais questões” (*op. cit*, p. 3) e não o critério usado em no censo de 2010 “considerando pessoa com deficiência os indivíduos que responderem ter pelo menos alguma dificuldade em uma ou mais questões” (*op. cit*, p. 3). Assim, após o corte, a porcentagem de 23,9% caiu drasticamente para 6,7%, correspondendo a 12,7 milhões de pessoas com deficiência no Brasil.



Figura 1 — Proporção de pessoas com deficiência, com e sem aplicação da linha de corte do WG, por tipo de deficiência - Censo de 2010.<sup>1</sup>



Fonte: IBGE (2018).

Como pode ser visto na figura 1, dentre essas deficiências, a visual equivale a 3,4% desse percentual (18,8% sem o corte), cerca de 1,17 milhões de brasileiros (6,5 milhões sem o corte). Entretanto, a nota técnica não aprofunda os dados do censo de 2010, mostrando apenas porcentagens superficiais. Por isso ainda será levado em conta neste trabalho os dados do censo demográfico sem a linha de corte do WG.

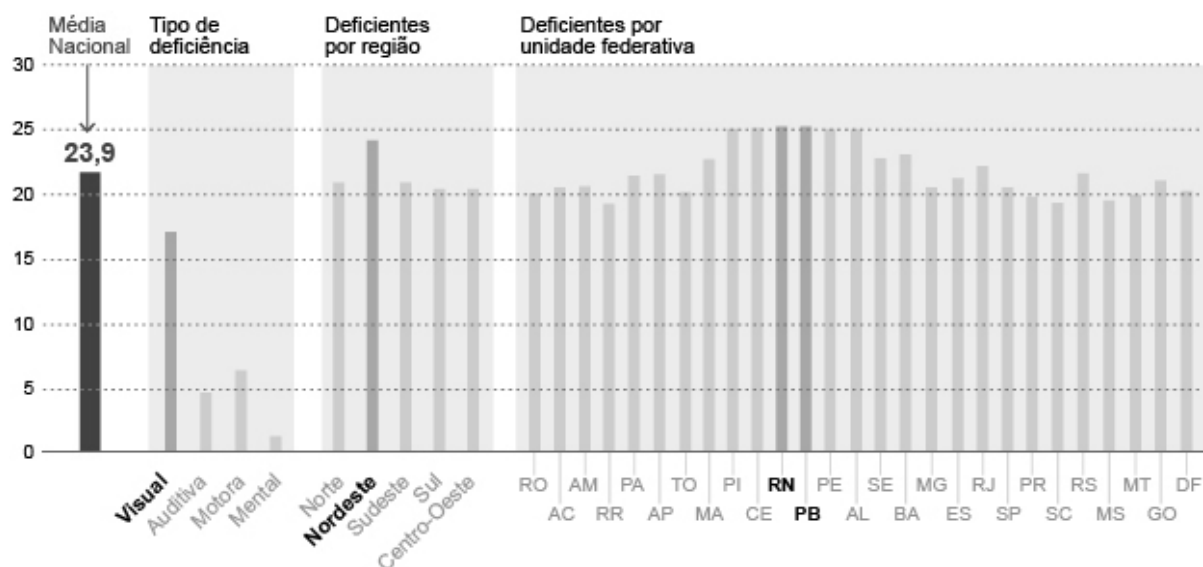
Assim, segundo o censo de 2010 sem o corte do WG, cerca de 506 mil informaram serem cegas, cerca de 1,1% da população que apresenta alguma deficiência. Enquanto isso, o Nordeste aparece no topo como a região com o maior número de pessoas com deficiência, são cerca de 26,6% em relação à população geral, enquanto regiões como Sul e Centro-Oeste aparecem com 22,5% em cada. Segundo o IBGE (2011), cerca de 21,2% da população nordestina tem deficiência visual; 5,8% tem deficiência auditiva; 7,8% tem deficiência motora e 1,6% tem deficiência mental ou intelectual, como visto na Figura 2.

<sup>1</sup> Figura 1 mostra um gráfico de barras sobre População com deficiência no Brasil por população geral, no qual se divide em 4 partes: Média nacional de deficientes: 23,9%; Tipo de deficiência: Visual com 18,9%; Deficientes por região: Nordeste com 26,6%; Deficientes por unidade: Rio Grande do Norte com 25,2%, Paraíba com 25,1% e Ceará com 25%. Fonte: IBGE (2011)

Figura 2 — Gráfico de população com deficiência.<sup>2</sup>

## População com deficiência no Brasil

EM PORCENTAGEM



Fonte: G1 Brasil (2012) . Dados: IBGE (2011).

Apesar de ser a deficiência com o maior número em proporção, a deficiência visual ainda pode ser classificada em três categorias, sendo a medida de comparação a tabela de Snellen (OMS, 2019):

**Moderada dificuldade de visão ou baixa visão:** apresentando acuidade visual<sup>3</sup> pior que 18/60, ou seja a pessoas com baixa visão conseguem apenas visualizar a tabela de Snellen apenas a 18 pés ou menos, enquanto o vidente conseguiria identificar a tabela a 60 pés de distância. Pode ser compensada com o uso de lentes de aumento, lupas, telescópios, com o auxílio de bengalas e de treinamentos de orientação (AMPUDIA, 2011).

**Grande dificuldade de visão ou visão prejudicada:** apresentando acuidade visual pior que 6/60, ou seja a pessoas com baixa visão conseguem

<sup>2</sup> Figura 1 mostra um gráfico de barras sobre População com deficiência no Brasil por população geral, no qual se divide em 4 partes: Média nacional de deficientes: 23,9%; Tipo de deficiência: Visual com 18,9%; Deficientes por região: Nordeste com 26,6%; Deficientes por unidade: Rio Grande do Norte com 25,2%, Paraíba com 25,1% e Ceará com 25%. Fonte: IBGE (2011)

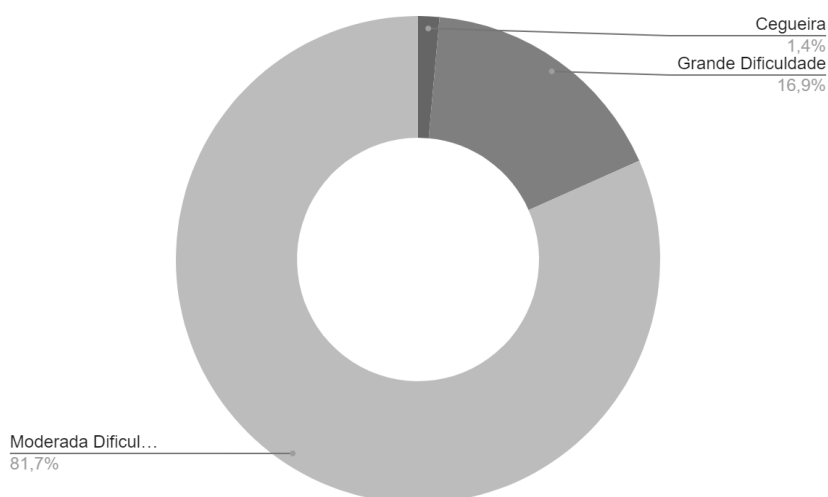
<sup>3</sup> Segundo Quevedo e Ulbricht (2011) diz "acuidade visual é uma característica do olho de reconhecer dois pontos muito próximos", assim seria uma capacidade do olho para distinguir detalhes espaciais, ou seja, identificar o contorno e a forma dos objetos.

apenas visualizar a tabela de Snellen apenas a 6 pés ou menos, enquanto o vidente conseguiria identificar a tabela a 60 pés de distância. O usuário já emprega o sistema braile para ler e escrever, utiliza recursos de voz para acessar programas de computador, locomove-se com a bengala e precisa de treinamentos de orientação e de mobilidade (AMPUDIA, 2011).

**Cegueira ou perda total de visão:** apresentando acuidade visual pior que 3/60, ou seja a pessoas com baixa visão conseguem apenas visualizar a tabela de Snellen apenas a 3 pés ou menos, enquanto o vidente conseguiria identificar a tabela a 60 pés de distância. Podendo alcançar a marca de 0/60 quando o deficiente visual não identificar a presença de luz. O sistema braille, a bengala e os treinamentos de orientação e de mobilidade, nesse caso, são fundamentais (AMPUDIA, 2011).

Como visto na figura 3, cerca de 1,4% dos deficientes visuais são cegos. O diagnóstico de deficiência visual pode ser feito muito cedo, exceto nos casos de doenças degenerativas como a catarata e o glaucoma, que evoluem com o passar dos anos.

Figura 3 — Gráfico percentual de deficiência visual.<sup>4</sup>



Fonte: Elaborado pelo autor. Dados: IBGE (2011).

<sup>4</sup> Figura 3 mostra um gráfico de rosca sobre percentual de deficiência visual: no qual cerca de apenas 1,4% dos deficientes visuais são cegos, enquanto 16,9% apresenta grande dificuldade e 81,7% moderada dificuldade.

As pessoas cegas ou com baixa visão necessitam instrução em Braille, equipamentos para a produção de materiais em Braille, e acesso a serviços gerais com materiais em Braille, áudio, e material impresso em letras grandes, leitores de tela e equipamentos de amplificação (OMS, 2011, p. 57). Exemplos assim, são de práticas de acessibilidade garantidos por lei no Brasil, porém nem sempre executados como deveriam. Segundo a mesma OMS:

Os estados devem consultar as pessoas com deficiência e suas organizações representativas ao desenvolver leis, políticas públicas, e programas para implementar a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPD). A Convenção também requer que as entidades públicas e privadas realizem uma “adaptação razoável” com a situação das pessoas com deficiência. E ela é acompanhada de um Protocolo Opcional que, se ratificado, fornece um procedimento para fazer reclamações e um procedimento para indagações, que pode ser submetido ao comitê que monitora o tratado. (OMS, 2011, p. 35).

Na prática, existem muito obstáculos que dificultam o lazer e a cultura de uma pessoa com deficiência visual, desde a mobilidade urbana, com linha de ônibus e terminais não adaptado, rotas de caminho com calçadas sem piso tátil ou em péssimo estado de uso, à falta de preparação de ambiente público para atender grupos com certa deficiência. Notáveis os casos onde o acesso de um edifício é apenas em escada, sem rampas ou então a identificação de um banheiro que não apresenta um leitura em braille.

Segundo BRASIL (2015, Artigo 3º, inciso I), a “Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência” considerada acessibilidade a “possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida”, garantindo assim, assegurar e promover condições de igualdade e autonomia da pessoa com deficiência. Para isso, 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,

equipamentos, estratégias, recursos, metodologias, práticas e serviços” (*op. cit.*, inciso III). Cook & Hussey (1995, p. 5), definem tecnologia assistiva como “uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas funcionais encontrados pelos indivíduos com deficiências”.

Um exemplo clássico de tecnologia assistiva é o mapa tátil (Figura 4), objeto de estudo deste trabalho acadêmico, que segundo BERSCH (2017) é configurado como “auxílio para ampliação da função visual e recursos que traduzem conteúdos visuais em áudio ou informação tátil”, assim como material gráfico com texturas e relevos, gráfico táteis, *software* OCR (*Optical character recognition*, inglês para reconhecimento óptico (de caracteres) em celulares para identificação de texto para voz alta e *software* de lupa digital para facilitar a leitura.

Figura 4 — Mapa tátil urbano de sinalização em Recife.<sup>5</sup>



Fonte: Bruna Suianne/Divulgação (2016).

Apesar de ser um elemento mais comum em prédios públicos que recentemente foram construídos, os mapas táteis precisam de mais atenção à sua

---

<sup>5</sup> Figura 4 mostra um rapaz afro-descendente cego em pé portando sua bengala próximo a barriga, tateando um mapa tátil urbano de sinalização de dimensão de 2 metros por 70 centímetros da área do Centro de Recife, instalado na Casa de Cultura de Recife (G1, 2016).

normatização. Atualmente, existem algumas normas que padronizam e devidamente informam sobre as funções e qualidades, porém ainda escassas. Existem, no campo de pesquisa científico, recomendações de alguns elementos para mapas táteis, porém nada muito específico quanto ao uso de material, configuração de layout e escala mínima.

O mapa tátil é apenas uma das várias ferramentas e tecnologia na vida de uma pessoa com deficiência visual. O bom uso das funcionalidades do mapa pode facilitar a locomoção em ambientes não conhecidos pelos usuários, todavia a má execução do projeto ou do próprio objeto final resultaria numa péssima experiência e até mesmo uma quebra de confiança quanto a veracidade do mapa ali empregado.

### **1.1. Problema De Pesquisa**

A partir de todas essas constatações definiu-se como objeto de estudo dessa pesquisa o design acessível na produção de um mapa tátil para as instalações do Museu de Arte da UFC (MAUC), tendo como público alvo os usuários com deficiência visual visitantes do museu. A proposta do mapa tátil tem como objetivo facilitar o acesso e a locomoção entre ambientes e instalações do MAUC de forma autônoma. Apoiada nessas premissas, surge a pergunta desta pesquisa: *Quais recomendações e parâmetros dentro do design inclusivo são necessários para a produção de um mapa tátil em um espaço público, para que este seja um recurso que propicie autonomia e orientação desejada para o usuário com deficiência visual?*

## 1.2. Justificativa

A escolha do tema foi pensado a partir de interesses em áreas de conhecimento estudadas durante a formação no curso, sendo estas na área de Design de Produto, Sinalética e Prototipagem. A experiência assim obtida durante a monitoria no laboratório Oficina Digital, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Design (DAUD) da UFC, foi de suma importância na segurança e confiança para elaboração de um projeto dessa medida.

Assim, a proposta inicial de demanda de execução de um mapa tátil partiu de um interesse do próprio Museu da Cultura Cearense (MCC), porém devido a mudanças por causa da pandemia e limitações de acesso o foco do projeto migrou para o Museu de Arte da Universidade Federal do Ceará (MAUC). Continua sendo importante representar um aparelho cultural para pessoas com deficiência visual. No MCC contém piso tátil e o trabalho teria uma função complementar, enquanto no MAUC, que não possui piso tátil, o mapa tátil seria a única tecnologia assistiva no momento.

A orientação de uma pessoa vidente é baseada nos sinais visuais ali detectados. Para pessoas cegas é mais difícil, por necessitar de uma gama de fatores, como conhecimento prévio do local, memorização de trajetos, a presença de pisos táteis até uma sintetização da estrutura de um ambiente ali representada por um mapa tátil.

O projeto apresentado aqui tem relevância tanto para o meio acadêmico quanto para o mercado de soluções de acessibilidade, pois compila, discute e amplia os conceitos e técnicas de elaboração de mapa tátil capazes de serem empregadas em projetos de sinalização e sinalética. Também é relevante por discutir uma maneira de se construir metodologicamente um mapa tátil a partir de processos da prototipagem rápida e levando em conta os custos de produção de um mapa tátil de nível do mercado atual.

### **1.3. Objetivo Gerais**

O objetivo geral deste estudo é propor, através do design, a produção de um mapa tátil universal em prototipagem rápida, adicionando elementos de representação e sinalização, seguindo as predefinições universais sobre acessibilidade, a fim de atender as demandas reais do museu e dos usuários.

### **1.4. Objetivo Específicos**

- Pesquisar e compreender parâmetros e conceitos sobre acessibilidade e mapa tátil, na intenção de levantar propostas de modelos de elaboração de mapa tátil universal.
- Elaborar um estudo de caso nas áreas de sinalética e sociedade inclusiva usando algumas demandas do museu e de usuários para a produção de um mapa tátil.
- Entender as relações que o usuário precisa encontrar no mapa tátil e a importância dele para a mobilidade independente do usuário com deficiência visual.
- Utilizar e entender as tecnologias da prototipagem rápida a fim de reduzir custos na produção do mapa tátil.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Benazzi (2015), em algumas sociedades primitivas, a cegueira era considerada um castigo infligido pelos deuses, assim a pessoa cega era levada ao estigma do pecado cometido por ele, por seus familiares ou por algum outro membro da tribo. Assim os cegos, daquela época, eram barbaramente torturados e condenados à morte, pois acreditava-se que essas pessoas eram possuídas por espíritos malignos, convertendo o cego em objeto de temor religioso. Essa forma de discriminação é ocorre ao longo da história o em vários locais do mundo.

Na Grécia Antiga, a ausência da visão deferia uma conotação negativa, pondo na mesma importância que sacrilégios e adultérios. Em Atenas e Esparta, as crianças com deficiência eram abandonadas nas montanhas, enquanto que na Roma Antiga elas eram jogadas nos rios. A autora fala que para o povo hebreu, um cego, corcunda ou coxo continha impurezas e pecados que eram expressos nessas “marcas”, fazendo deles indignos e detentores de poderes vindos dos demônios (Benazzi, 2015).

Algumas tribos nômades abandonaram os cegos em locais impróprios como locais com animais ferozes ou em tribos inimigas. No Egito Antigo, segundo Hesíodo, era chamado na antiguidade de país dos cegos. Para a autora o motivo do nome era relativo à alta incidência da cegueira, devido ao clima quente e à poeira. Na Idade Média, a cegueira era utilizada como castigo ou como ato de vingança. No século XI, quando Basílio II, Imperador de Constantinopla, ordenou que removessem os olhos de 15 mil prisioneiros de guerra, fazendo assim que retornasse a sua devida pátria. Contudo, dos 99 em cada 100 homens que tiveram o olho removido, houve um que teve um olho conservado para que pudessem servir de guia dos demais (Benazzi, 2015).

A primeira comunidade para cegos foi fundada por volta do século V, por São Lineu, na França. A autora cita então uma preocupação social dos religiosos com os deficientes visuais, até então não vista. Enquanto no Reino Unido, as primeiras referências às pessoas cegas datam do século XII, e mencionam um abrigo para homens cegos, perto de Londres, aberto por William Elsing, um

comerciante rico da cidade. O refúgio se tornou um hospital e depois de alguns anos um convento destinado a pessoas cegas. Naquela época os cegos eram geralmente mendigos que vagavam pela cidade sem nenhum refúgio e viviam a pedir esmolas (Benazzi, 2015).

Para a autora, “entre os séculos XV e XVI, a filosofia humanística chega ao seu apogeu com o avanço das ciências. Nesse contexto, a deficiência visual passa a ser compreendida como patologia, bem como surgem as primeiras preocupações educacionais relativas às pessoas cegas, perpassando os séculos seguintes.” (BENAZZI, 2015)

Somente no final do século XVIII, a primeira escola voltada para preparação e ensino dos alunos com deficiência visual foi fundada em 1784 em Paris, por Valentin Haüy. O Instituto Real dos Jovens Cegos, tendo como objetivo retirar os cegos da condição vexatória de mendigos, que perturbavam e “perturbavam” a ordem social, além de prepará-los profissionalmente. Logo após a criação desse instituto, outras escolas surgiram em cidades como: **Nova Iorque** – o *New York Institute for the Education of the Blind* (hoje chamado de *New York Institute for Special Education*), em 1832; **Brasil** – o Imperial Instituto dos Meninos Cegos (hoje chamado de Instituto Benjamin Constant), em 1854; **Portugal** – a Associação Promotora do Ensino dos Cegos, em 1888.

## 2.1. Louis Braille

Em janeiro de 1809, nascia em Coupvray, uma pequena vila francesa a 40 quilômetros a leste de Paris, a pessoa mais importante para os deficientes visuais do mundo, Louis Braille. Quarto filho de Simon-René Braille e Monique Baron. Seu pai era um famoso fabricante de arreio para cavalos, que era respeitado em toda a região de Coupvray por seu artesanato com artigos de couro de alta qualidade. Aos três anos de idade, Louis costumava passar horas se divertindo na oficina, até que um dia ele pegou um furador afiado e tentou fazer um buraco em um pedaço de couro, procurando imitar o ofício do seu pai. A criança perdeu o controle da

ferramenta e esfaqueou-se no olho direito, causando uma hemorragia e uma infecção que se alastrou para o seu segundo olho. Louis teve seus dois olhos se deteriorando e quando tinha 5 anos, ele estava completamente cego (AFB, 2009).

Simon-René Braille e Monique Baron, estavam determinados a que ele deveria ser educado para se tornar independente. Os pais de Louis sabiam ler e escrever, e reconheceram a importância da educação para a criança inteligente. Louis foi ensinado a ler e escrever sentindo unhas marteladas em tábuas nas formas de letras. Seu pai também esculpiu uma bengala de madeira para Louis, para que ele pudesse aprender a navegar em sua casa e vila sem ajuda. Os pais de Louis perceberam que ele precisava de instruções especiais para progredir e concordaram em mandá-lo ao Instituto para Jovens Cegos em Paris, onde tinha ganhado uma bolsa de estudos (AFB, 2009).

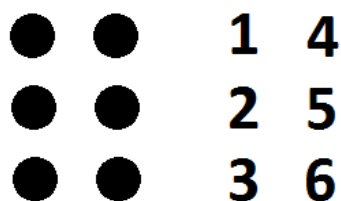
Aos dez anos de idade, o jovem Louis e seu pai partiram para Paris, ao ingressar ao instituto. Apesar das condições ásperas da vida escolar, Louis adorava frequentar o local. A escola estava em sua localização atual desde 1816 e, embora as condições de vida nessa escola fossem muito melhores do que em sua localização anterior, as instalações estavam imundas e úmidas. Os alunos sem visão acharam difícil andar pelo prédio mal conservado, com mais de 200 anos de idade. O edifício havia sido usado, entre outras coisas, como prisão durante a Revolução Francesa. No instituto-escola aprendeu a escrita noturna, inventada por Charles Barbier, capitão da artilharia do exército de Luís XVIII, que havia desenvolvido um sistema silencioso para os soldados se comunicarem durante a guerra. Este sistema era baseado no uso de pontos e traços em um papel. Foi assim que apresentou sua novidade ao então diretor do Instituto, Dr. Pignier. Os estudantes ficaram muito felizes com a notícia e usaram intensamente o sistema, entretanto apresentava falhas e tornava a leitura bastante lenta, pois o sistema era somente para representar palavras como uma coleção de sons, além de não conter letras maiúsculas e pontuações, por exemplo (AFB, 2009).

Louis era um excelente aluno. Entre 11 e 16 anos, ganhou prêmios em diversas disciplinas acadêmicas, além de violoncelo e piano. Aos 13 anos e afoito

por um método de leitura e escrita mais ágil, Braille com empenho passou seu tempo livre e muitas horas pensando e experimentando, até chegar, 2 anos depois, a um novo sistema-padrão baseado em seis pontos e traços curtos, que foi desenvolvendo por mais anos até incluir nesta comunicação a música, uma de suas atividades mais frequentes e uma de suas grande paixões desde que chegou a Paris. Após ensinar colegas de instituto, aos 19 anos se tornou professor oficial, e escreveu em Braille a “Gramática das Gramáticas”. E aos 20 anos, continuando seus estudos, ele aplicou seu sistema à notação musical. Também nessa idade descobriu que estava com tuberculose, resolvendo dar um tempo e retornou a sua cidade para se recuperar. Após longos anos, se sentindo melhor, Louis regressou ao trabalho de professor, lecionou por mais sete anos, até perceber que já não tinha mais resistência para continuar a dar aula. Dois anos depois disso, após fazer aniversário de 43 anos Louis Braille morreu no dia 6 de janeiro de 1852, devido a complicações da tuberculose (AFB, 2009).

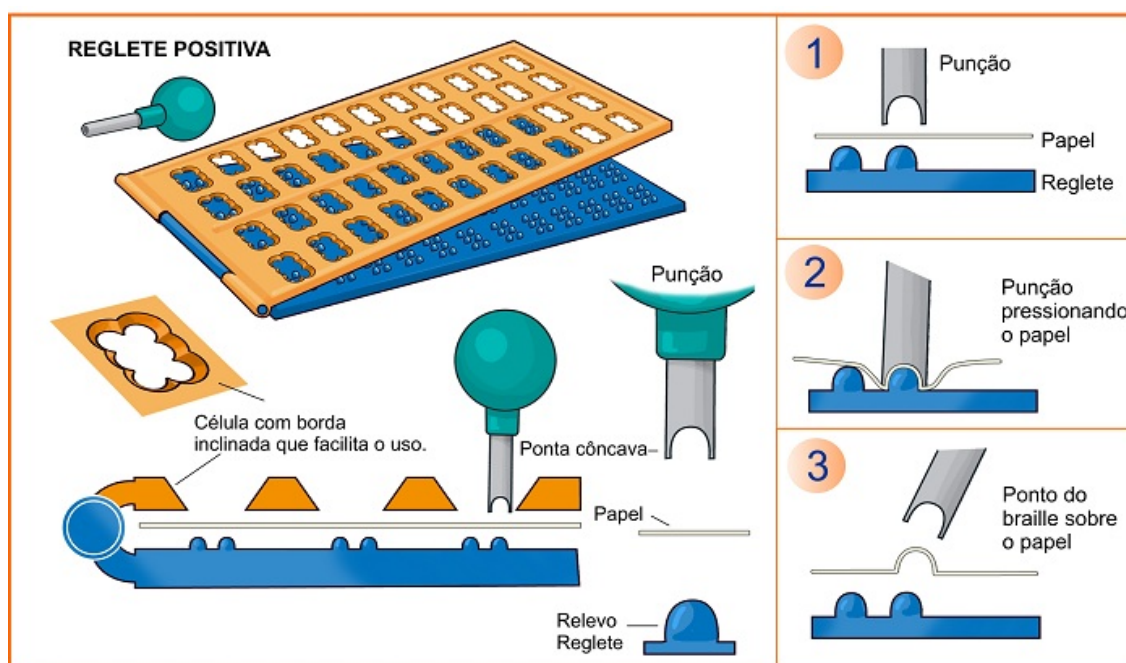
## **2.2 Tecnologia Assistiva**

Dois anos após sua morte, o código Braille foi finalmente adotado oficialmente em 1854 no Instituto para Jovens Cegos em Paris. 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, vendo de dentro os problemas e elaborando soluções de forma independente. Constituída por 63 combinações de sinais formados a partir de um conjunto de seis pontos, sendo um deles o sinal sem pontos que determina o espaço. O espaço ocupado pelos seis pontos denomina-se cela braille ou célula braille. As celas podem representar às letras do alfabeto, os números, as vogais, os acentos, sinais de pontuação, as notas musicais, símbolos matemáticos e outros sinais gráficos. Assim são representadas em duas colunas de três pontos e são identificados por números: de cima para baixo e coluna esquerda: pontos 1, 2 e 3; além da coluna direita: pontos 4, 5 e 6 (Figura 5)(BRASIL, 2018).

Figura 5 — Representação da Cella Braille.<sup>6</sup>

Fonte: Brasil (2018).

Para realizar a escrita do Braille com relevo em superfícies finas como o papel, necessita-se da reglete (Figura 6), um régua de madeira, plástica ou metal com um conjunto de celas Braille em horizontal sobre uma base plana, com a perfuração feita de uma punção, um instrumento em plástico ou madeira em forma de anatomia com a mão e com a ponta metálica, contendo uma meia concha em baixo-relevo a fim de pressionar a superfície fina sobre a base da reglete que contém uma meia concha em alto-relevo, formando assim o relevo no papel ou acetato (AFB, 2009).

Figura 6— Diagrama de uso da Reglete Positiva.<sup>7</sup>

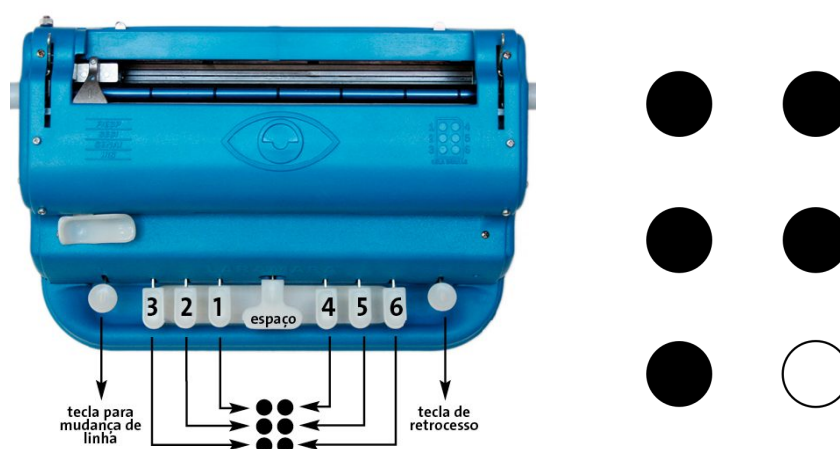
Fonte: Tecnologia E Ciência Educacional (TECE)

<sup>6</sup> Figura 5 mostra uma representação de um cela braille com os seis pontos organizados em três pares. Ao lado da cela os números de 1 a 6, ordem de organização das celas.

<sup>7</sup> Figura 6 mostra um Diagrama de uso da Reglete Positiva. Ilustra em detalhes de lado, o funcionamento de uma reglete positiva e o punção sobre o papel.

Além disso, visando a agilidade na hora da escrita e também o avanço tecnológico da época, foi criado um novo equipamento que consiste em uma máquina de escrever adaptada ao braille. Mantendo a mesma estrutura de um máquina feita em metal, contém apenas seis botões para cada ponta da cela, além dos botões de espaço, retroceder e saltar linha. Para representar uma letra, se pressiona os botões respectivos de cada ponto, assim a letra “q” é escrita apertando os cinco primeiros botões simultaneamente (Figura 7)(BRASIL, 2018).

Figura 7 — Imagem de uma máquina de escrever em Braille e representação da letra “q”<sup>8</sup>.



Fonte: Shopping do Braille.

A máquina de escrever em Braille configura como uma tecnologia assistiva pois é um dispositivo que auxilia a pessoa com deficiência visual visando a autonomia da mesma. Segundo a LOCH:

O termo Tecnologia Assistiva (TA) é muito novo no Brasil, sendo conhecido na legislação como “Ajudas Técnicas”, “Adaptações” ou “Tecnologia de Apoio”; tanto que o Ministério da Educação lançou o “Portal de Ajudas Técnicas” onde apresenta vários recursos interessantes para a educação de alunos com deficiência, em termos de materiais pedagógicos adaptados e comunicação alternativa. (LOCH, 2008, p. 40)

Essas tecnologias auxiliam o usuário a ter uma vida independente em tarefas comuns e rotineiras no cotidiano. Comumente a tecnologia assistiva é um área de conhecimento interdisciplinar podendo envolver profissionais de diversas áreas, tais como: Fisioterapia, Terapia ocupacional, Fonoaudiologia, Educação,

<sup>8</sup> Figura 7 mostra uma máquina de escrever em Braille vista de cima e pintada de azul. Ao lado representação da letra “q” em Braille.

Psicologia, Enfermagem, Medicina, Engenharia, Arquitetura, Design e Técnicos de muitas outras especialidades (BERSCH e SARTORETTO, 2019).

Todo o trabalho desenvolvido em um serviço de TA deverá envolver diretamente o usuário e terá como base o conhecimento de seu contexto de vida, a valorização de suas intenções e necessidades funcionais pessoais, bem como a identificação de suas habilidades atuais. A equipe de profissionais contribuirá com a avaliação do potencial físico, sensorial e cognitivo do usuário; com o conhecimento a respeito dos recursos de TA disponíveis no mercado ou que deverão ser projetados para uma necessidade particular (BERSCH, 2017).

Para Bersch (2017), é importante ter no serviço de TA o dever de se voltar à formação do usuário para que este possa se tornar um consumidor informado e competente, ou seja, que o usuário e seus familiares adquiram a habilidade de: definir o problema, participar ativamente de todo o processo de seleção e definir a solução. A participação ativa no processo da Tecnologia Assistiva, dos usuários e familiares ajuda na tomada de decisão de qual recurso atende a melhor resolução do problema (BERSCH 2017). Entretanto, por vezes, o usuário pode não saber o que é melhor para resolver o seu problema, mesmo dada a sua experiência e convívio com a mesma, seja por falta de conhecimento das possibilidades oferecidas pelas novas tecnologias, disponibilidade de materiais ou processos de fabricação.

Atualmente, existe uma discussão sobre o avanço tecnológico das TA sobre o cotidiano da pessoa com deficiência visual, segundo a opinião do blog Ler pra ver, escrito por esse público-alvo, que segundo eles existe “uma tendência para a menor utilização do braille e para o abaixamento da qualidade do braille que se utiliza. O alerta foi dado quando o uso dos livros sonoros começou a generalizar, mas há outros fatores que igualmente explicam a crise” (LERPARAVER, 2005, *online*). Para o autor, um grande vilão para isso é o próprio sistema braille, que depende de uma boa educação no período crítico do aprendizado, a infância. Um ensino mal orientado, falta de empenho em motivar os alunos, a baixa leitura, junto com a dificuldade de memorização e reconhecimento dos caracteres diminuem o interesse e empenho em aprender Braille. Na contraponta, a cada ano existem mais

tecnologias assistivas e elas são mais acessíveis financeiramente. Smartphones com leitores de tela são o objeto de consumo mais desejável, porém também existem *audio-book*, *smart bengalas* e entre outros.

### 2.2.1 Piso Tátil

O piso tátil é caracterizado como uma faixa em relevo, que auxilia a orientação para pessoas com deficiência visual, destinado a formar a sinalização tátil constituída de alerta ou direcional (linha-guia). Os pisos são produzidos em material metalizado, em borracha colorido, ou aço inox. Para isso devem conter luminância contrastantes em relação ao piso adjacente (BRASIL, 2016). A figura 8 mostra uma tabela com os pares de cores e seus respectivos contrastes. A ABNT NBR 16537 (ABNT, 2016) recomenda que deva prevalecer o contraste claro-escuro percebido pela maioria da população, com quaisquer que sejam as cores determinadas.

Figura 8 — Tabela de cores de contraste recomendado<sup>9</sup>.

	Bege	Branco	Cinza escuro	Preto	Marron	Pink	Lilás	Verde	Laranja	Azul	Amarelo	Vermelho
Vermelho	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Amarelo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Azul	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Laranja	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Verde	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lilás	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pink	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Marron	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Preto	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Cinza escuro	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Branco	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bege	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Aceitável  
 Não usar

Fonte: IBGE (2016)

<sup>9</sup> Figura 8 mostra uma tabela retirada da NBR 16537 no quanto o grau de contraste de luminosidade existe entre as cores. Sendo aceitável ou não dependendo da combinação de cores.



Enquanto a instalação é diferente para cada tipo de piso. Segundo o fabricante, os materiais metalizados precisam de perfuração da base para encaixe do pino e de uma cola especial, enquanto as de borrachas justapostas são aplicadas com cimento ou argamassa, alguns modelos são fixados com fita dupla-face especial, enquanto outros levam cola de contato. É importante serem aplicados sobre uma superfície estável, sólida e limpa. Já os cimentícios devem ter a base preparada para receber as placas assentadas com argamassa ou cimento. Conforme pode ser visto na figura 9.

Figura 9 — Uso do piso tátil<sup>10</sup>.



Fonte: Beto Novaes

O uso do piso tátil é recomendado para ambientes com grande circulação como calçadas de centros urbanos, vias e prédio públicos, além de travessia de pedestres, vegetação e estacionamento; em locais fechados como bancos e estações de transporte em circulação interna e vertical, portas e janelas, sanitários e vestiários, corrimão e guarda-corpo. Os pisos táteis podem alertar sobre obstáculos e barreiras no caminho da pessoa com deficiência visual: como postes, orelhões, árvores, rampas, desvios e o fim da calçada. As cores são limitadas pelos fabricantes, dificilmente passam de 20 exemplares. O fabricante DAUD apresenta 15 cores no seu catálogo, como visto na Figura 10 (DAUD, 2019).

---

<sup>10</sup> Figura 9 mostra uma pessoa com deficiência visual se locomovendo com o auxílio da bengala e piso tátil.

Figura 10 — Catálogo de cores disponíveis para mapa tátil na fornecedora DAUD<sup>11</sup>.



Fonte: DAUD

### 2.2.2 Placa tátil

Enquanto a diagramação de placa tátil a NBR enfatiza que os textos devem conter orientações, instruções de uso de áreas, objetos, equipamentos, regulamentos, normas de conduta e utilização deve: ser objetiva; quando tátil, conter informações essenciais em alto-relevo e em Braille; conter sentença completa, na ordem: sujeito, verbo e predicado; estar na forma ativa e não passiva; estar na forma afirmativa e não negativa; enfatizar a sequência das ações. Mostrando uma preocupação de padronização de diagramação, porém dificilmente será realizado a partir desses parâmetros. Um exemplo na Figura 11 a seguir:

Figura 11 — Detalhe de uso da leitura de uma placa tátil<sup>12</sup>.



Fonte: Total Acessibilidade

<sup>11</sup> Figura 10 mostra um catálogo de cores disponível para pisos táteis, são 15 cores diversas e ao lado um foto dos pisos com algumas cores.

<sup>12</sup> Figura 11 mostra uma mão tateando os relevos de uma placa tátil. Escrito nela a frase “sala de preparo de paciente” e o texto em braille.

No design é comum a utilização de algumas destas regras propostas pela ABNT. No Design de Sinalização são recomendadas combinações de letras maiúsculas e minúsculas (caixas alta e baixa), letras sem serifa, evitando-se, ainda, fontes itálicas, decoradas, manuscritas, com sombras, com aparência tridimensional ou distorcidas (GIBSON, 2009).

Figura 12 — Detalhe de uma placa tátil em caixa alta<sup>13</sup>.



Fonte: Mercado Livre

Porém, o que se observa em maioria das placas de sinalização é a utilização de caixa alta, com a tipografia em Arial (a mesma deste impresso) em tamanho legível a distâncias menores de 10 metros (Figura 12). Criada em 1982, a tipografia Arial foi pensada para competir com a tipografia Helvetica. As duas são bastantes semelhantes em suas estruturas por serem tipografias modernas e sem serifa. A família de fonte Arial está presente em diversos sistemas operacionais como *Windows* e processadores de textos como *Word* ou *Google Docs*.

---

<sup>13</sup> Figura 12 mostra uma placa tátil e com relevos. Apresenta o texto "DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DO ATENDIMENTO E TERAPÊUTICA | SALA DE PROFESSORES PATOLOGIA" e também em braille. O uso de palavras em caixa alta dificulta o leitor visual a identificar as letras em velocidade.

### 2.2.3 Mapa tátil

A autora mais recorrente no assunto de cartografia tátil no Brasil é Ruth Loch que classifica a cartografia tátil como “um ramo específico da Cartografia (a ciência que representa graficamente uma área geográfica ou uma superfície plana através de mapas), que se ocupa da confecção de mapas e outros produtos cartográficos que possam ser lidos por pessoas cegas ou com baixa visão” (LOCH, 2008, p.39). Os mapas e gráficos são importantes para a locomoção segura de um pessoa com deficiência visual em determinados ambientes e locais de grande acesso. Assim, classifica o mapa tátil como uma tecnologia assistiva por auxiliarem a promover a independência de mobilidade do usuário (LOCH, 2008).

Sobre o uso do mapa tátil, a autora divide em duas categorias: **para educação**, sendo referência geral, concebidos em escala pequena, como os mapas de atlas e os geográficos de parede, além dos mapas de livros didáticos e representação de imagens; **para orientação e mobilidade** (Figura 13), segundo a autora, dependeria de uma escala maior, e que esses mapas seriam plantas baixas da edificação (LOCH, 2008).

Figura 13 — Detalhe de uso da leitura de uma mapa tátil<sup>14</sup>.



Fonte: Total Acessibilidade .

<sup>14</sup> Figura 13 mostra uma mão tateando os relevos de um mapa tátil. O mapa é composto de representações do piso tátil. Escrito nela as palavras: Rampa, elevador, vendas, informações, entrada e saída. Além do texto em braille.

A elaboração do mapa tátil, passa por dois aspectos: **fatores conceituais** como escolhas dos mapas convencionais, generalização conceitual, escolhas da simbologia e das variáveis táteis, determinação do *layout* padrão até a escolha do texto em braille e som; e **limitações técnicas** como geração, elaboração e reprodução do mapa tátil. Ambos os aspectos da elaboração devem ser validados por pelas próprias pessoas com deficiência visual conforme visto na Tabela 1.

Tabela 1 — Classificação das necessidade dos mapas táteis.

DIVISÃO DE NECESSIDADE DOS MAPAS TÁTEIS			
ELABORAÇÃO		USO	
FATORES CONCEITUAIS	LIMITAÇÕES TÉCNICAS	PARA EDUCAÇÃO	PARA ORIENTAÇÃO/ MOBILIDADE
Escolha dos mapas convencionais	<b>Geração do Mapa-base:</b> Natureza dos dados e generalização gráfica com software para vetorização	Mapas em pequena escala de referência, alguns temáticos e representação de imagens.	Mapas em grandes escalas, mapas itinerários e percursos; mapas de centros urbanos; plantas de edifícios públicos.
Generalização conceitual	<b>Elaboração do mapa tátil:</b> Produção Artesanal (colagem de artefatos de armarinho) e Tecnologia automatizada (impressão em papel microcapsulado e uso de maquinário para impressão em chapa de acrílico)		
Escolha da simbologia e das variáveis táteis			
Determinação do layout padrão			
Texto em braille e o uso do som.	<b>Reprodução do mapa tátil:</b> Manual, automatizada ou Digital.		

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de LOCH (2008).

O foco deste trabalho está no uso dos mapas táteis (como placa tátil demonstrando informação ou podendo simbolizar o piso tátil) para orientação e mobilidade. A geração do mapa-base se dá por generalização gráfica com *software* para vetorização, onde a elaboração do mapa passa por uma tecnologia automatizada com reprodução por meio digital.

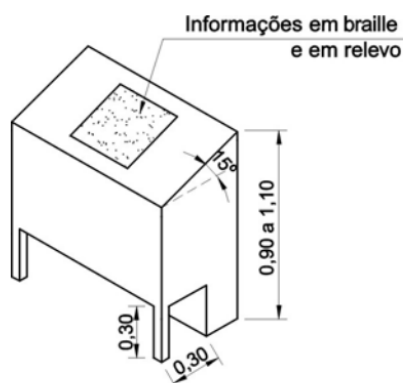
## 2.3. Normas De Acessibilidade

Como relatado anteriormente, existem quase que nenhuma recomendação nas normas técnicas, e algumas no campo de pesquisa científico, de elementos de configuração de mapas táteis: uso de materiais, configuração de layout ou escala mínima de elementos. A única citação está na norma brasileira (NBR) 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, que cita a estrutura. Estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na sua primeira edição em 2004, não estabelecia o que são mapas táteis, apenas recomendações ergonômicas. Conforme NBR 9050 (ABNT, 2004):

### 5.11 Planos e mapas táteis

5.11.1 As superfícies horizontais ou inclinadas (até 15% em relação ao piso) contendo informações em Braille, planos e mapas táteis devem ser instaladas à altura entre 0,90 m e 1,10 m, conforme figura 56.

5.11.1 Os planos e mapas devem possuir um reentrância na sua parte inferior com no mínimo 0,30 m de altura e 0,30 m de profundidade, para permitir a aproximação frontal de uma pessoa em cadeira de rodas.



(ABNT, 2004).

Em 2015, a norma técnica foi atualizada e o item mapa tátil foi então alterado do nome “Planos e mapas táteis” para “Planos e mapas acessíveis”, acrescentado também uma definição sobre o termo. Conforme NBR 9050 (ABNT, 2015):

### 5.4.2 Planos e mapas acessíveis

5.4.2.1 Os planos e mapas acessíveis são representações visuais, táteis e/ou sonoras que servem para orientação e localização de lugares, rotas, fenômenos geográficos, cartográficos e espaciais.

5.4.2.2 As informações aplicadas devem contemplar o disposto na Tabela 1.

5.4.2.3 Estes planos e mapas devem ser construídos de forma a permitir acesso, alcance visual e manual, atendendo à Seção 4 e 5.4.1-a) (BRASIL,



2015).

Ainda na NBR 9050 (ABNT, 2015), na sessão de Anexo B: Fatores relevantes de projeto, levanta uma recomendação sobre a localização do mapa tátil sendo:

#### **B.4 Localização da informação**

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. (BRASIL, 2015).

Para MONTENEGRO, SANTIAGO e SOUSA (2009), o mapa tátil é uma tecnologia complementar ao piso tátil, ajudando a locomoção e orientação das pessoas com deficiência visual em edificação. A localização dos mapas táteis devem ser em pontos de fácil acesso e próximo à entrada principal, junto com outras placas táteis. Para as autoras, os mapas devem apresentar a linguagem Braille e em relevo, além de conter o Símbolo Internacional de Acesso (SIA) (Figura 14) e possuir cores contrastantes para usuários de baixa visão.

Figura 14 — Símbolo Internacional de Acesso.<sup>15</sup>



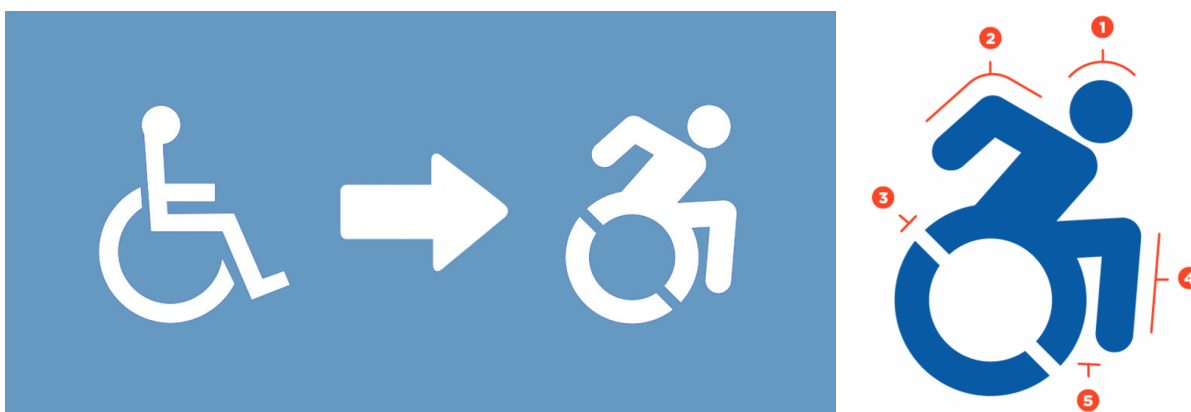
---

<sup>15</sup> Figura 14 mostra um Símbolo Internacional de Acesso, que consiste em uma representação de um cadeirante em perfil.

Fonte: *The Accessible Icon Project*

O SIA foi criado através de um concurso de design em 1968, sendo adotado durante o XI Congresso Mundial de Reabilitação do Portador de Deficiência, realizado em 1969 pela Rehabilitation International (RI), uma entidade não-governamental que possui o status de órgão consultivo da Organização das Nações Unidas (ONU). Na elaboração, alguns dos critérios da seleção do símbolo: o desenho não poderia ser ambíguo; sua forma seria simples, porém estética; seu significado teria de ser facilmente reconhecível; o desenho seria identificável mesmo a certa distância; sua reprodução seria viável em todos os tamanhos e tipos de material (PARANÁ, 2019, on-line). Um dos critérios estabelecidos posteriormente foi o de “não deverá ser permitida nenhuma modificação no desenho ou adição ao mesmo”. Porém, insatisfeito com o atual símbolo, um grupo de *designer* ativista auto-denominados *The Accessible Icon Project*, em 2011, propôs um novo ícone de acessibilidade, hoje é chamado de *Dynamic Symbol of Access* (em tradução livre para Símbolo Dinâmico de Acesso). O grupo reivindica que o símbolo passa uma ideia do senso comum da mobilidade reduzida e estática, o símbolo utiliza de ângulos e cantos retos, para representar um corpo humano sobre rodas (Figura 15a) (HENDREN, 2015). Na sinalética, a mesma representação humana é feita, na sua maioria, com cantos arredondados, para a sua maior identificação (GIBSON, 2009).

Figura 15a e 15b — Símbolo Internacional de Acesso e Símbolo Dinâmico de Acesso.<sup>16</sup>



Fonte: *The Accessible Icon Project*

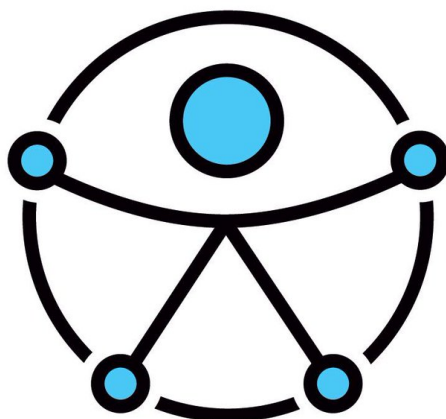
<sup>16</sup> Figura 15a e 15b mostra a proposta do novo Símbolo Internacional de Acesso, comparando os dois símbolos e seus elementos.



Para HENDREN (2015), co-criadora do *The Accessible Icon Project*, essa ação-ícone foi proposital para criar uma ocasião e perguntas sobre deficiência e o ambiente construído, no sentido amplo. Para a autora, o novo símbolo tem elementos planejados (Figura 15b):

(1) A cabeça está à frente para indicar o movimento para a frente da pessoa através do espaço. Aqui a pessoa é o “condutor” ou tomador de decisão sobre sua mobilidade. (2) O ângulo do braço está apontando para trás para sugerir a mobilidade dinâmica de um usuário da cadeira, independentemente de ele usar ou não os braços. Representar o corpo em movimento representa o status simbolicamente ativo de navegar no mundo. (3) Ao incluir interrupções em ângulo branco, o símbolo apresenta a roda como estando em movimento. Esses vazamentos também funcionam para criar estênceis usados na aplicação de tinta spray do ícone. Ter apenas uma versão do logotipo mantém as coisas mais consistentes e permite que os espectadores entendam mais claramente a mensagem pretendida. (4) A representação humana neste ícone é consistente com outras representações corporais encontradas nos pictogramas ISO 7001 - DOT. Usar uma representação diferente do corpo humano colidiria com esses ícones estabelecidos e amplamente utilizados e poderia levar a confusão. (5) A perna foi movida para frente para permitir mais espaço entre ela e a roda, o que permite melhor legibilidade e aplicação mais limpa do ícone como estêncil (HENDREN, 2015, on-line).

Figura 16 — Novo Símbolo Internacional de Acesso proposto pela ONU.<sup>17</sup>



Fonte: ONU.

Em 2015, a ISO (International Organization for Standardization) barrou a proposta de substituição do SIA. No mesmo ano, a ONU anunciou um novo símbolo de acessibilidade (Figura 16). O símbolo expressa de forma contemporânea e mais

<sup>17</sup> Figura 16 mostra um novo Símbolo Internacional de Acesso, que consiste em uma representação de um ser humano com 5 pontos, que significa cada uma das deficiências, que são unidos por linhas.

democrática com todas as deficiências. Somente em novembro de 2019, a Comissão de Constituição e Justiça aprovou o Projeto de Lei 7750/17, que reconhece e torna obrigatório o novo símbolo proposto pela ONU, em vez do símbolo internacional de acesso tradicionalmente vinculado às pessoas com mobilidade reduzida (a figura de um cadeirante em fundo azul ou negro). (BRASILIANISTA, 2019). Entretanto, o símbolo de acessibilidade ainda é utilizado como símbolo da deficiência física. Como mostrado na Figura 17, os símbolos ainda são usados no Brasil, no novo Registro Geral (RG, vulgo identidade), que passará a mostrar se a pessoa possui alguma deficiência (o símbolo ainda é o modelo estático de representação), seguindo a ISO.

Figura 17 — Símbolo de pessoa com deficiência física e visual.<sup>18</sup>



Fonte: G1. Dados: Prefeitura de São Paulo

Em outubro de 2019, a Câmara dos Deputados aprovou o Projeto de Lei 10282/18, do Senado Federal, que proíbe o uso, na identificação preferencial de idoso, de símbolo que seja pejorativo ou tenha juízo de valor (DOURADO, 2019). A postura curvada e o objeto da bengala era obrigatório para representação do símbolo, contudo com a mudança a postura volta ao normal e sem o objeto, com a adição da numeração “60+” como visto na Figura 18.

<sup>18</sup> Figura 17 mostra um dos símbolos padrões para deficiência física e visual em três cores: preto branco e azul. Abaixo os símbolos da audiodescrição, símbolo do cão-guia, símbolo do Braille e símbolo baixa visão.

Figura 18 — Símbolo de pessoa idosa antiga e nova.<sup>19</sup>



Fonte: G1. Dados: Prefeitura de São Paulo

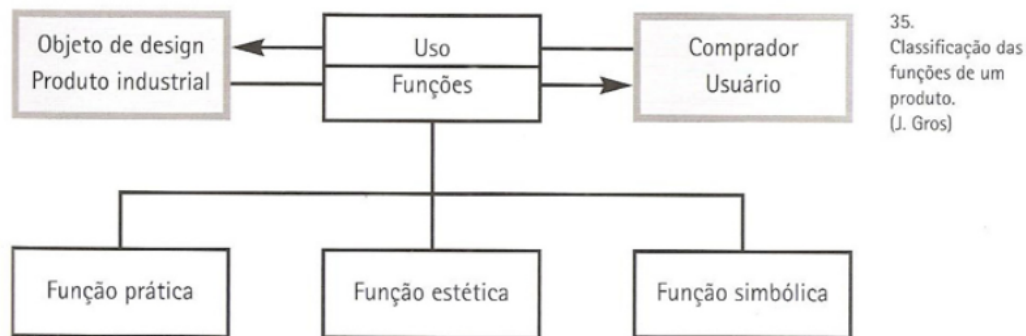
Propostas de mudanças sempre são bem-vindas, com o objetivo de levantar a discussão sobre o assunto. Cabe aos especialistas, organizações e público-alvo opinar sobre as mudanças nos debates. Também é fundamental incluir as pessoas com deficiências em todo o processo.

## 2.4. Design

O design é algo que está em tudo ao nosso redor, desde o celular que utilizamos até o que comemos. O design como conhecemos atualmente nasceu como Design Industrial, e teve seu grande crescimento na Revolução Industrial. Isso se deve ao fato de na época surgiu o Design Industrial, que para LOBACH (2000 - primeira publicação 1976, p. 22) seria o “processo de adaptação dos produtos de uso, fabricados industrialmente, às necessidades físicas e psíquicas dos usuários ou grupo de usuários”. Com os avanços tecnológicos, segundo o autor, o design deixou de ter apenas a função prática para incorporar três funções: Função prática, Função estética e Função simbólica. Como mostra a Figura 19.

---

<sup>19</sup> Figura 18 mostra o antigo símbolo da pessoa idosa e o novo. Enquanto a antiga tinha a postura curvada e o objeto da bengala a nova apresenta a postura normal e o símbolo “+60”.

Figura 19 — Diagrama de Uso e Função.<sup>20</sup>

Fonte: LOBACH (2000)

**Função Prática:** “São funções que todas as relações entre um produto e seus usuários que se situam no nível orgânico-corporal, isto é, fisiológicas [necessidades físicas]. A partir daí poderíamos definir: São funções práticas de produtos todos os aspectos fisiológicos e uso” (LOBACH, 2000, p. 58). Assim diz respeito à capacidade do produto em atender a uma necessidade de uso. O principal fator de avaliação da função prática é a usabilidade do produto. Onde uma cadeira a principal função é sentar.

**Função Estética:** “A função estética é a relação entre um produto e um usuário no nível de processos sensoriais [reação psicológica]. A partir daí poderemos definir: A função estética dos produtos é um aspecto psicológico da percepção sensorial durante seu uso. Criar a função estética dos produtos industriais significa configurar os produtos de acordo com as condições perceptivas do homem” (LOBACH, 2000, p. 59). Para o autor, a estética não diz respeito à beleza de um produto, mas a capacidade sensibilizar pelo menos dos sentidos humanos. O principal fator de avaliação da função estética é a capacidade de atrair a atenção e seduzir os usuários, além de promover a sensação de identificação com o produto. Um exemplo de um objeto com a principal função é a estética é o caso

<sup>20</sup> Figura 19 mostra um diagrama de Uso sobre função. Onde a função leva o produto industrial para o usuário e o uso leva o comprador ao objeto de design. A função é dividida em três partes: Função prática, Função estética e Função simbólica.

onde uma roupa de grife tem a principal função é estética e o *status* agregado ao produto.

**Função Simbólica:** “Um objeto tem função simbólica quando a espiritualidade do homem é estimulada pela percepção deste objeto, ao estabelecer ligações com suas experiências e sensações anteriores. A partir daí poderemos definir: A função simbólica dos produtos é determinada por todos os aspectos espirituais, psíquicos e sociais do uso” (LOBACH, 2000, p. 64). Assim a função simbólica dos produtos possibilita ao homem, por meio de sua capacidade espiritual, fazer associações com as experiências passadas. Uma árvore de natal é mais que uma representação de plástico de um pinheiro, sendo meramente simbólica.

No processo de utilização são satisfeitas as necessidades do usuário por meio das funções dos produtos. O *designer* teria grande função nesse processo. Como conta o autor:

“A expansão da produção industrial, no caso dos produtos de uso, depende da satisfação das necessidades dos usuários – assim, o fabricante tem a venda garantida. (...) Neste processo está integrado o *designer* industrial e em muitos casos ele tem a seu cargo a tarefa de tornar possível o aumento da produção através do uso de novos materiais ou encontrando novas funções ou possibilidades de uso dos produtos” (LOBACH, 2000, p. 30)

#### **2.4.1 Design De Produto: Prototipagem Rápida**

Para LOBACH (2000), “O processo se inicia com a pesquisa de necessidades e aspirações, a partir das quais se desenvolverão as idéias para sua satisfação, em forma de produtos industriais (projeto de produtos). É na transformação destas idéias em produtos de uso (desenvolvimento de produtos) que o *designer* industrial participa ativamente” (LOBACH, 2000, p. 29) Assim para executar estas ideias a indústria deu grandes saltos tecnológicos, e hoje em dia qualquer produto feito em uma indústria, vai seguir metodologias com a utilização de ferramentas computacionais CAD / CAE / CAM (respectivamente *Computer Aided Design, Engineering and Manufacturing*) e representações físicas do produto, a prototipagem (VOLPATO. 2007). Os protótipos possibilitam, estudantes e profissionais, a experimentar visual e tatilmente, observando problemas e experimentar alterações no projeto durante sua concepção, embora os protótipos

normalmente tenham uma função puramente representativa (FLORIO & TAGLIARI. 2011).

Segundo Batistello (2015, p. 137), “a Prototipagem Rápida é um instrumento que auxilia e complementa as ações no processo de projeto, de modo a criar e produzir, em um curto espaço de tempo, protótipos reais e concretos de seus projetos, gerando alternativas na hora da apresentação dos mesmos. Isso diferencia a imagem bidimensional e facilita a compreensão e a percepção dos envolvidos no processo”. Esse processo automatizado, sem intervenção humana, está diretamente ligado ao acesso ao maquinário da fabricação digital que antes eram possíveis apenas por grandes empresas. Para Florio e Tagliari (2011, p. 128), “apesar de o nome sugerir rapidez, dependendo da técnica de fabricação e da complexidade do modelo, pode-se levar um tempo considerável para confeccioná-lo”. Embora a técnica da estereolitografia tenha sido comercialmente introduzida em 1987, sua implementação no processo de projeto continua lenta e gradual (FLORIO & TAGLIARI. 2011). Para classificação da prototipagem rápida, não existe uma unanimidade, o pesquisador então criou a tabela abaixo, listando três categorias, destacando os equipamento que serão utilizados neste trabalho:

Tabela 2 — Classificação de prototipagem rápida.

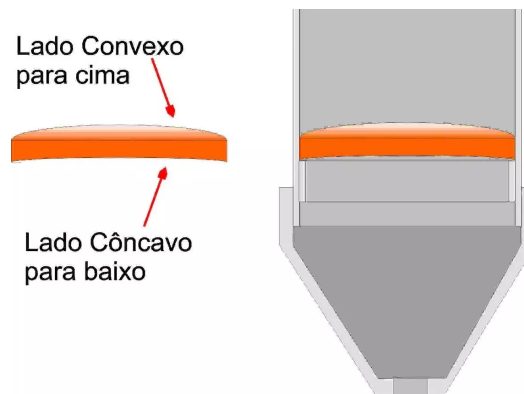
<b>CLASSIFICAÇÃO DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA</b>		
<b>Cortadoras de material</b>	<b>Subtração de material</b>	<b>Adição de material</b>
<b>CORTE A LASER</b>	<i>Subtractive Rapid Prototyping (SRP):</i> <b>FRESADORA CNC ROUTER (3 EIXOS)</b>	<b>Líquido:</b> Estereolitografia, <b>FUSED DEPOSITION MODELING (FDM)</b> , <i>Solid Ground Curing (SGC)</i> , <i>Shape Deposition Manufacturing (SDM)</i>
Corte a jato d'água		<b>Sólida:</b> <i>Laminated Object Manufacturing (LOM)</i> , <i>Paper Lamination Technology (PLT)</i>
Corte de Vinil	Vertical Machining Center (VMC): Centro de usinagem de CNC de 5 eixos	<b>Pó:</b> <b>SELECTIVE LASER SINTERING (SLS)</b> , <i>Laser Engineered Net Shaping (LENS)</i> e <i>3 Dimensional Printing (3DP)</i>
Fonte: FLORIO e TAGLIARI (2011)	Fonte: CANGIOLIERI JUNIOR E SELHORST JUNIOR (2015)	Fonte: VOLPATO (2007)

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

**Cortadoras de material:** FLORIO e TAGLIARI (2011) citam três tipos: as cortadoras a *laser*, a jato de água e de vinil. O processo de prototipagem rápida por corte a laser requer a preparação de desenhos bidimensionais em vetor, normalmente arquivos DXF, no computador para posterior construção de modelos físicos tridimensionais. Os desenhos em CAD devem ser planificados, caso contrário causaria deformações ao desenho final, já prevendo possíveis encaixes para futura montagem manual dos componentes em três dimensões. Essas cortadoras a laser possuem a capacidade de cortar diversos materiais, tais como papéis de vários tipos, acrílico, madeira, isopor, E.V.A., acetato e plástico em diferentes espessuras, porém em caso de material espesso como a madeira e o compensado, quanto maior a espessura é mais demorado o processo de corte (FLORIO, TAGLIARI. 2011).

O equipamento de corte disponível na Oficina Digital (laboratório de prototipagem do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Design) é a máquina a laser da empresa Automatisa, modelo DUA 1209, capaz de realizar corte de materiais como couros naturais e sintéticos, acrílico, mdf, tecidos e outros materiais similares. Grava os mesmos materiais que corta, mas também grava metais pintados ou anodizados, espelhos e outros produtos similares. O funcionamento da máquina a laser se dá por um feixe/raio concentrado no material, por meio do furo no bico, através de um lente convexa na parte de cima e côncava na parte de baixo, fazendo com que o feixe de laser, que é paralelo, se torne mais concentrado em um ponto fino (Figura 20). Isso aquece e derrete ou queima o material. Durante o processo de corte, utiliza um fluxo de ar auxiliar paralelo ao bico, através dele é usado para resfriar o material e remover o material derretido a partir do corte. (AUTOMATISA, 2019)

Figura 20 — Diagrama de uso do bico da máquina a laser.<sup>21</sup>



Fonte: Mercado Livre

**Subtração de material:** Para CANGIOLINI JUNIOR E SELHORST JUNIOR (2015), O processo SRP (*Subtractive Rapid Prototyping*) utiliza de base da tecnologia, onde se iniciam o processo de fabricação a partir de um bloco de material, desbastando-o até obter o objeto desejado. Uma variedade enorme de materiais, podem ser desbastados, desde metais aos mais usuais dos polímeros como o nylon, ABS, Poliacetal, Acrílicos, etc. Os equipamentos de SRP são equipamentos de tamanho variável, com perfil de desktops, cabendo em escritórios de desenvolvimento até em grandes fábricas, podendo ser ligados em redes domésticas de energia elétrica (nos casos de pequenos), não utilizam sistemas de refrigeração e filtragem. São fáceis de operar e geralmente contam com software CAM integrado e otimizado para o processo de prototipagem.

O equipamento de subtração disponível na Oficina Digital é a CNC Router da empresa Roland, modelo MDX-40a. Capaz de realizar trabalhos em madeira, espuma de uretano, placa de ferramentas e plástico (metais não são suportados). O protótipo é esculpido após a remoção de material por meio de ferramentas em máquinas por controle numérico computadorizado (CNC). Usando fresas de diversos tamanhos para alcançar os diversos níveis de detalhamento (ROLAND, 2019).

<sup>21</sup> Figura 20 mostra um diagrama de Uso sobre função. Onde a função leva o produto industrial para o usuário e o uso leva o comprador ao objeto de design. A função é dividida em três partes: Função prática, Função estética e Função simbólica.



**Adição de material:** a técnica de Sinterização Seletiva a Laser (SLS, *Selective Laser Sintering*) usa peças que são construídas sobre uma plataforma a qual está imediatamente abaixo da superfície de um recipiente preenchido com o pó fusível por calor, um raio de laser é proferido do bico de injeção para fundir, de forma seletiva, materiais pulverulentos, tais como náilon, elastômeros e metais, num objeto sólido. O raio laser traça a primeira camada, sinterizando o material, que após uma breve cura já enrigesse. A plataforma é ligeiramente abaixada, reaplica-se o pó e o raio laser traça a segunda camada. O processo continua até que a peça esteja terminada. O pó em excesso ajuda a dar suporte ao componente durante sua construção. No entanto, o modelo disposto na Oficina Digital, possui outro tipo de disposição de sinterização seletiva, usando um reagente no lugar do laser ou luz.

Enquanto a técnica de Modelagem por **Deposição de Material Fundido** (FDM, *Fused Deposition Modeling*) usa filamentos de resina termoplástica aquecida que são extrudadas a partir de uma matriz em forma de bico de injeção que se move num plano X-Y, enquanto a base move no eixo Z. A plataforma é mantida sob uma temperatura inferior à do material, de forma que a resina termoplástica endurece rapidamente. Após esse endurecimento a plataforma se abaixa ligeiramente e a matriz de extrusão deposita uma segunda camada sobre a primeira. O processo é repetido até a construção total do protótipo. As resinas termoplásticas adequadas a esse processo incluem poliéster, polipropileno, ABS, elastômeros e cera usada no processo de fundição por cera perdida (VOLPATO, 2007).

O equipamento de adição de material disponível na Oficina Digital é a impressora 3D da marca 3D systems (Figura 21a) e CORE H5 da GTMAX3D (Figura 21b), segundo o fabricante seria a mais rápida comparada a outros modelos, além de produção simultânea de vários modelos, atender a necessidade do serviço, silenciosa, inodora e sem desperdício de líquidos; e a impressora 3D da marca GTMAX3D e modelo CORE H5, segundo o fabricante sendo mais fácil, independente e possibilidade de portabilidade.

Figuras 21a e 21b — Imagens das impressoras 3D: GTMAX3D CORE H5 e 3D system projet 160<sup>22</sup>

Fonte: Arquivo pessoal.

Os quatro tipos de equipamentos citados neste capítulo, podem ser utilizados, dependendo da necessidade, durante o processo de prototipagem do mapa tátil, objeto deste trabalho. A fim de determinar qual a melhor opção, sendo ela adição, subtração ou cortadoras, podendo até acontecer a utilização de duas ou mais equipamentos diferentes.

#### **2.4.2 Design Gráfico: DCH e Wayfinding**

Neste capítulo são abordados dois assuntos: Design centrado no usuário e *wayfinding* de maneira breve, com propósito de aplicações na elaboração do mapa tátil, sendo importante no entendimento de conceitos básicos de localização e conceitos do público-alvo: pessoas com deficiência visual.

O Design Gráfico é a área do design focado em elaboração de projetos para reprodução por meio de ordenamento estético-formal de elementos textuais e não-textuais que compõem peças gráficas expressamente comunicacionais (VILLAS-BOAS, 2007). Uma das ramificações é o design de interface, proposto por Krippendorff, no ano de 2007 no discurso de metodologia Design Centrado no Humano (DCH, comumente chamado de Design Centrado no Ser Humano ou Design Centrado no Usuário) no livro intitulado *Product Experience*. Propondo que os artefatos produzidos em série e com características funcionalistas passaram a ser

---

<sup>22</sup> Figuras 21a e 21b mostram as impressoras 3D: GTMAX3D CORE H5 e 3D system projet 160.

considerados bens de consumo, informação e identidade. Assim preocupando-se com a maneira que as pessoas vêem, interpretam e convivem com artefatos. Krippendorff sugere quatro pilares conceituais que definem uma abordagem do DCH (CHAVES, BITTENCOURT & TARALLI, 2013 *apud* KRIPPENDORFF, 2000). Os quatro pilares e os conceitos são apresentados de forma resumida a seguir:

### 1 - Entendimento de segunda ordem

“O design é comprometido em projetar artefatos que vão ser experimentados por outros usuários de maneira diferente. Sendo assim, o *designer* não pode utilizar conceitos universais, ele deve entender como determinado artefato será compreendido no contexto de quem está em contato com o mesmo. Nesse sentido, projetar com tecnologia, sem utilizar o envolvimento do usuário e sem o entendimento humano é utilizar apenas o entendimento de primeira ordem” (CHAVES, BITTENCOURT & TARALLI, 2013 *apud* KRIPPENDORFF, 2007, p. 217).

### 2 - Significados

“Projetar artefatos para outros possibilita que esse objeto venha a se apropriar de significados para seu usuário, dentro das suas próprias concepções. O autor utiliza a semântica como estudo dos significados. A chave do conceito de significado é o reconhecimento que, os seres humanos criam seus próprios mundos e se diferenciam através dos artefatos, não em termos físicos, mas de acordo com o que eles significam para as pessoas, incluindo a forma de comunicação entre eles. Assim, os significados não podem estar separados de como as pessoas interagem com a tecnologia que suas culturas criam e as tornam significativas.” (CHAVES, BITTENCOURT & TARALLI, 2013 *apud* KRIPPENDORFF, 2007, p. 217).

### 3 - Rede de *stakeholders*

“Esse tópico está relacionado com os itens 2 e 3 presentes na primeira classificação do autor. O design não estará apenas relacionado aos interesses de quem irá utilizá-lo. Existem profissionais e pessoas que estão envolvidas e interessadas (*stakeholders*) para que o design seja produzido, portanto a rede de informações e ações entre essas pessoas devem ser consideradas para o design ser realizado. O *designers* devem reconhecer o papel fundamental das partes interessadas e acolher os seus papéis ativos no projeto, sem considerar-se como um mentor do processo, mas como um participante ativo dessa rede também” (CHAVES, BITTENCOURT & TARALLI, 2013 *apud* KRIPPENDORFF, 2007, p. 217).

### 4 - Interfaces

“O design de interfaces para humanos deve ir além da forma e da sua decomposição em sequência de ações humanas e respostas de artefatos sensório-motoras que podem ser monitorizadas, compreendidas, e dirigidas para experiências desejáveis. Para projetar artefatos simples, é preciso saber como eles sustentam as práticas culturais de seus usuários.” (CHAVES, BITTENCOURT & TARALLI, 2013 *apud* KRIPPENDORFF, 2007, p. 218).

O conceito de interface é proposto como um intermediador entre o sistema e o usuário. Saber como e porque o usuário utiliza o artefato é importante para o desenvolvimento de um mapa tátil. O layout do mapa é uma interface, sendo assim, importa a forma como as informações são dispostas ali. A experiência e o objetivo de um usuário com o objeto devem ser levados em conta.

Outra ramificação do design gráfico é o design de sinalização. Que pode ser entendido como uma interdisciplina que trabalha com fundamentos de design, arquitetura, engenharia e comunicação, cuja função prática permite reunir e produzir conhecimentos que auxiliam na resolução das demandas de comunicação em espaços construídos (D'Agostini, 2017). A acessibilidade, dentro do design de sinalização, “articula as soluções de projeto na busca do uso autônomo de informações, produtos e espaços, independentemente das limitações que um usuário possa ter” (D'Agostini, 2017, p. 272). Com isso o autor afirma que as sinalizações visuais são adaptadas a informações táteis, ajudando o usuário com deficiência visual a compreender as mensagens que estão dispostas em um ambiente. A informação tátil não substitui as mensagens visuais, mas se adapta aos suportes de comunicação para atender as demandas de um público específico, sendo projetadas para que a compreensão seja necessariamente por meio do contato físico do usuário ao suporte (D'Agostini, 2017). Essas informações táteis são por exemplo as placas, mapas e piso tátil.

Para Wurman, “Nossas percepções são invariavelmente polarizadas pelo nosso ponto de vista. Devido a essas limitações, elas são idiossincráticas; ninguém vê as coisas da mesma maneira” (WURMAN, 1991, p. 265). Isso também diz respeito às pessoas com deficiência visual. Nos ícones, presentes em um mapa, existe um conhecimento prévio sobre seus significados, como no caso do símbolo de acessibilidade. Essas pessoas podem não ter conhecimento de um símbolo de banheiro ou escada, fazendo reforçar o conhecimento da legenda ali posta.

Dischinger (2009), descreve essas limitações relativas à orientação espacial e sugere algumas ações para tornar o ambiente mais acessível aos usuários, conforme descritas para restrições visuais fornecer informação através dos

demais sentidos (auditivos e táteis) além de sinalizar obstáculos ou fornecer uma forma de guia direcional;

Gibson (2009), define o *wayfinding* como o processo que faz o indivíduo ao tomar decisões de direção e localizar-se dentro de um espaço. Assim, *Design Wayfinding* se refere a sistemas de informações que guiam pessoas por ambientes físicos e aprimoram sua compreensão e experiência em relação ao espaço.

O autor define quatro princípios para o *wayfinding*: **ponto nodais**: diversos caminhos ou rotas simples que coincidem todos os destinos em um local; **bairro ou distritos**: são lugares divididos por alguma características semelhante em mapas ou sinalização; **marco visuais**: objetos ou construções, que possui as características de serem únicas, ou diferente suficiente para chamar atenção, no local que direciona as pessoas; e **ruas**: caminhos simples que normalmente divide dois espaços ou levam de um lugar para outro.

Sendo ele, o sistema de *wayfinding* vai utilizar esses princípios para entender e auxiliar o trajeto do usuário. O fluxo de circulação do usuário leva em consideração onde começa e termina a rota e os caminhos que podem ser traçados. Em pontos de decisão de escolha (pontos nodais), o *wayfinding* pode incluir sinalização com informação dos destinos (GIBSON, 2009).

Segundo os critérios de Gibson, é possível fazer uma analogia dos princípios do *wayfinding* com elementos do mapa tátil (visto que são elementos urbanos ali situados):

- Pode-se classificar o piso tátil direcional como um princípio de ruas, devido ao seu intuito de representar um caminho.
- Barreiras durante o trajeto como postes, orelhões, árvores e buracos como marcos memoriais, devido a sua capacidade de memorização.
- Paredes e sala podem ser distritos, devido ao seu objetivo de divisão.
- e o piso tátil de atenção podendo sinalizar pontos nodais, devido a tomada de decisão.

### **2.4.3 Design Universal**

Segundo Sanches (2018), O design universal é comumente ligado ao tema da acessibilidade, com a proposta de sete princípios que visam incluir no processo de design e os seus resultados ao maior número de pessoas possível, atendendo suas necessidades e problemas (SANCHES, 2018 *apud* CHISHOLM; MAY, 2009). Apesar de considerado utópico e filosófico, na educação o design universal significa prover acesso igualitário ao aprendizado, não simplesmente acesso igualitário à informação - favorecendo assim um aprendizado efetivo dos estudantes (SANCHES, 2018 *apud* COUNCIL FOR EXCEPTIONAL CHILDREN, 2005). Os 7 princípios do design universal são:

- Uso equitativo: é útil e comercializável para pessoas com diversas habilidades;
- Flexibilidade no uso: acomoda uma ampla variedade de preferências e habilidades individuais;
- Uso simples e intuitivo: o uso é fácil de entender, independente da experiência, conhecimento, habilidades linguísticas ou nível de concentração do usuário;
- Informação perceptível: comunica as informações necessárias de forma efetiva ao usuário, independente do ambiente ou habilidades sensoriais do usuário;
- Tolerância ao erro: minimiza riscos e consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais;
- Baixo esforço físico: pode ser utilizado eficientemente e confortavelmente e com um mínimo de fadiga;
- Tamanho e espaço para aproximação e uso: tamanho e espaço são providos para a aproximação, alcance, manipulação e uso, independente do tamanho do corpo do usuário, postura ou mobilidade (NCSU, 1997).

Segundo NCSU (1997, on-line), “os Princípios do Design Universal não se destinam a constituir todos os critérios para um bom design, apenas um design universalmente utilizável. Certamente, outros fatores são importantes, como estética, custo, segurança, gênero e adequação cultural, e esses aspectos também devem ser levados em consideração ao projetar”. Os princípios serão usados neste trabalho como comparativos ao final.

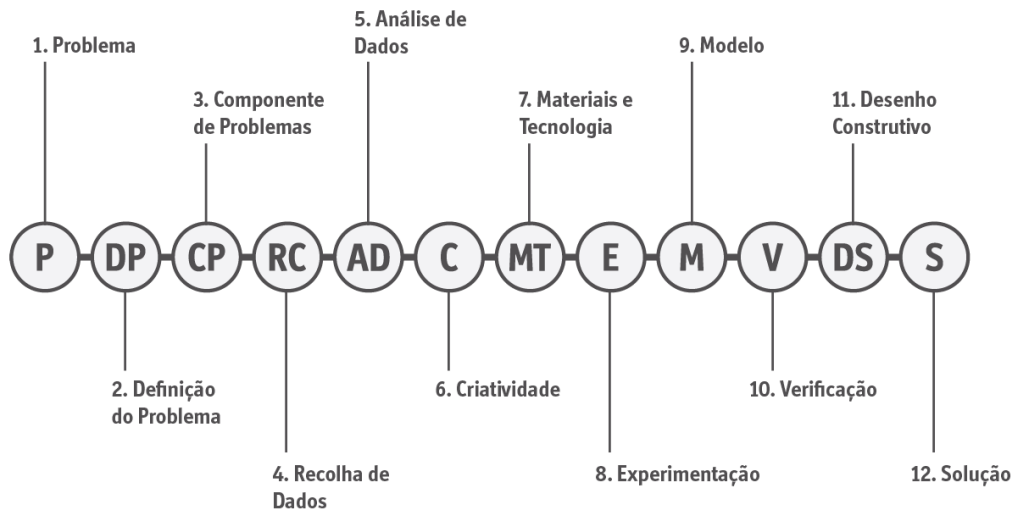
### 3. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa científica definida para ser utilizada no projeto, teve como referência o livro “Como Elaborar Projetos de Pesquisa” do autor Gil (2002), com o objetivo de caracterizar e aplicar os métodos e procedimentos de forma assertiva.

A pesquisa desenvolvida neste documento possui uma abordagem quanti-qualitativa, pois conduz uma visão holística da hipótese construída, de forma a interpretar o fenômeno estudado. Enquanto a natureza da pesquisa se classifica como resumo de assunto, pois se baseia em trabalhos científicos para a construção do mapa tátil;

Caracterizando também a pesquisa, como exploratória e descritiva, onde o tema é composto pela busca de informações sobre o assunto, assim interpretando, descrevendo, analisando e classificando os dados abordados. Os procedimentos de pesquisa aplicados foram: pesquisa bibliográfica, por meio da revisão de literatura; documental, trazendo dados de documentos oficiais e não-oficiais; e de campo, através de entrevistas e da observação direta intensiva dos locais visitados pelos pesquisadores para estudo de caso e pesquisa, registrada por meio de anotações e fotografias.

No seu livro “Das coisas nascem coisas”, Munari (2008 - primeira publicação 1981) apresenta sua metodologia projetual, com o objetivo de levar o Problema (P) até a Solução (S), são propostos 12 etapas de projeto (Figura 22), no qual segundo autor as define como “não mais do que uma série de operações necessárias, dispostas em ordem lógica, ditada pela experiência. Seu objetivo é o de atingir o melhor resultado com o menor esforço” (MUNARI, 2008, p. 10).

Figura 22 — Metodologia projetual de Design por Bruno Munari<sup>23</sup>.METODOLOGIA PROJETUAL DE DESIGN | **BRUNO MUNARI (2008)**

Fonte: Adaptado de MUNARI (2008).

Depois do Problema (P), existe a Definição do Problema (DP), que consiste em precisar definir melhor o problema, conhecendo a fundo. Desmontar um problema nos seus Componentes do Problema (CP), significa descobrir muitos subproblemas, dividir o problema em parte ajuda a facilitar o modo com lidarmos com ele, resolvendo um pequeno problema de cada vez. Definido assim os parte começa a Recolha de Dados (RC) necessários para estudar os componentes um a um. A Análise de Dados (AD) define parâmetros criativos, passando a compreender melhor etapas de resolução do problema, a Criatividade (C) está em como resolver todos os subproblemas, direciona um norte para o projeto, no Materiais e Tecnologias (MT), se definir a acerca das possibilidades técnicas à disposição do projeto. Depois dessa etapa de levantamento dos dados, a criatividade leva para a Experimentação (E), para testar e validar, mesmo que seja inicialmente os dados ali levantados, a fim de estabelecer relações úteis ao projeto. A partir desses

<sup>23</sup> Figura 22 mostra um diagrama metodologia de Bruno Munari. Em ordem: Problema (P), Definição do Problema (DP), Componentes do Problema (CP), Recolha de Dados (RC), Análise de Dados (AD) Criatividade (C), Materiais e Tecnologias (MT), Experimentação (E), Modelo (M), Verificação (V), Desenho Construtivo (DS) e por final a Solução (S). (MUNARI, 2008).



experimentos pode surgir Modelo (M), que nada mais são protótipos, sendo digitais ou posteriormente físicos e sólidos, podendo ser funcional ou completo. Nesse momento torna-se necessária uma Verificação (V) do modelo, ou dos modelos caso as soluções possíveis sejam mais de uma, o objetivo é realizar esse teste com o público alvo a fim de detectar ajustes, problemas ou novas soluções a partir dessa verificação. Para após isso, o Desenho Construtivo (DS) é uma catalogação de dados estabelecidos no projeto, para começar a produção dos protótipos com todas as medidas precisas e indicações necessárias para a realização do mesmo (MUNARI, 2008).

Como dito pelo Munari (2008), a metodologia não é sempre a mesma, pode mudar dependendo do projeto e limitações, foram criadas com base na experiência do designer, para otimizar o tempo e ser mais preciso na solução do problema. A escolha da metodologia se dá respeito a experiência anterior usando ela, as etapas serem bem claras e a flexibilidade para as resoluções.

### **3.1. Trabalhos Relacionados**

Neste capítulo serão apresentados projetos que utilizam a tecnologia de prototipagem rápida no intento de abordar o contexto social da deficiência visual, seja por seus autores ou pelos objetivos, assim como os que apresentam uma possibilidade de resposta à problemática desta pesquisa. O fator primordial de seleção se encontra na potencialidade dos seguintes trabalhos abordarem a inclusão social como base.

**Fotografia Tátil - UFC:** executado dentro do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Design, é uma pesquisa-ação de técnicas para representação de imagens (fotos) por meio do tato para cegos, utilizando-se da linguagem de programação como facilitadora desse processo. Por um lado, a fotografia apresenta a oportunidade de introduzir ao público cego conceitos de fotografia, ao mesmo tempo que quebra mitos e restrições sobre este público. Recentemente o projeto conseguiu cumprir um dos seus objetivos iniciais que

através de oficina de fotografia, realizar uma exposição com peças táteis com fotografia tiradas pelas pessoas com deficiência visual (Figura 23).

Figura 23 — Teste de imagens táteis realizado com um grupo de alunos do Instituto dos Cegos Helio Goes no Museu da Fotografia em Fortaleza <sup>24</sup>.



Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Para a materialização das peças utiliza-se máquinas de corte a laser e fresadora de controle numérico computadorizado, parte da gama de equipamentos da Oficina Digital na UFC. Entretanto, a representação de imagens é visual, e as peças táteis também não fogem dessa regra. O conhecimento adquirido através das experiências passadas às vezes não são suficientes para reconhecimento de elementos nas peças. Por tratar de ser uma representação bidimensional organizada em camadas, o nível de abstração de compreensão é diferente de um pessoa normovisual à pessoas com deficiência visual. Necessita um avanço na representação para que seja como em tridimensional.

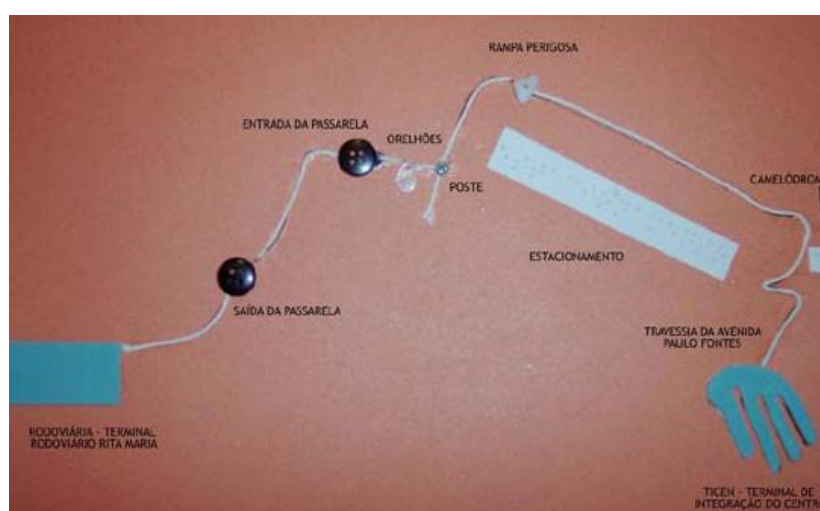
---

<sup>24</sup> Figura 23 mostra um grupo de alunos de alunos do Instituto dos Cegos Helio Goes no Museu da Fotografia , eles estão sentados em uma mesa enquanto o coordenador do projeto ensina regras de composição de fotografia com imagens táteis da regra dos terços.

**Mapa tátil Mental:** os autores GOLIN, NOGUEIRA, ALEXANDRE e CABRAL (2009), tinham o propósito de documentar a memória espacial de um percurso feito por pessoas com deficiência visual. Ao aplicar a técnica dos mapas mentais para usuários videntes e não videntes é possível analisar e entender diferenças notáveis o grau de importância dado a obstáculos urbanísticos e rotas urbanas que teoricamente são projetadas para todos. Os mapas táteis apresentam elementos enfatizados como postes e orelhões, esse último mais importante pelo fato de ser uma barreira urbana que é difícil detecção com a bengala, causando acidentes.

Os autores afirmam que o mapa mental de uma pessoa com deficiência visual sobre uma rota urbana ou percurso pode ser concebido de forma gráfica e tátil, podendo conservar os níveis hierárquicos referente às informações captadas pelo usuário. Na representação foram feitos mapas táteis com matéria prima artesanal como cola de relevo, linhas, botões e papel (Figura 24). Esses mapas acabam servindo como memorização, catalogação e transmissão de conhecimento para outros usuários sobre o determinado percurso.

Figura 24 — Teste dos mapas táteis artesanais em escola<sup>25</sup>.



Fonte: GOLIN, NOGUEIRA, ALEXANDRE e CABRAL (2009)

<sup>25</sup> Figura 24 mostra um mapa tátil produzido artesanalmente de cola de relevo, linhas, botões e papel. Produzido a partir de memórias mentais do percurso de familiaridade do usuário. O percurso começa pelo terminal de integração do centro até a rodoviária Rita Maria, passando por travessia da avenida paulo fontes, camelódromo, estacionamento, rampa perigosa, poste, orelhões, entrada e saída da passarela.

**Mapa tátil para educação de Emília Sanches:** com o propósito de estabelecer uma forma de tradução de imagens tátil, a autora na sua dissertação de mestrado buscou autores sobre várias vertentes do sobre o assunto de acessibilidade em impressão 3D, entre as recomendações estão dispensar detalhes decorativos, reduzir ao mínimo o tema do mapa (nunca reunir mais de dois assuntos), evitar exagero de texturas e retocar a impressão caso fique áspera ou muito lisa. Com o foco em melhorar educação de geografia em escolas para pessoas com deficiência visual, permitindo-as ao acesso a informações que não seriam compreendidas por áudio ou texto em Braille. Produziu uma série de mapas táteis geográficos sobre o estado do Paraná. A autora *designer* afirma que a escolha do polímero PLA para o trabalho estava diretamente relacionado ao fato de ser um material biodegradável, não tendo cheiro e toxicidade. Foi usado um tinta no pós-processamento para impedir que a superfície tátil parecesse muito lisa, além de criar destaque em contraste (Figura 25) (SANCHES, 2018).

Figura 25 — Teste dos mapas táteis em escola<sup>26</sup>.



Fonte: Marcos Solivan.

---

<sup>26</sup> Figura 25 mostra uma mão tateando um mapa tátil geográfico do estado do Paraná. O mapa contém tons vermelhos e está disposto acima de uma mesa. As mãos são de uma pessoa afrodescendente e que possui uma aliança na mão direita.

**Mapa tátil do Terminal Rodoviário Governador Israel Pinheiro:** esse mapa tátil representa um mapa comercial, produzido por uma empresa especializada em acessibilidade, a Casa do Braille Sinalização Visual e Tátil Ltda. Um projeto de 25 mil reais, realizado em um período de 4 meses. Foram produzidos 4 mapas para o local, sendo um mapa urbano e os outros 3 para cada pavimento do terminal. O mapa urbano busca informar ao usuário as ruas e avenidas próximas ao edifício, indicar paradas de ônibus, pontos de táxi e serviços (Figura 26). Contém textos na linguagem braille e tipografia em contraste com fundo, a fim de auxiliar na escolha de caminhos para se chegar a um determinado local. O mapa tem como objetivo ter a função do design universal para a informação ali posta.

Figura 26 — Mapas táteis do Terminal Rodoviário Governador Israel Pinheiro em Belo Horizonte<sup>27</sup>.



Fonte: Casa do Braille.

<sup>27</sup> Figura 26 mostra um mapa tátil universal do Terminal Rodoviário Governador Israel Pinheiro, contendo informações do entorno e do terminal em visual e em braille. Em destaque a legenda com pictogramas, texto e Braille. Exibindo os textos: você está aqui, ônibus, correios, polícia civil, shopping e supermercado.

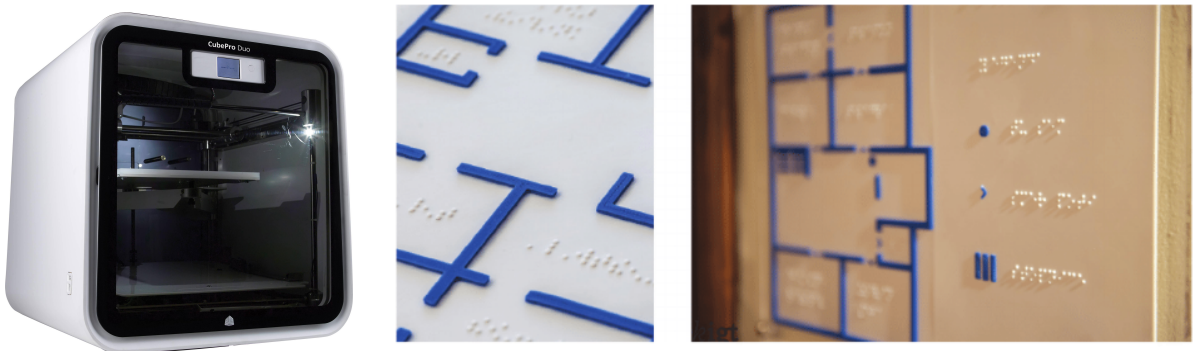


### 3.2. Análises de Similares

Para o seguinte trabalho foi realizado um análise de similares, tendo em vista analisar processos, etapas e *layout* dos mapas táteis produzidos. O critério de escolha de referências iniciou-se por mapas táteis de nível mundial e que são produzidos em impressão 3D, porém acabou sendo necessário acrescentar mapas táteis de empresas com especialidade em acessibilidade e adaptação. Sendo assim fechando um leque de várias opções e modelos distintos de mapas para análise.

**REF-01:** o referente artigo fala sobre o processo de construção de um mapa tátil para um museu situado na Eslovênia, a *designer* utilizou de uma impressora 3d de modelo *CubePro Duo* (Figura 27a) de filamento de acrilonitrila butadieno estireno (ABS). A impressora permite a impressão de duas cores, com diminuição da área de trabalho da impressora (ELESINI; URBAS; PIVAR, 2016) .

Figuras 27a, 27b e 27c — Impressora 3D CubePro Duo e Mapa Tátil .<sup>28</sup>



Fonte: ELESINI; URBAS; PIVAR (2016)

Quanto ao *layout* do mapa apresenta apenas três elementos: o título, o mapa em si e a legenda. Além de ter um enfoque maior à baixa visão, utilizando apenas duas cores: azul do destaque, pictogramas e parede; branco da base de fundo. Alguns pontos são importantes a ser mencionados, um deles é a ausência de letras em alfabeto romano, segundo os autores, eles tentaram fazer com que as letras em vermelho ficassem atrás uma fina camada branco, porém a tentativa não

<sup>28</sup> Figura 27a mostra um impressora 3D, cujo a forma é um cubo com vidro transparente na frente servindo para visualização do peso ali impresso. Figura 27b mostra o detalhe do braille impresso em relevo no mapa tátil. Figura 27c mostra afastado o mapa tátil por completo.

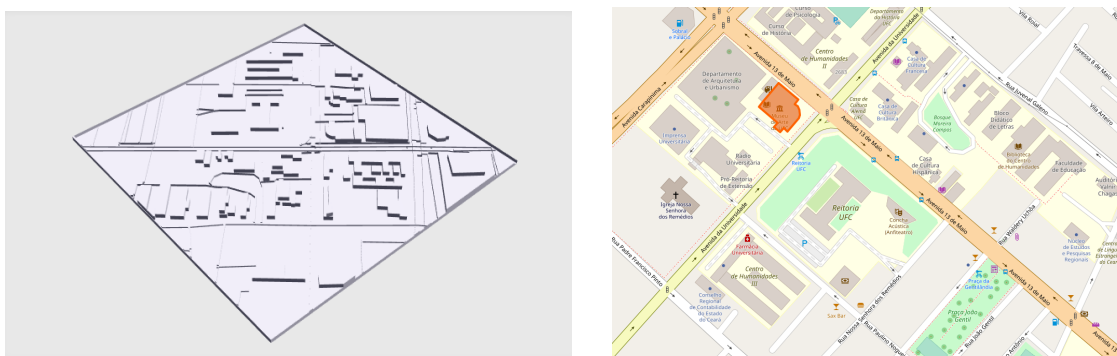
deu certo em vista de irregularidade na superfície e da leitura das mesmas. Assim o *layout* do mapa ficou mais simples e facilitando a leitura. Outro ponto é a utilização de elementos tridimensionais na escada, no momento inicial mudando para as barras paralelas depois de feedbacks de usuários (ELESINI; URBAS; PIVAR, 2016).

Quanto ao relevo, os elementos de estrutura (paredes) e de iconografia aparentam estar na mesma altura, diferenciando apenas na forma.

**REF-02:** *Touch Mapper* não é um mapa tátil, mas uma ferramenta de produção de maquete tátil, o site permite de maneira rápida e precisa uma visualização do local determinado, com base em dados de geolocalização do *OpenStreetMap*. O site gera um arquivo em STL ou se o usuário não possui um impressora, eles produzem e entregam mediante a uma taxa.

Como se trata de maquete, não possui um layout com legendas ou informações. Assim, toda a área é dedicada ao mapa, os elementos podem variar dependendo do grau de detalhamento posto no *OpenStreetMap*, como visto na figura 28a, mostra altura das estruturas e uma pequena elevação em ruas e avenidas. Apesar de ter informações no mapa como calçada e grama, como visto na figura 28b, esses elementos são postos de fora.

Figuras 28a e 28b — Imagem do mapa tátil gerado no *Touch Mapper* e do *OpenStreetMap*.<sup>29</sup>



Fonte: *Touch Mapper*.

<sup>29</sup> Figura 28a mostra um mapa tátil do campus do Benfica da UFC na representação ortogonal em um programa de representação 3D. Figura 28b mostra o mapa digital do campus do Benfica na UFC do site *OpenStreetMap*. Nota-se diferença de cor entre vias de grande e baixo fluxo, calçada, pavimento urbano e construções.

O *Touch Mapper* é uma excelente ferramenta de autonomia para o deficiente visual, podendo apenas informar o CEP do local onde o usuário receberia em mãos uma representação de um local desejado. Assim podendo se preparar melhor para um ambiente desconhecido.

**REF-03:** *London Rising* de Andrew Godwin é uma maquete tátil de representação da cidade de Londres. Feita em uma impressora *SeeMeCNC Rostock MAX v2* de filamento (Figura 29a). Andrew utiliza dados de *Light Detection And Ranging* (LIDAR), que são dados de geoprocessamento por captação a laser por dispositivo aéreo, no qual a distância é medida, entre o dispositivo e o chão, pela refração da luz.

Figura 29a e 29b — Imagem da *SeeMeCNC Rostock MAX v2* e do mapa *London Rising*.<sup>30</sup>



Fonte: Andrew Godwin.

O resultado foi um maquete tátil de grande escala, mas como abrange uma área real muito grande acaba que os detalhes da cidade são resumidos em ponte e estruturas dos prédios. Sem a presença de outros elementos como legenda, ícone ou até título. O layout apresenta apenas o mapa e sua representação fiel da altura das estruturas, configurando uma maquete tátil.

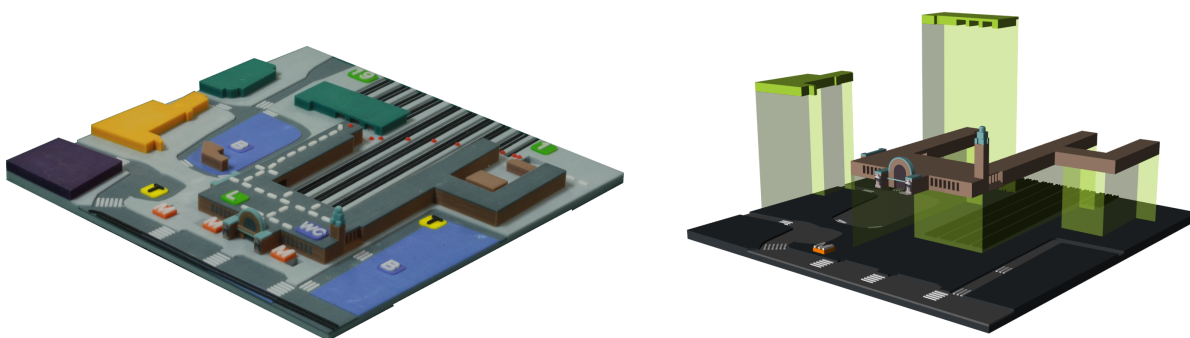
---

<sup>30</sup> Figura 29a mostra uma impressora 3D da marca *SeeMeCNC Rostock MAX v2* que se diferencia das outras impressoras por ter uma altura maior. Ao lado a Figura 29b mostra a maquete tátil da cidade de Londres mostrando o contorno do rio Thames.



**REF-04:** Procurando outro ponto de vista, agora profissional, temos a *Versoteq* que é empresa finlandesa de acessibilidade especializada em realidade virtual e representação 3D, usando scanners e impressão 3d eles trabalham com museu com propósito de fabricar réplicas táteis de obras importante que não podem ser tocados pelo público desses museus. Outro produto são os mapas táteis e totens de sinalização que eles produzem, como a Estação Ferroviária de Central de Helsinque mostrada na Figura 30a.

Figura 30a e 30b — Imagem do mapa tátil e da configuração dos elementos do mapa.<sup>31</sup>



Fonte: Versoteq.

Quanto ao *layout* a *Versoteq* opta por uma tipo de acessibilidade mais universal. Apesar de ser bem colorida, existe sim um bom contraste em relação ao destaque das letras e caminho tátil ao piso. Como vista na Figura 30b, os mapas são produzidos em partes menores em filamentos de cores diferentes, depois fixados em base. Gerando assim uma gama diferente para os atuais mapas mono ou bi cromáticos. Contudo, pelo o que se pode observar nas imagens não apresenta possuir letras ou números em braille, apenas elevações. Modelo da máquina, tempo de produção e valores são informados.

**REF-05:** Visando uma referência mais do mercado profissional e dos atuais mapa tátil, foi escolhido o mapa da empresa de sinalização de Total Acessibilidade, no seu catálogo disponível na internet, encontra-se os modelos de mapa produzido em Acrílico de Polietileno de Alto Impacto (PSAI) de 6 mm, com tamanho variável de acordo com a necessidade em cada projeto, sendo as cores disponíveis para o fundo, letras e caminhos em PSAI de azul, verde, vermelho,

<sup>31</sup> Figura 30a mostra um mapa tátil físico impresso em 3D da Estação Ferroviária de Central de Helsinque. Ao lado, a Figura 30b mostra uma representação digital da montagem do mapa tátil.

amarelo, cinza, preto e branco. Já a cela braille é aplicada em circunferências de inox, para mais durabilidade e conforto ao toque. Segundo o site, as fixações das peças de acrílico são feitas com fita dupla face da 3M. Sempre mantendo a norma da ABNT como contraste, inclinação de leitura e altura do pedestal (TOTAL ACESSIBILIDADE, 2018). No site da empresa não informa o modelo nem o processo de produção, porém o pesquisador acredita que se trata de corte a laser, devido ao nível de detalhe das peças.

Figura 31a e 31b — Imagem do detalhe do mapa tátil e do suporte de sustentação do mapa.<sup>32</sup>



Fonte: Total Acessibilidade.

Quanto ao layout do mapa tátil em questão, é produzido em duas cores de PSAI, mantendo um grande contraste de cor para usuários de baixa visão. Contudo, nas imagens dos mapas apresentados, existe uma enorme quantidade de elementos, gerando assim o aumento da área de legenda. Na figura 31a, a legenda por vezes ultrapassa a área destinada ao mapa, podendo ser confundida com elementos de estrutura como paredes e caminhos. Os ícones são excessivamente grandes, e no caso do banheiro, insuficientes; pois em nenhum espaço do mapa, seja em letras do alfabeto romano ou em braille, mostra o nome do banheiro feminino, masculino ou adaptado. Isso é um erro grave, tendo em vista que a leitura do pictograma de banheiro pode ser subjetiva, o usuário pode não compreender o sinal e com ausência do braille a informação do banheiro se torna imperceptível.

Na Figura 31b, nota-se que a estrutura do pedestal que é produzida em metal com pintura automotiva, o tamanho varia de acordo com o mapa tátil. O

<sup>32</sup> Figura 31a mostra em destaque um mapa tátil feito em acrílico, com corte a laser. Ao lado a Figura 31b mostra em destaque a base de sustentação do mapa tátil.

pedestal possui um recuo para acesso de cadeira de rodas, além da altura ser de 1,20 metros conforme a ABNT. O layout mostra em destaque o piso tátil do local, diferente da figura 31a que mostrava as estruturas. No mesmo momento a legenda ocupa cerca de 60% da área total, a legenda é formada apenas de letra do alfabeto romano em número e palavras e celas braille em aço inox, sem adição de pictogramas.

**REF-06:** O Escritório de Serviços de Acessibilidade da Universidade Central do Missouri, junto com os alunos do curso de desenho industrial desenvolveram com a participação de uma aluna deficiente visual, um mapa tátil do campus da universidade feito em impressão em 3D de filamento. Como visto na Figura 32a, o mapa se assemelha a uma maquete tátil, porém ele contém informações, à primeira vista não perceptíveis, que faz se classificar como um mapa tátil. Como disse Calon em entrevista para o site 3dprint.com:

(...) Carneal (a estudante com deficiência visual) sugeriu que, para facilitar a compreensão do mapa, todos os prédios deveriam ter o mesmo tamanho, funcionando como marcadores funcionais. Incorporando o Braille no mapa tátil impresso em 3D, os itens foram marcados da seguinte forma: As entradas foram designadas com estrelas táteis; As coordenadas de distância foram marcadas para referência com linhas de grade; O texto no mapa está em Braille e vincula nomes de construção a coordenadas. (Adaptado de 3DPRINT, 2019)

Figura 32a e 32b — Imagem do mapa tátil e da equipe que produziu o mapa.<sup>33</sup>



Fonte: Universidade Central do Missouri.

<sup>33</sup> Figura 32a mostra em destaque o uso de um mapa tátil, duas mãos tocam o mapa reconhecendo um figura volumétrica do prédio da reitoria da universidade. Ao lado a Figura 32b mostra 7 pessoas em pé, onde dois deles são senhores caucasianos cujo são os professores, 4 deles são os alunos (duas garotas e dois garotos) com visão normovisual da turma de acessibilidade. No centro há um aluno com deficiência visual e seu cão-guia. Os dois meninos seguram o mapa tátil, no chão a vegetação é predominante de grama. Estão situados provavelmente no campus da universidade.

Assim o *layout* é composto de três elementos: Prédios e construções que comumente em mapa táteis são optados por seguir o caminho de nivelar as as informações que se assemelham; caminho ou estradas que no projeto é assimilado a uma pequena elevação em relação ao piso ou base do mapa; por último a interessante adição de linhas de grade, que servem de marcação de distância para o usuário, sendo representado com um linha de baixa elevação e sendo mais fina para não confundir com a elevação do caminho e passando por cima de construções e caminho. Na Figura 32b, supõe-se que o tamanho do mapa seja equivalente a 40 cm por 60 cm e segundo Calon a impressão durou cerca de 50 horas.

**REF-07:** Outro exemplo de mapa tátil de campus é o caso da Universidade Estadual de Austin Peay. Localizado na parede externa do Serviço de Deficiência da universidade, foi projetada para auxiliar alunos com deficiência visual do campus, com ajuda de professores do centro de GIS Center e design gráfico.

Como vista na Figura 33a, o mapa mede aproximadamente cerca de 90 cm por 60 cm, e é composto de 48 peças impressas em 3D e levou cerca de 45 dias para ser concluído, não informando quantas horas de trabalho foram necessárias para impressão.

Figura 33a e 33b — Imagem do mapa tátil junto com a equipe e imagem do detalhe do mapa tátil.<sup>34</sup>



Fonte: Universidade Estadual de Austin Peay.

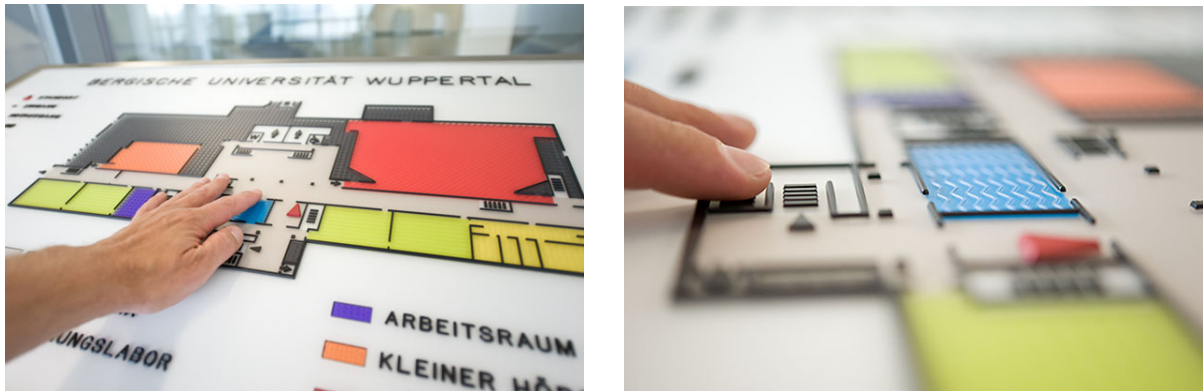
<sup>34</sup> Figura 33a mostra o chefe da seção de acessibilidade da universidade e o aluno que produziu o mapa tátil. O coordenador aponta para o mapa tátil. Ao lado a Figura 33b mostra em destaque a composição e elementos do mapa tátil como textura e elevações.

Produzido também em impressão 3d de filamento, diferencia da referência anterior no quesito *layout*, aqui existem mais elementos sendo eles: Legenda que compõe de letras em alfabeto romano e em braille sendo fabricadas em filamento preto, para destacar do fundo de filamento vermelho; Em cima compõe um mapa do campus em impressão convencional usando cores para destacar os tipos de relevos; Quanto ao mapa tátil, ele traz uma proposta diferente quanto a sua formatação, os três tipos de relevos (estruturais, caminhos e grama) são postos em mesma elevação, como vista na Figura 33b a estrutura é representada por um superfície lisa e com adição de braille referente ao nome do local, o caminho por vista é representado por um linha também em relevo e a grama é posta como um textura de pontos. Os elementos em mesma altura acabam prejudicando a leitura dos usuários, apesar de serem formas diferentes, poderia haver uma nivelção diferente para facilitar a diferenciação dos mesmos.

**REF-08:** Outra referência do mercado é a da empresa alemã *llis Leitsysteme*. O mapa tátil analisado foi confeccionado para a Universidade de Wuppertal. O mapa tem medidas aproximadas de 120 cm por 60 cm, configurando de grande porte. Seu material não aparenta ser o comum ABS ou resina das impressora 3D, porém chama atenção devido aos detalhes (como vistos nas Figuras 34a e 34b): os relevos em destaque, como as estruturas e símbolos, possui um forma chanfrada, fazendo que as formas sejam mais agradáveis ao toque pelo usuário; a utilização de textura para criar um diferenciação dos ambientes, porém o uso dessa textura não é continuado em relação ao próprio piso do ambiente.



Figura 34a e 34b — Imagem do mapa tátil e do detalhe aproximado.<sup>35</sup>



Fonte: Ilis Leitsysteme.

É possível que a havendo combinação entre a textura no mapa tátil com o piso, facilitaria o entendimento de localização do usuário, fazendo que o contato da bengala com o piso levaria à memória da tato na leitura prévia do mapa.

Quanto ao layout do mapa tátil, notam-se 4 elementos: o título da universidade ao topo, em seguida do mapa ao centro-direita, com as legendas de símbolos de na esquerda e a legenda de texturas abaixo. As divisões das legendas são interessantes, pois separam as importâncias dos elementos e formas que poderiam ser confundidas. Outro ponto é o uso das cores no projeto, a fim de tornar o projeto mais acessível. Na Figura 34b, não é possível reparar na existência de relevos que simulem o braille.

**REF-09:** Por último temos Mapa Tátil Urbano do Bairro do Recife e sinalização acessível da Torre Malakoff, ambas produzida por Id Inclusão Design, para o seguinte projeto foi estabelecido trabalhar com três tipo: o mapa tátil arquitetônico (Figura 35a), mapa tátil urbano (Figura 35b) e a maquete tátil (Figura 35c). Os mapas expressam informações diferentes e juntos se complementam.

<sup>35</sup> Figura 34a mostra o mapa tátil da universidade de Wuppertal uma mão tateando pela estrutura do prédio como hall de entrada, corredores e sala de aula. Ao lado a Figura 34b mostra em destaque a composição e elementos do mapa tátil como textura e elevações.

Figura 35a, 35b e 35c — Mapa tátil arquitetônico, urbano e a maquete tátil da Torre Malakoff.<sup>36</sup>



Fonte: Id Inclusão Design

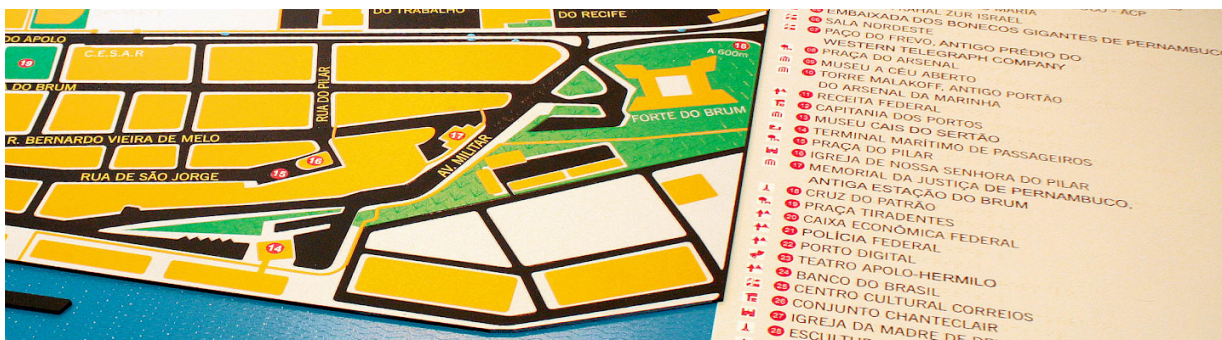
Todos os mapas apresentam um tamanho grande e capaz de mostrar detalhes. O mapa arquitetônico apresenta dois elementos principais: o piso com relevo dos pictogramas e a elevação simbolizando as paredes, que como são de um prédio histórico elas são bem mais grossas que uma parede comum. Um detalhe bastante relevante é como os ícones dispostos no layout, eles possuem uma base quadrangular em outra cor com contraste, fazendo que criem uma relação de semelhança e conjunto ao toque. O layout é simples, mas bem prático. Contando com a disposição das legendas abaixo do mapa e informações visuais como patrocínios e apoio em cima.

O mapa urbano é sem dúvida o maior dos três, provavelmente tem 2 metros de comprimento por 1 metro de largura, composto de vários elementos dentro do mapa como: estruturas de prédio – com a cor amarela, maior elevação dos demais e textura lisa; calçada – com a cor branca, menor elevação comparada a estrutura e textura lisa; ruas e avenidas – com a cor de cinza escura contrastando com o branco e amarelo, menor elevação comparada a estrutura e calçada, textura lisa e contendo Braille para os nomes das ruas; áreas de arborização – com a cor verde, a mesma elevação comparada a calçada, textura de linhas em forma de árvore; área de mar – com a cor azul, menor elevação comparada a todos os outros

<sup>36</sup> Figura 35a mostra em destaque a composição e elementos do mapa tátil como textura e elevações. Ao lado a Figura 35b mostra em destaque uma mão tateando a legenda do mapa tátil. Enquanto a Figura 35c mostra a estrutura maquete tátil da torre Malakoff, onde se pode perceber a arquitetura do local.

elementos e textura linhas em onda; pictograma em números – com a cor branca com a base circular em cor vermelha, maior elevação comparada a todos os outros elementos e textura lisa com a adição de Braille (Figura 36).

Figura 36 — Detalhe do mapa tátil urbano da Torre Malakoff.<sup>37</sup>



Fonte: Id Inclusão Design

No canto esquerdo superior tem um texto explicando o contexto histórico do bairro do Recife, impresso em tinta e Braille. A legenda está disposta a direita, e contém dois pictogramas para cada elemento nela: um pictograma de forma simplificada do elemento descrito e um pictograma de número similar ao que contém no mapa. Assim ao lado dos dois pictogramas a nome impresso em preto com os relevos em Braille.

A maquete tátil é o mais distante do foco deste trabalho, mas apresenta uma grande quantidade de detalhes e as cores também são fiéis à estrutura original. A maquete é disposta numa base de eixo giratório, fazendo que o usuário do mapa, sendo deficiente visual ou não, possa identificar por todos os ângulos a maquete.

Concluída a análise, foi então necessário estabelecer critérios de avaliação dos similares. A autora Sanches (2018), em seu trabalho de mestrado, cataloga recomendações para a tradução de imagens em imagens táteis, citando autores e organizações como o BANA, LOCH, VALENTE, ARAUJO e entre outros. As recomendações estabelecidas pela autora, não são necessariamente para mapa tátil, mas algumas delas se encaixam com o problema e foram acrescentadas aos critérios de avaliação.

<sup>37</sup> Figura 36 mostra o detalhe do mapa tátil urbano da Torre Malakoff de um todo, podendo notar os elementos distintos e textura.



A nota varia de 5 (considerável, desejada ou satisfatória) a 1 (ausência ou insuficiente). Ao final é estabelecida uma média dos valores, fechando um nota final para cada referência. Vale ressaltar que o autor elaborou essa análise com base em imagens fornecidas da internet, apenas levando em consideração os critérios e conhecimentos prévios, sem ao menos ter tocado os mapas táteis. Assunto e critérios referentes exclusivo ao toque e experimentação foram excluídos.

A referência com a menor nota da avaliação foi a REF-03: o mapa tátil do Escritório de Serviços de Acessibilidade da Universidade Central do Missouri. Onde apresentou a nota mínima em “utilizar formas identificáveis e familiares para os símbolos”, “setas deverão ser representadas com um triângulo fechado ou ponta de seta aberta” e “levar em consideração o usuário - tipo de cegueira, experiências prévias, idade”. As referências com a maior nota da avaliação foram as REF-01 e REF-09: o mapa tátil do museu na Eslovênia e o mapa tátil urbano do Bairro do Recife e sinalização acessível da Torre Malakoff.

Os critérios selecionados do trabalho da Sanches (2018) para a tabela 3, foram decididos pela similaridade com o atual projeto e demandas exigidas. Enquanto os critérios da tabela 4, foram escolhidos tendo em mente os objetivos a serem alcançados: atender o espectro da deficiência visual, conter elementos de mapa tátil como layout, contraste com fundo, legenda e variação de cores. Além de serem projetados por designer e se são semelhantes aos museus.

Tabela 3 — Tabela de critérios gerais de avaliação e representação de imagens táteis.

<b>CRITÉRIOS GERAIS DE AVALIAÇÃO REPRESENTAÇÃO DE IMAGENS TÁTEIS</b>									
<b>CRITÉRIOS CATALOGADOS POR SANCHES (2018)</b>	<b>REF - 01</b>	<b>REF - 02</b>	<b>REF - 03</b>	<b>REF - 04</b>	<b>REF - 05</b>	<b>REF - 06</b>	<b>REF - 07</b>	<b>REF - 08</b>	<b>REF - 09</b>
Evitar o exagero de texturas	5	5	5	5	5	5	5	3	4
Utilizar formas identificáveis e familiares para os símbolos	5	3	2	3	1	2	4	5	3
Combinar elementos de ponto, linha e textura com informações tridimensionais (volume)	4	2	2	4	4	2	5	5	4
O mínimo de linha deve ter 12,5mm de comprimento. linha pontilhada apresenta entre 6mm até 1cm de tracejado, com pelo menos metade do tamanho de espaço	5	4	2	5	4	2	5	5	5
Setas deverão ser representadas com um triângulo fechado ou ponta de seta aberta	5	1	1	1	5	1	2	5	5
3D pode ser utilizado para apresentar profundidade e elevação	4	5	5	5	4	5	4	3	4
Simplificar elementos para compreensão tátil, porém manter detalhes essenciais.	5	3	2	2	2	3	4	3	5
Áreas similares ou áreas muito pequenas juntas podem ser agrupadas em uma área só	5	3	1	4	3	3	2	3	4
Levar em consideração limitações técnicas da impressora 3d, recursos financeiros, portabilidade e possibilidade de impressão em outros lugares	5	4	3	3	5	5	5	3	5
Utilizar pós-processamento para que a impressão não fique áspera ou muito lisa	1	1	1	3	1	1	1	3	3
Levar em consideração o usuário - tipo de cegueira, experiências prévias e idade	3	1	1	4	5	1	3	3	5
<b>MÉDIA DE AVALIAÇÃO</b>	<b>4,3</b>	<b>2,9</b>	<b>2,3</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>2,7</b>	<b>3,6</b>	<b>3,7</b>	<b>4,3</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao fim da tabela de critérios gerais, notou-se que a mesma não contemplava todos os âmbitos do mapa tátil, a fim de sanar essa necessidade foi então elaborada uma nova tabela, com a intenção de adicionar critérios à tabela de critérios gerais. Seguindo o mesmo parâmetro da tabela 4, o pesquisador elaborou essa análise com base em imagens fornecidas da internet.

Tabela 4 — Tabela de critérios de avaliação de mapa tátil.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE MAPA TÁTIL									
CRITÉRIOS ELABORADO PELO PESQUISADOR	REF - 01	REF - 02	REF - 03	REF - 04	REF - 05	REF - 06	REF - 07	REF - 08	REF - 09
Atende todos os tipos de deficiência visual?	3	1	1	4	5	2	2	3	5
Numa escala de (5) mapa tátil e (1) maquete tátil	5	1	1	4	5	3	4	5	5
O local da aplicação se assemelha à esse trabalho?	5	1	1	3	4	4	4	4	5
Numa escala de (5) <i>designer</i> e (1) outro profissional	5	2	3	5	4	3	5	5	5
Numa escala de (5) para grande variação de cores e (1) para nenhuma variação de cores	2	1	1	5	2	1	2	5	5
Método de produção se assemelha a prototipagem rápida?	5	5	5	5	4	5	5	4	3
O quão aceitável é o layout?	3	1	2	4	4	2	4	5	5
O quão aceitável é o contraste em relação ao fundo?	5	1	1	3	5	1	1	4	4
O quão legível é a legenda?	1	1	1	1	4	1	5	5	5
<b>Média de avaliação</b>	3,8	1,6	1,8	3,8	4,1	2,4	3,6	4,4	4,7
<b>Média de total</b>	4,0	2,2	2,0	3,7	3,8	2,6	3,6	4,1	4,5

Fonte: Elaborada pelo autor.

A referência com a menor nota da avaliação foi a REF-02: o mapa tátil do *Touch Mapper*, enquanto a referência com a maior nota da avaliação foi novamente a REF-09: o mapa tátil urbano do Bairro do Recife e sinalização acessível da Torre Malakoff. A REF-09 somente não tirou a nota máxima nos critérios: “método de produção se assemelha a prototipagem rápida?” e “o quão aceitável é o contraste em relação ao fundo?”

Ao final, é gerada uma média das duas tabelas. Analisando o conjunto todo, os três com as melhores notas são: REF-9, REF-8 e REF-1. Mesmo assim, todas as 9 referências contêm elementos relevantes e que poderiam ser acrescentados ao decorrer do projeto. A nota geral acaba avaliando o todo, não apenas os detalhes.

### 3.3. Estudo De Caso

O local foco do estudo é o mapa tátil do originalmente era o entorno do Centro Dragão do Mar de Arte e Cultura. Inaugurado em 28 de abril de 1999, com mais de 1,5 milhão de visitantes ao ano, está entre os principais pontos turísticos e culturais do Ceará (DRAGÃO, 2019). Hoje em dia, o centro cultural gerencia dois museus: o Museu da Cultura Cearense (MCC) e o Museu de Arte Contemporânea (MAC) do Ceará.

Porém devido a pandemia, o local foi alterado para o Museu de Arte da Universidade Federal do Ceará (MAUC), pela proximidade da Oficina Digital e menor tamanho comparado ao Dragão do Mar. Inaugurado em 25 de junho de 1961, o MAUC detém o título de ser o primeiro museu de arte do Estado do Ceará (MAUC, 2020), instalado próximo à reitoria da universidade. Segundo o museu atualmente:

(...) tem sob sua guarda um relevante conjunto museológico composto de aproximadamente de 7.000 obras dentre as quais destacamos as coleções de Arte Popular, 1.544 peças (matrizes e estampas de xilogravuras, esculturas em cerâmica e madeira, ex-votos) e Artes Plásticas, 5.184 (pinturas, guaches, aquarelas, gravuras, desenhos, esculturas). (...) As coleções do MAUC mantêm-se fiel ao lema fundamental de seu criador, e estendem-se do regional ao universal. (MAUC, 2020)

Para a etapa da metodologia de recolhimento de dados e análise, foram executadas pesquisas bibliográficas e análise de similares, porém se mostrou ainda insuficiente para a demanda do problema do projeto, então para a segunda parte dessa metodologia foi realizada uma pesquisa de campo. Para a segunda etapa do projeto, ficam estabelecidos os seguintes itens para a validação do projeto ao final dela.

- Pesquisar obras análogas referentes a mapas táteis e museus acessíveis a deficientes visuais, na intenção de levantar propostas de modelos de elaboração de mapa tátil para estes espaços.
- Pesquisar sobre a legislação, que envolve a acessibilidade para criar espaços inclusivos, funcionais e seguros, propondo adequações destes estabelecimentos conforme a Associação Brasileira de Norma Técnica (ABNT), Norma Brasileira (NBR) 9050 e 16537, para que futuramente estes usuários possam vir a utilizá-los.
- Elaborar o modelo e a prototipagem do mapa tátil para o MAUC, além de realizar testes com diversos materiais e processos, e coletar feedbacks para modificações.
- Realizar visitas técnicas e estudo de caso do espaço.
- Estabelecer itens de importância no espaço, com base na visita, dignos de destaque no mapa tátil. Exemplos: portas, saída, escada e banheiro.

#### 4. PROJETO

Junto ao planejamento e as pesquisas necessárias, neste capítulo é descrito a pesquisa de campo, desenvolvimento do projeto através da prototipagem rápida, impressão 3D, acabamentos, validação de usuário e modelo final.

Figura 37 — Fotos tiradas do museu do MAUC .<sup>38</sup>



Fonte: Imagens tiradas pelo autor, direitos do MAUC.

A pesquisa de campo se iniciou em dezembro de 2020, foi realizada uma visita ao museu, nela alguns elementos de destaques foram observados: existem áreas não citadas na planta baixa cedida pelo museu como banheiros e áreas administrativas; existem também poucos obstáculos resumindo em apenas expositores de vidro na sala Cultura Popular e mobiliário de banco no centro de

---

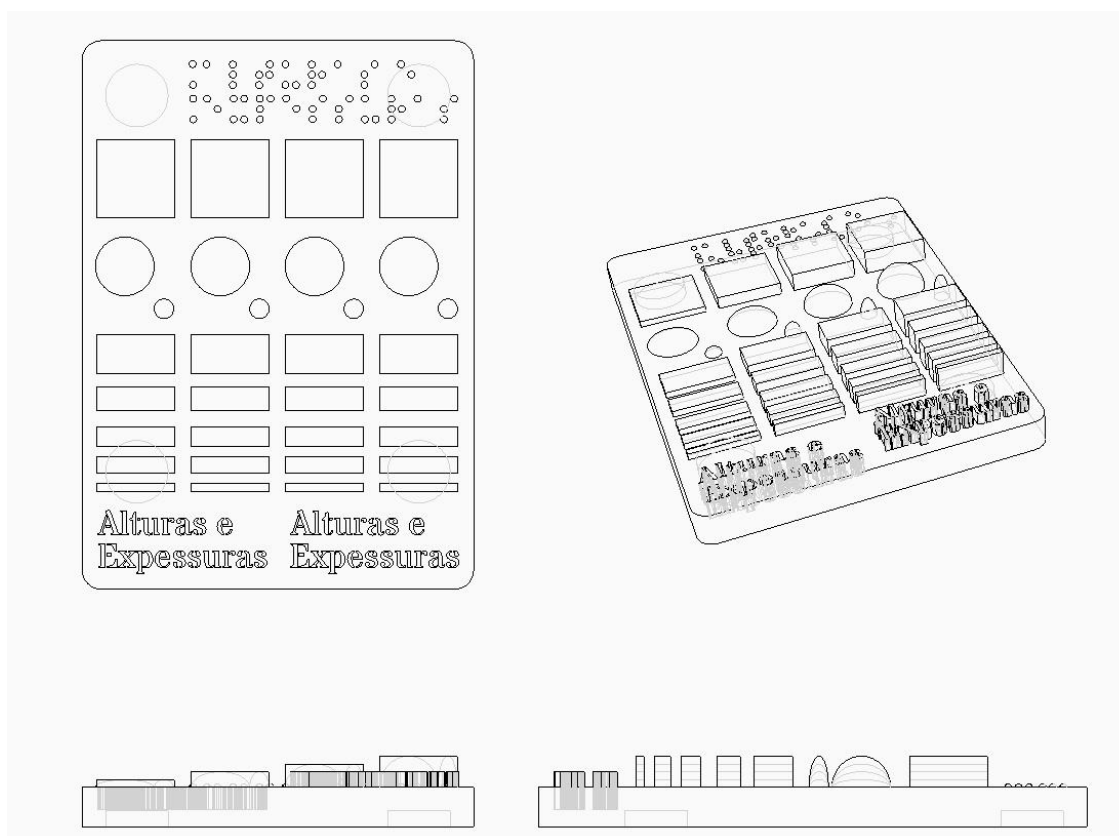
<sup>38</sup> Figura 37 mostra duas imagens do MAUC, são salas longas e de pintura branca na parede ao fundo, também nas paredes são expostas obras de pintura em quadros e enquanto esculturas e cordel estão expostos com um vidro de proteção.

algumas salas. Os elementos que não estarão representados são: aparelhos de ar-condicionado de piso, os quadros, as esculturas e expositores de parede. No mais, as salas do museu tem bastante espaço de locomoção, porém não contém piso tátil, diferente dos museus do Centro Cultural do Dragão do Mar. Com essas observações, foi possível dar início a etapa de experimentações.

#### 4.1. Desenvolvimento

O primeiro objetivo do protótipo é entender as deformações das formas do modelo devido à decomposição em camadas do material, criando uma textura listrada. Sendo assim as formas escolhidas para o teste foram a frase “Alturas e Espessuras” em baixo-relevo, alto-relevo e a versão braille da frase. Além de formas geométricas como cubos, cúpulas e paralelepípedos em quatro alturas diferentes.

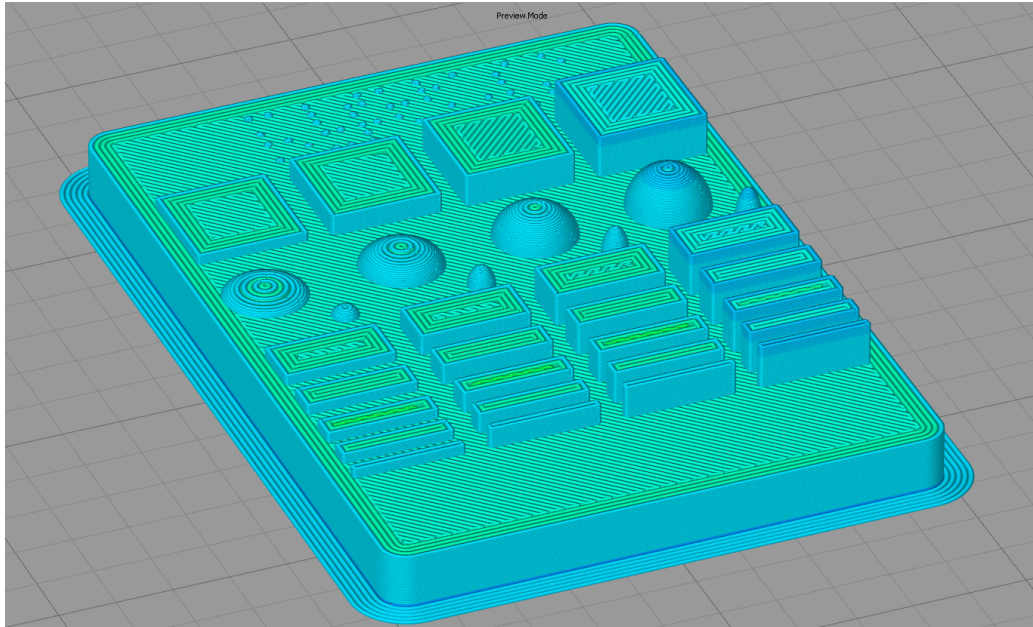
Figura 38 — Representação das 3 dimensões do protótipo nº 01 .<sup>39</sup>



Fonte: Autor.

<sup>39</sup> Figura 38 mostra um desenho em linhas pretas sobre fundo branco, representando cada uma dos três eixos X, Y e Z, além de um imagem em perspectiva compondo assim quatro imagens.

Figura 39 — Representação em perspectiva do protótipo nº 01 no *software* de fatiamento de impressão 3D.<sup>40</sup>



Fonte: Autor.

No *software* fatiador indicado pela fabricante da impressora 3D, o *Simplify3D*, foram identificados problemas estruturais na área da frase em alto-relevo, isso devido à pequena área da base das letras da frase comparado à sua alturas, acarretando em uma estrutura fragilizada e assim foi tomada a decisão de remoção dessa parte.

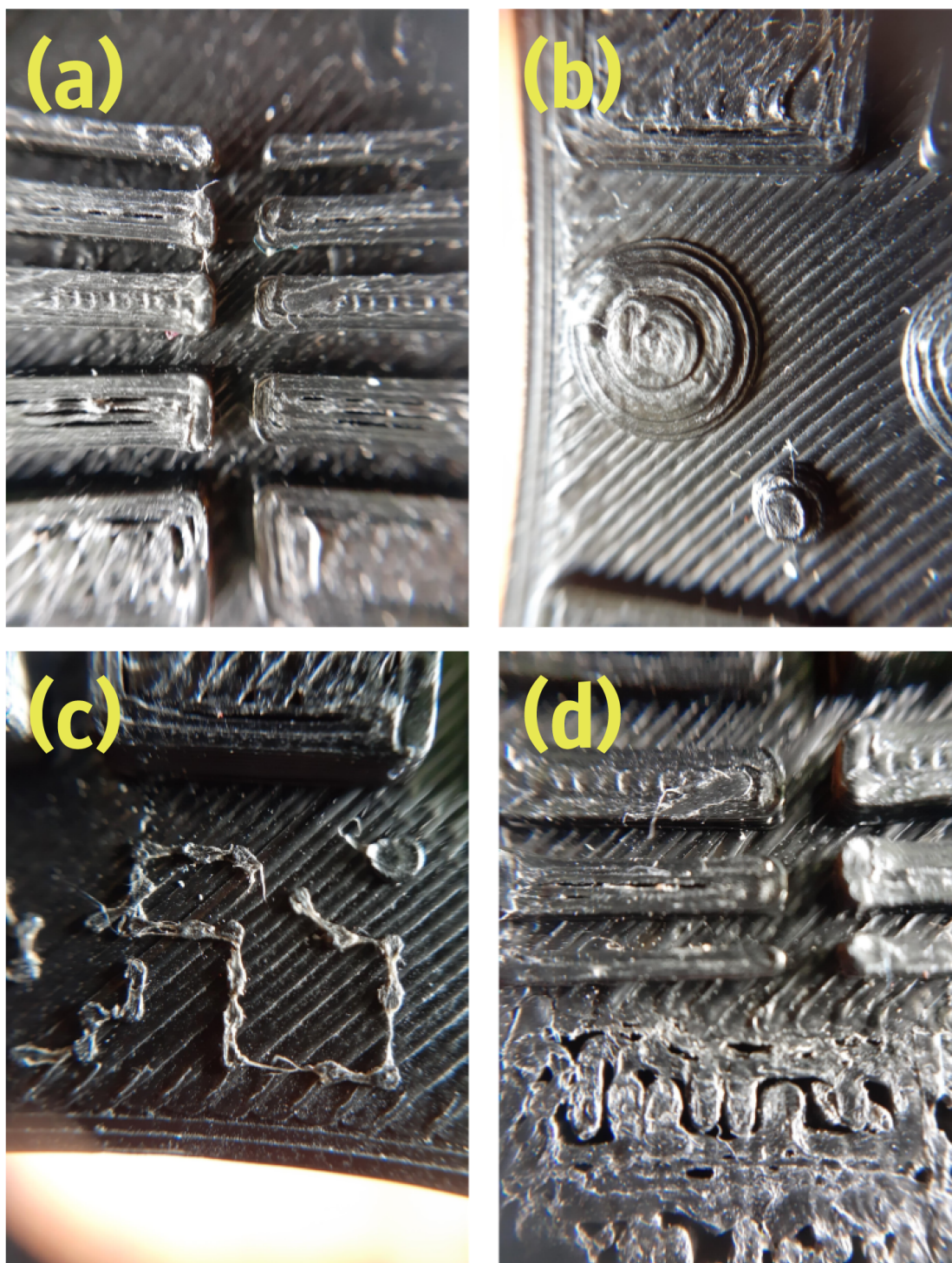
Os testes em impressão 3D foram realizados no DAUD, no atelier digital, durante o período de afrouxamento da quarentena, contando com seis máquinas do modelo *CORE H5* da empresa brasileira *GTMAX3D*. As impressoras possuem as dimensões 300 mm de comprimento, 300 mm de profundidade e 500 mm de altura, isso corresponde a um volume de 45 litros. A capacidade da mesa de impressão é interessante para o projeto do mapa tátil do MAUC, pois a produção do mapa pode ser feita em uma peça maior de até 30 cm em dimensões do que peças menores coladas umas às outras.

---

<sup>40</sup> Figura 39 mostra uma representação virtual da impressão 3D, nela contém cores mostrando a velocidade do bico na hora da impressão.



Figura 40 — Fotos tiradas da peça do protótipo nº 01 com uma lente macro.<sup>41</sup>



Fonte: Autor.

<sup>41</sup> Figura 40 mostra em quatro partes detalhes da peça de impressão de cor preta, as fotos foram tiradas com a lente macro que possibilita um zoom para melhor visualização de detalhes, entres ele os detalhes: de arredondamento das bordas, geração de linhas no braille e deformações no baixo-relevo.

A peça do protótipo tem dimensões de 50 mm x 70 mm x 9 mm, considerando o tamanho, o que é classificado como uma peça pequena, porém o tempo de impressão 3D durou uma hora e trinta minutos. Como pode ser visto na figura 40, o protótipo 01 apresentou os seguintes resultados pós-impressão:

- A. Ocorreu um arredondamento das extremidades retas dos cubos. Devido a forma circular do bico de impressão, o material é depositado em cilindro gerando assim essa dificuldade;
- B. As cúpulas tiveram uma leve deformação, isso acontece devido a baixa altura da forma contrastado ao tamanho da camada de impressão;
- C. Na parte do braille, houve a mesma deformação das cúpulas, porém o agravante de criarem linhas (*stringing*) de uma célula de braille para outra na hora da passagem do bico de impressão, um fenômeno chamado refração, quando um movimento do motor de extrusão puxa o filamento para não sobrar material durante o deslocamento do bico de impressão enquanto não está imprimindo (FILAMENT2PRINT, 2018).
- D. A frase "Altura e Espessuras" em baixo-relevo ocorreu uma expansão de material para as laterais deformando assim aquele interior vazio, isso pode acontecer devido a tolerância dimensional do material ABS até a temperatura no momento do resfriamento (3DLAB, 2019).

O protótipo corresponde a uma escala menor ao mapa tátil final, mas serviu para reconhecimento de deformações. As partes mais preocupantes foram o braille e o baixo-relevo. Uma solução para o baixo-relevo seria aumentar a espessura da letra e tamanho, isso resultaria em menos deformação na peça. Quanto ao braille, pode ser usada acetona como aplicação na superfície do ABS. Segundo GARNER (2013) polímeros são altamente solúveis em solventes orgânicos como a acetona, assim a aplicação gera um leve alisamento da superfície da peça. Essa deformação pode agravar dependendo da quantidade de solvente aplicado e da frequência de movimento do pincel com acetona aplicado. A acetona utilizada nesse procedimento do protótipo é uma versão concentrada comparada à acetona

comum de mercado, por isso seguiu-se os procedimentos de utilização de equipamento de proteção individual (EPI) de máscara de proteção com filtro e a aplicação do solvente em local aberto, devido a acetona evaporar muito rápido e também o gás liberado pelo acetona ser tóxico aos pulmões.

Figura 41 — Fotos tiradas da peça do protótipo nº 01.<sup>42</sup>



Fonte: Autor

Conforme a figura 41 a acetona causa leves deformações nas camadas superiores do plástico ABS, esse alisamento suaviza as linhas de impressão e também remove os excessos de material depositado pelo *stringing* conforme vista na figura 40 (c). Entretanto, a aplicação mostrou que o alto-relevo da frase em braille estava desuniforme e assimétrico. Alguns pontos da cela ficaram achatados e largos, enquanto em outra letra manteve-se o mesmo tamanho de diâmetro e distância entre pontos. Essa inconsistência pode ocorrer desde calibragem da máquina, passando por excesso de solvente aplicado a um problema relacionado a escala do diâmetro da circunferência do ponto do braille, sendo de 0,89 mm, muito pequeno comparado ao extrusor.

---

<sup>42</sup> Figura 41 mostra em detalhe o acabamento de alisamento da peça impressão, removendo imperfeições da mesma.

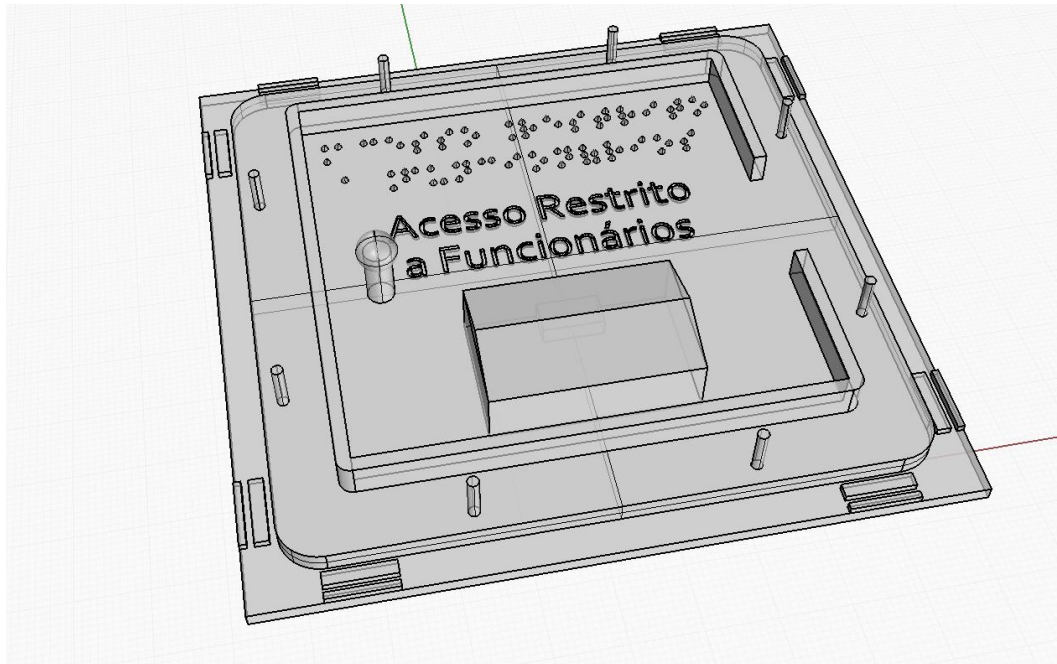


#### 4.1.1 Protótipo de Ambientação

Os resultados gerais obtidos do primeiro protótipo foram satisfatórios, porém ainda insuficientes em alguns quesitos. Foi planejado mais um protótipo, esse aumentando a complexidade das formas e com mais semelhança com o mapa tátil. Os elementos escolhidos eram pretendidos na versão final e assim são testados e validados. Conforme vista na figura 42 os elementos nesse protótipo nº 2 foram:

- Forma de edificação com telhado;
- Formas de texto com baixo-relevo e texto em braille;
- Elementos de calçada, poste, muro e faixa de pedestre
- Uma representação de árvore.

Figura 42 — Representação digital do protótipo nº 02.<sup>43</sup>



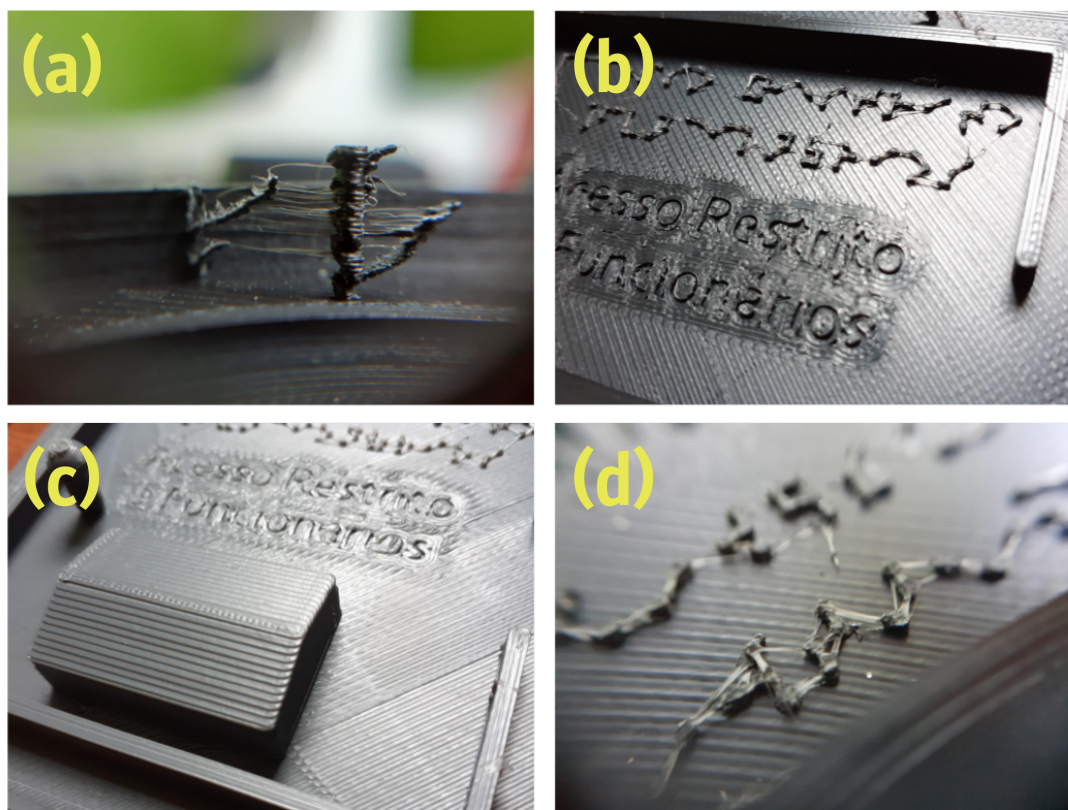
Fonte: Autor.

Com aproximadamente três horas de impressão em alta qualidade, o protótipo tem dimensões de 10 cm de comprimento por 10 cm de largura, enquanto

<sup>43</sup> Figura 42 mostra uma representação virtual do protótipo nº 2 em perspectiva de cor cinza, num fundo branco.

a altura é de 1,7 cm e a altura de camada é de 0,12 mm. O material escolhido foi o mesmo do primeiro protótipo, sendo o ABS de cor preta. A impressão apresentou precisão e resultados esperados comparado ao modelo 3D, porém conforme pode ser visto na figura 43 alguns detalhes chamaram a atenção:

Figura 43 — Fotos tiradas da peça do protótipo nº 02.<sup>44</sup>



Fonte: Autor.

Um dos elementos mais presentes nas calçadas são os postes, eles podem ser responsáveis por alguns acidentes durante o trajeto de uma pessoa cega, representar esse elemento dentro de um mapa tátil é importante para sinalizar e informar o usuário da existência de obstáculos no caminho. Porém utilizando como base um poste nas proximidade do museu com diâmetro de 42 cm, considerando a escala do mapa tátil ser de 1:197 ( 1 cm do mapa tátil equivale a 197 cm em escala real) nessa escala, o poste deve ter cerca de 2,13 mm de diâmetro. Os postes do protótipo nº 2 foram feitos com um diâmetro menor, com valores de 2 mm, por conta

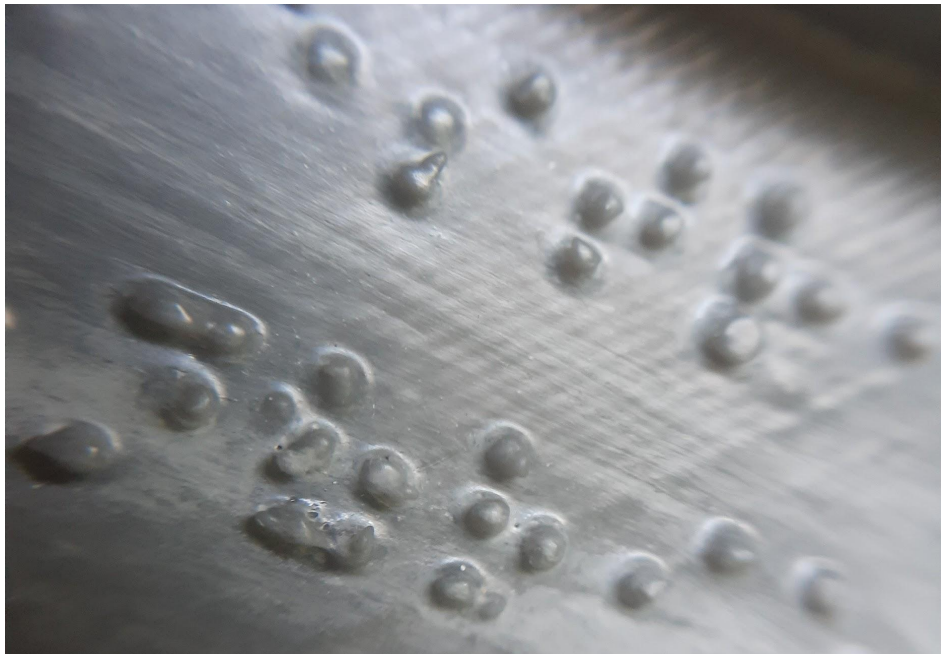
<sup>44</sup> Figura 43 mostra em quatro partes detalhes da peça de impressão de cor cinza, as fotos foram tiradas com a lente macro e lente comum. Entre eles os detalhes: de arredondamento das bordas, geração de linhas no braille e deformações no baixo-relevo.

do fato de serem cilindros de base pequena a estrutura é comprometida (figura 43 a), tornando-os frágeis ao toque, resultando em quebra. A representação do poste foi excluída do projeto devido à fragilidade, além de não conterem informações da localização na planta baixa da prefeitura de Fortaleza.

Na figura 43 (b), as letras em baixo-relevo foram uma tentativa de representação que não competisse com o braille, entretanto mesmo sendo um impressão de alta qualidade algumas partes apresentam deformação lateral, razão pela qual também foram excluídas posteriormente no projeto.

Foram satisfatórios os resultados da edificação, paredes e faixas de pedestre. Muito disso se dá pelo fato das formas serem simplificadas. Apesar da representação do telhado inclinado ajudar no reconhecimento como marco visual (figura 43 c), ele foi descontinuado por dois motivos: não teria informação na planta baixa sobre a orientação de queda do telhado e também o telhado liso pode ser usado como área de texto de braille.

Figura 44 — Detalhe da foto tirada da peça do protótipo nº 02 com uma lente macro.<sup>45</sup>



Fonte: Autor.

---

<sup>45</sup> Figura 44 mostra em detalhe a área do braille da peça do protótipo nº2 de cor cinza após da aplicação de acetona, suavizando a superfície mas com deformação em alguns pontos do braille.

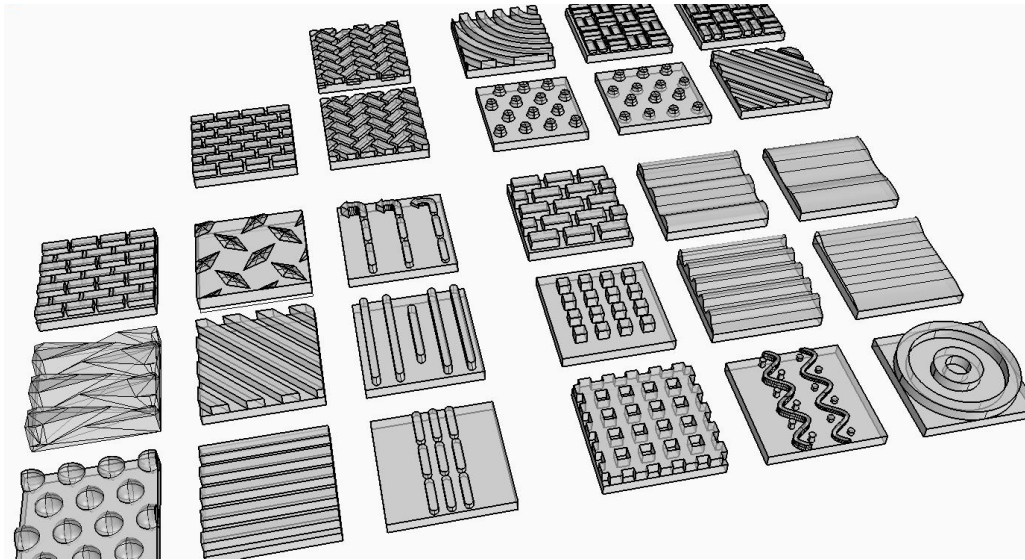
Outro problema é o stringing já relatado no protótipo nº 1, resultando em deformação em linha na direção do bico de impressão e para o lado como pode ser vista na figura 43 (a), o que difere bastante da forma de cilindro. O mesmo ocorre na figura 43 (d), onde o excesso de material depositado causa uma assimetria dos pontos. Isso fica mais evidente após a aplicação do solvente acetona na peça, conforme pode ser vista na figura 44. Esse problema pode ocorrer por um dois motivos: o tamanho do ponto do braille ainda está pequeno demais para amenizar as deformações, atualmente 1 mm de espessura, ou a aplicação de acetona foi excessivo em algumas área e isso pode ter deformado alguns pontos, assim atrapalando a unidade do braille comprometendo a leitura. Ainda na figura é possível ver formação de bolhas, possivelmente da química do solvente em contato com copolímero do ABS, mesmo com a aplicação da acetona é possível ver excesso de material gerando pontes entre pontos, mostrando que acetona auxilia, mas não resolve como o todo o problema do *stringing* na peça.

#### **4.1.2 Textura**

Paralelamente também foram impressos testes de superfícies. Texturas são recursos comumente utilizados em mapas táteis para diferenciar áreas distintas, entretanto este recurso quando utilizado em quantidade pode atrapalhar a leitura do usuário. Para esse teste foram produzidos ao todo vinte e sete opções de superfícies (figura 45), sendo eles divididos em duas categorias:

1. Texturas baseadas em formas simples, sendo formas de linhas em altura diferente, setas, além de repetições de forma geométricas como: esferas, quadrados e ondulações.
2. Texturas baseadas em formas já conhecidas do ambiente urbano, como: direcionais e setas do piso tátil, ondulações de inclinação, piso hexagonal em xadrez (comumente encontrado em pisos de chapas de alumínio) e pavimento de tijolos sequencial e paralelo.

Figura 45 — Representação digital de todas as opções de textura.<sup>46</sup>



Fonte: Autor.

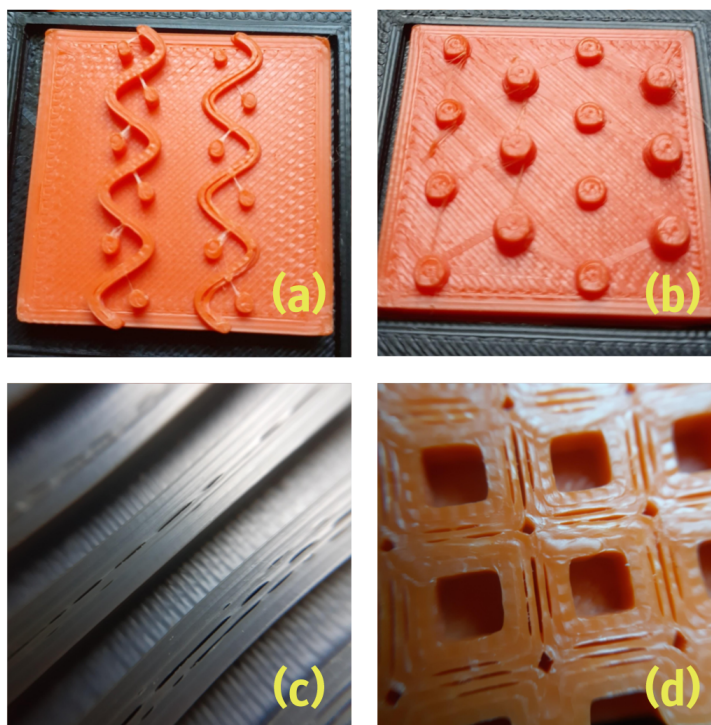
Para as impressões 3D das vinte e sete superfícies foram divididas em três partes, cada uma com nove texturas levando aproximadamente uma hora e vinte minutos de impressão cada parte. Cada textura foi disposta em uma base de 2 cm por 2 cm e altura de 6 mm. Apesar de serem pequenas, as peças representam apenas uma parte do padrão repetitivo e são suficientes para um teste de toque de superfície.

Quatro texturas apresentaram stringing, onde a maioria são linhas leves cuja remoção com solvente resolve o problema. Entretanto, na figura 46 (a), esse padrão apresentou *stringing* suficiente para gerar uma deformação maior, podendo ou não ser removida com solvente. Já na figura 46 (b) é possível ver na base da textura um depósito de material oriundo do *stringing*, causando uma leve ondulação na base plana.

<sup>46</sup> Figura 45 mostra uma representação virtual de 27 superfícies. Neste retrato as peças texturizadas estão dispostas em fileiras e as cores predominantes são cinza, nos objetos, e branco, no fundo.



Figura 46 — Detalhe da foto tirada da peça do protótipo nº 03 com uma lente macro.<sup>47</sup>



Fonte: Autor.

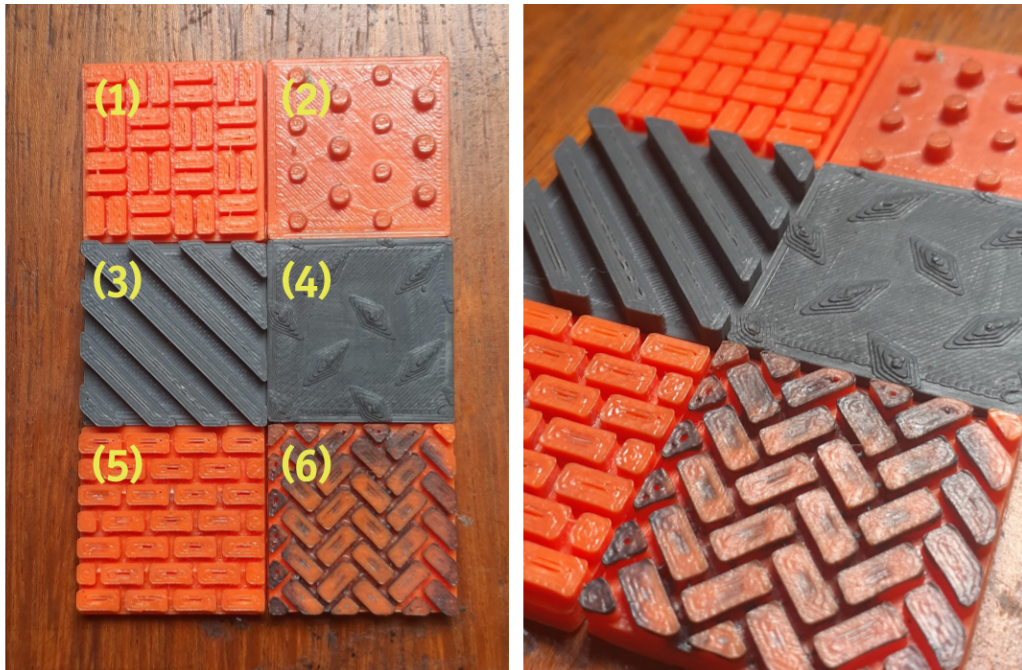
Na figura 46 (c), nas formas finas e alongadas em alto-relevo apresentaram falhas na última camada de depósito de material, especificamente no centro da forma, fazendo furos achatados. O mesmo aconteceu na figura 46 (d), onde as formas alongadas são perpendiculares. O encontro das formas resultou em furos mais circulares que os anteriores. O uso da acetona na peça foi eficiente, devido ao fato de as pinceladas com o produto nivelando e melhorando as falhas.

No mais, as superfícies testadas apresentaram um resultado satisfatório durante o experimento. Entretanto, apenas existiam duas demandas de superfícies para o projeto: uma superfície de calçada para sinalizar movimentação além de obstáculos como travessias de outras pessoas à faixas de pedestres e uma de área verde para sinalizar possíveis obstáculos como chão irregular e árvores. O primeiro dos critérios de escolha foram: texturas suaves ao toque, padronização em larga escala e similaridade mínima com os locais designados.

---

<sup>47</sup> Figura 46 mostra quatro fotografias dos detalhes das peças de teste de impressão de texturas.

Figura 47 — Fotos dos testes de superfície.<sup>48</sup>



Fonte: Autor.

Das vinte e sete opções iniciais sobraram apenas seis superfícies (Figura 47), dessas apenas uma de cada será usada no produto final. Cada uma das seis superfícies foram avaliadas na Tabela 5. Em seguida foram aplicados os seguintes critérios de avaliação para a escolha:

- Reconhecimento do usuário como textura, diferenciando a superfície lisa;
- Suavização ao toque corresponde à superfície que não causa resistência ao passar o dedo;
- Similaridade visual ( quanto se assemelha ao objeto em questão a ser representado);
- Padronização visual corresponde a mancha gráfica o padrão produzir em uma grande área;
- Menor possibilidade de deformação: condiz à escolha de forma baseado nas experimentações anteriores e
- Adição de menos material.

<sup>48</sup> Figura 47 mostra as seis texturas escolhidas para avaliação. Elas estão dispostas sobre uma mesa de madeira e enfileiradas em duas colunas, cada uma com três peças. As cores das texturas são as mesmas das peças, sendo duas cinzas e quatro laranjas.

Tabela 5 — Tabela de critérios de escolha de superfícies.

<b>CRITÉRIO DE ESCOLHAS DE SUPERFÍCIES</b>						
<b>Nº de Textura</b>	<b>nº 01</b>	<b>nº 02</b>	<b>nº 03</b>	<b>nº 04</b>	<b>nº 05</b>	<b>nº 06</b>
<b>Descrição</b>	Padrão de tijolos, composto em formação de pares	Padrão de cone truncado em formação em linha e alturas diferentes	Padrão de listras de alturas diferentes	Padrão de pirâmides de bases losangulares	Padrão de tijolos, composto em formação em linhas	Padrão de tijolos, composto em formação diagonal
<b>Função</b>	Calçada	Área Verde	Área Verde	Área Verde	Calçada	Calçada
<b>Reconhecimento como textura</b>	4	5	5	4	4	5
<b>Suavização ao toque</b>	5	4	4	5	5	5
<b>Similaridade visual</b>	5	5	3	5	5	5
<b>Padronização visual</b>	5	4	3	4	4	5
<b>Menor possibilidade de deformação</b>	3	5	5	3	3	3
<b>Adição de menos material</b>	3	4	3	5	3	3
<b>Média Total</b>	4,17	<b>4,50</b>	3,83	4,33	4,00	<b>4,33</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como pode ser visto na tabela 5, os padrões foram numerados de 1 a 6, conforme visto anteriormente na figura 47, junto das descrições e notas com base nos critérios selecionados. As notas variam de 1 a 5, onde 1 é uma avaliação insatisfatória e 5 é satisfatória. A maior média de cada função foram selecionadas sendo:

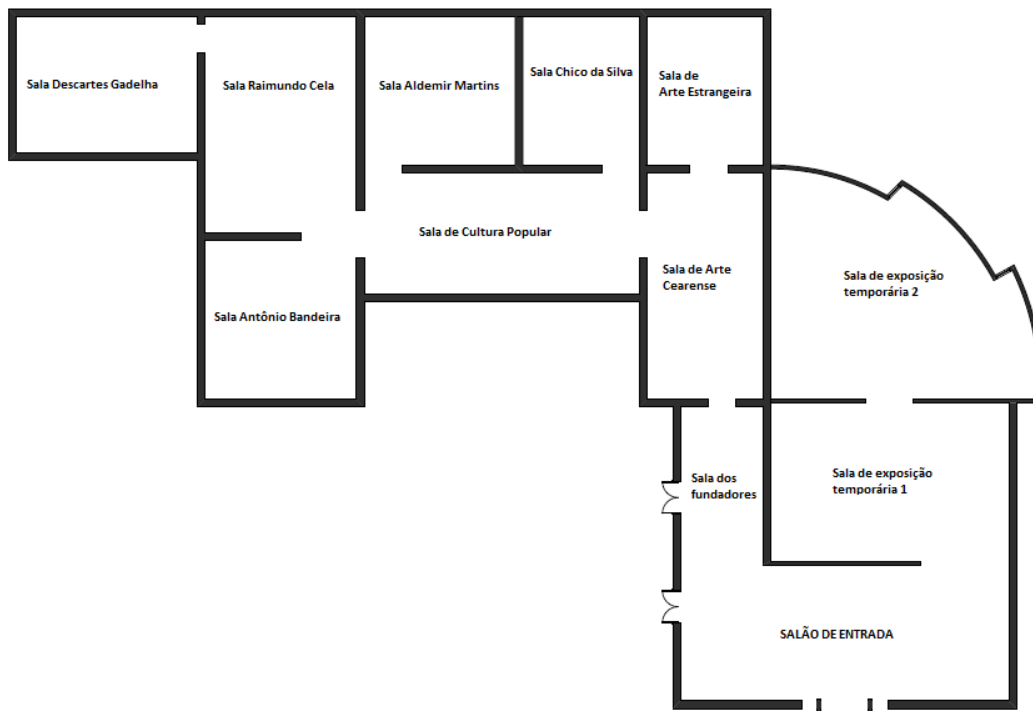
- Para a função de área verde a textura nº 2: padrão de cone truncado em formação em linha e alturas diferentes.

- Para a função de calçada a textura nº 6: padrão de paralelipedos em tijolos, composto em formação diagonal alternada.

#### 4.1.3 Planejamento

Paralelamente às experimentação, foi iniciado o planejamento do mapa tátil. Após entrar em contato com o MAUC, o museu disponibilizou o arquivo da figura 48, a imagem enviada estava em arquivo png, em um *software* de vetorização a imagem foi transformada em linhas. Porém, a área mostrada é apenas das salas de exibição, nomes das salas e algumas portas, faltando informações de tamanho, escala, banheiros e área administrativa.

Figura 48 — Imagem da planta baixa do MAUC.<sup>49</sup>



Fonte: MAUC (2021).

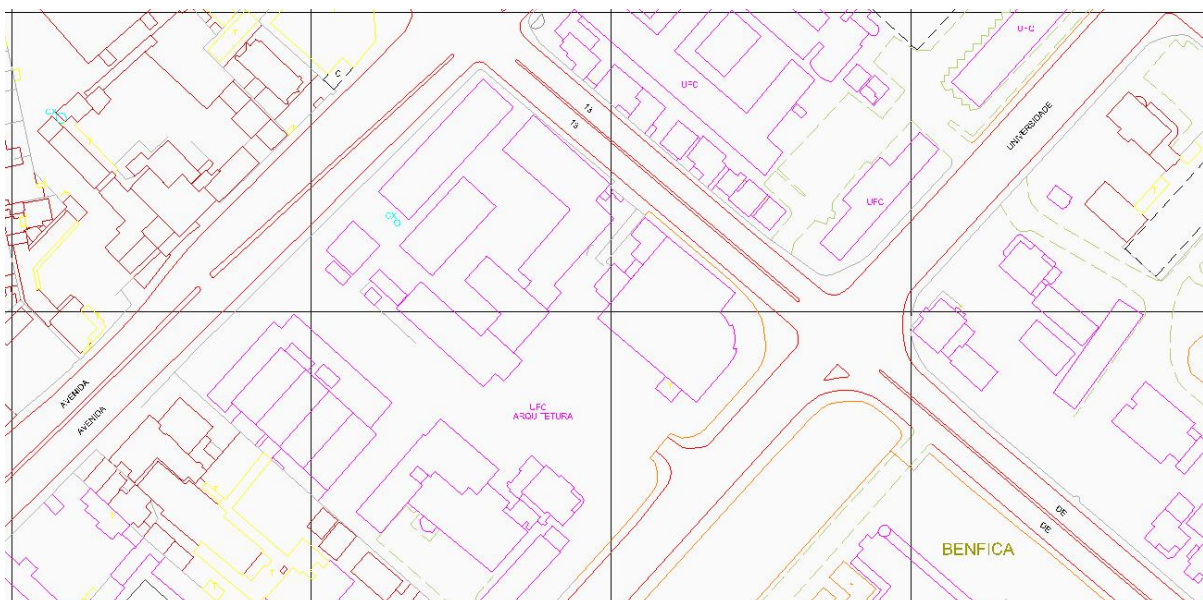
Para suprir a escassez de dados, foram utilizados arquivos dwg (arquivos vetorizados comumente usados na construção civil) da prefeitura de Fortaleza, onde é comum a disponibilização de dados em arquivo chamados carta digital planimétrica, segundo o IBGE (1999):

<sup>49</sup> Figura 48 mostra a planta baixa simplificada do MAUC, que consiste numa representação bidimensional em linhas pretas das paredes, entradas, portas e os nomes das salas.

Carta é a representação no plano, em escala média ou grande, dos aspectos artificiais e naturais de uma área tomada de uma superfície planetária, subdividida em folhas delimitadas por linhas convencionais - paralelos e meridianos - com a finalidade de possibilitar a avaliação de pormenores, com grau de precisão compatível com a escala. (IBGE, 1999, p19).

Essa representação de planos é disponibilizada no acervo digital da prefeitura. O museu, junto com o campus da universidade, é situado no bairro do Benfica, o arquivo da folha da carta do bairro é o 34-26.dwg (na carta planimétrica, onde a cidade de Fortaleza é dividida em 44 folhas verticais e por 52 folhas horizontais). Conforme pode ser visto na figura 49, a carta apresenta informação de sistema viário e edificações.

Figura 49 — Representação digital da carta planimétrica do bairro de Benfica.<sup>50</sup>



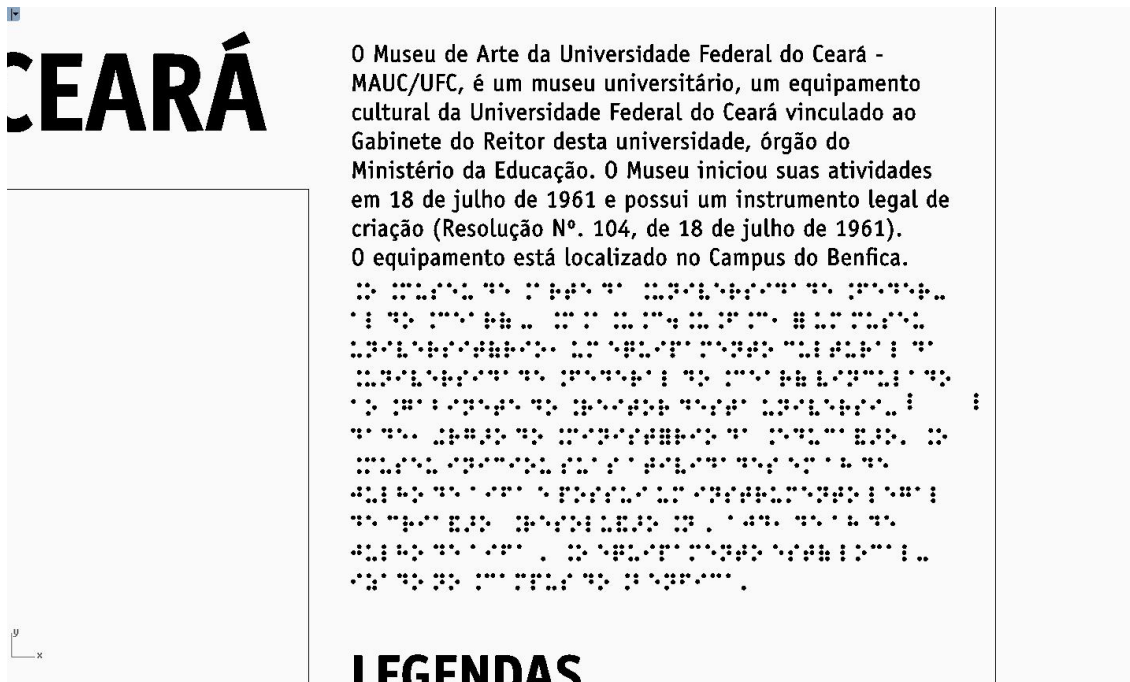
Fonte: PREFEITURA DE FORTALEZA (2010)

Com essas informações adicionais foi possível expandir o projeto, aumentando o escopo e possibilitando a representação do entorno do museu, gerando um experiência durante e após a visita do usuário. Uma decisão inicial foi colocar o MAUC no centro do mapa tátil, dando destaque visual e físico ao museu.

Existem mais três elementos, além do mapa, que foram importantes durante o projeto, sendo eles: o resumo, a legenda e o título.

<sup>50</sup> Figura 49 mostra uma carta planimétrica de um recorte do bairro Benfica. Essa imagem é formada por linhas coloridas que permitem distinguir elementos como edificações, calçamentos, pavimentos urbanos e muros, que ficam ao redor do Museu de Arte da UFC.



Figura 50 — Representação digital do resumo.<sup>51</sup>

Fonte: Autor

O resumo é uma breve descrição sobre o MAUC, o texto foi retirado do site do museu:

O Museu de Arte da Universidade Federal do Ceará – MAUC/UFC, é um museu universitário vinculado ao Gabinete do Reitor desta universidade, órgão do Ministério da Educação (MEC). O Museu iniciou suas atividades em 18 de julho de 1961 e possui um instrumento legal de criação (Resolução Nº. 104, de 18 de julho de 1961). (MAUC, 2020)

O braille é mais extenso que a respectiva letra em alfabeto romano, isso faz com que, em mesmo tamanho de fonte, a área do braille seja maior, frustrando a ideia de colocar as frase alternadas, restando apenas a opção de colocar o texto em alfabeto romano primeiro seguido do braille, conforme foi visto na figura 50.

Foi destinada uma região à direita do mapa para o resumo e legenda. O tamanho da legenda varia dependendo da quantidade de informação a ser detalhada no mapa tátil. A legenda conta com a configuração de ícone mais uma breve descrição.

<sup>51</sup> Figura 50 mostra o detalhe da representação digital durante o desenvolvimento do layout. Apresenta o texto sobre o museu, já citado neste documento, e sua versão em braille logo abaixo. Assim compõe a parte superior da legenda no layout.

Figura 51 — Representação digital das informações do mapa tátil.<sup>52</sup>

Fonte: Autor

O título superior deve ser extenso, devido a configuração da borda, por isso o nome do museu completo e uso do maior tamanho de fonte no projeto. Como recurso visual foi utilizada cor diferente das demais cores do texto da legenda e resumo, além do uso de negrito. O intuito é chamar a atenção do leitor para o mapa. Entretanto, no braille não é possível alterar o tamanho da cela do braille (ABNT, 2015), por isso a decisão é de colocar o título em braille na borda inferior, sendo a primeira área de contato do usuário com deficiência visual e centralizado. Trocar as ordens do título poderia dificultar a leitura tátil devido a distância e possíveis obstáculos oriundo do mapa tátil.

## 4.2. Manual Descritivo

Com base na estruturação do projeto com a problematização, análise e desenvolvimento chegou-se a um produto final que é apresentado nesta seção. Buscou-se detalhar justificativa e ficha técnica de cada componente do mapa tátil.

<sup>52</sup> Figura 51 mostra uma representação digital bidimensional do layout do mapa tátil. Ao centro, à esquerda está um vão destinado ao volume do mapa tátil, enquanto a legenda está à direita junto ao resumo e legendas dos ícones. No canto superior, está um título "MUSEU DE ARTE DA UNIVERSIDADE DO CEARÁ" e no canto inferior, o mesmo título, mas correspondendo em braille.

#### 4.2.1 Mesa

A disposição do mapa tátil, tem que ser feita em um mobiliário que atenda alguns requisitos importantes. Deve ser de um material resistente: para esse projeto a sugestão são barras de ferro soldadas, por ser fácil execução comparada a outras alternativas como madeiras, vidro, fibra sintética ou injeção de polipropileno. Além disso, comumente o ferro pode ter alguns acabamentos como tinta de fundo para metais e esmalte sintético também para metal.

Figura 52 — Renderização da mesa em barras de ferro.<sup>53</sup>



Fonte: Autor.

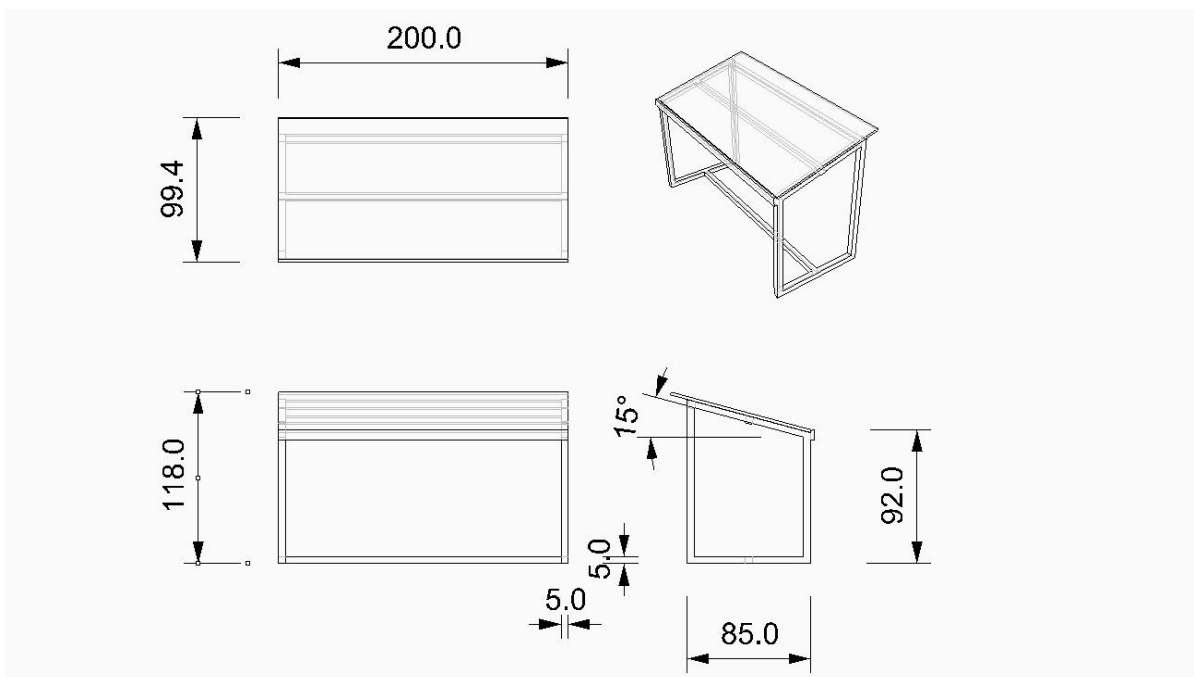
Estruturalmente, as barras de ferro permitem uma abertura ampla na parte inferior sem comprometer a estrutura, essa área é chamada de reentrância na NBR 9050 (ABNT, 2004), exigido de no mínimo de 30 cm de altura e profundidade, no projeto a reentrância tem 190 cm de comprimento por 85 cm de altura e 40 cm de profundidade. A inclinação citada na NBR 9050 de 15° também é respeitada. Outro ponto é a altura recomendada de 90 a 110 cm, porém devido a dimensão do projeto ser grande a segunda altura ultrapassa 8 cm, conforme pode ser visto na figura 52.

---

<sup>53</sup> Figura 52 mostra uma renderização em 3D realista de como seria a estrutura da mesa com barras de ferro e com pintura de acabamento em branco. Possui também um tampo de vidro de 2 m por 1 m para sinalizar onde ficará o mapa tátil.



Figura 53 — Desenho técnico da mesa do mapa tátil, medidas em cm.<sup>54</sup>



Fonte: Autor.

#### Ficha técnica da mesa:

- Material: barras de ferro soldado, especificamente metalon, com 5 cm por 5 cm.
- Acabamento: Pintura base fundo galvanizado para metal e esmalte sintético com base em silicone para metais cor branca.
- Medidas totais: 2 m de comprimento, largura de 85 cm, primeira altura de 92 cm, segunda altura de 118 cm e inclinação de 15°.
- O mapa tátil pode ser ou não fixado a parafusos na mesa, porém conta com uma barra de 2 m na frontal da mesa impedindo do mapa deslocar de lugar e chegar a cair.

<sup>54</sup> Figura 53 mostra o desenho técnico da mesa, que consiste em quatro vistas (frontal, superior, esquerda e perspectiva) do objeto com as dimensões descritas na imagem e texto.

#### **4.2.2 Mapa tátil**

Seguindo com o foco as alternativas selecionadas na análise de similares e seus critérios levantados conforme vistos na Tabela 3 e 4. Adotou-se como base critérios como evitar o exagero de texturas, representação 3D para apresentar profundidade e elevação, utilizar pós-processamento para que a impressão não fique áspera ou muito lisa, além do uso de elementos como seta, linhas e texturas.

Também foi utilizado o critério elaborado pelo autor, como se é um mapa tátil ou maquete tátil, se tem elementos com layout e legenda, se foi produzido por um designer e se como atender todos tipos de deficiência visual. Além de existir variação de cores e contraste entre elas.

O conceito é executar um mapa tátil com localização de dentro do museu e dos arredores da instalação. O tamanho foi escolhido para mostrar no mapa tátil locais importantes como a reitoria da universidade, o centro de humanidades e o shopping, tendo em vista o grande fluxo de pessoas nesses locais. Foram levados em consideração os resultados obtidos no desenvolvimento e as escolhas de texturas.

Os principais materiais utilizados no mapa tátil são majoritariamente acrílico e plástico ABS. Para elaboração do braille e elementos textuais da legenda buscou-se uma aproximação tanto em materiais como em processos que já são utilizados no mercado pelas empresas de sinalizações que realizam projetos táteis.

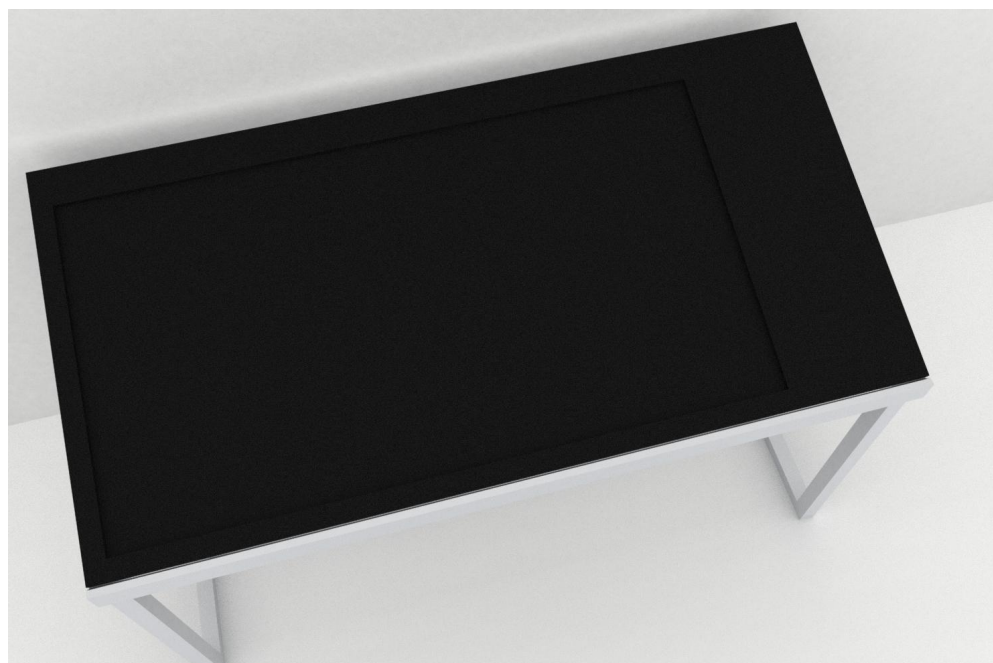
O mapa tátil é a peça em destaque, devido a sua complexidade e quantidades de elementos foi dividido em oito partes, tendo como critério de divisão o tipo de material ou o tipo de acabamento e cor.

#### 4.2.2.1 Base Acrílica

A primeira parte do projeto é a base do mapa tátil, que corresponde à maior volume do projeto, por isso é inviável em questão de tempo e dinheiro ser todo em plástico ABS da impressão 3D, por isso a melhor opção é usar acrílico e corte a laser devido às formas retas e praticidade.

Usando de dimensão a área de uma chapa de acrílico, sendo 2 m por 1 m, variando a altura. Para esse projeto, a altura do mapa é 2 cm, sendo quatro chapas de 5 mm: uma chapa completa e três chapas cortadas a laser, todas sobrepostas e fixadas uma à outra. As três chapas de 5 mm pode ser substituída por chama de altura maior como uma

Figura 54<sup>o</sup> — Renderização da mesa junto à base em acrílico.<sup>55</sup>



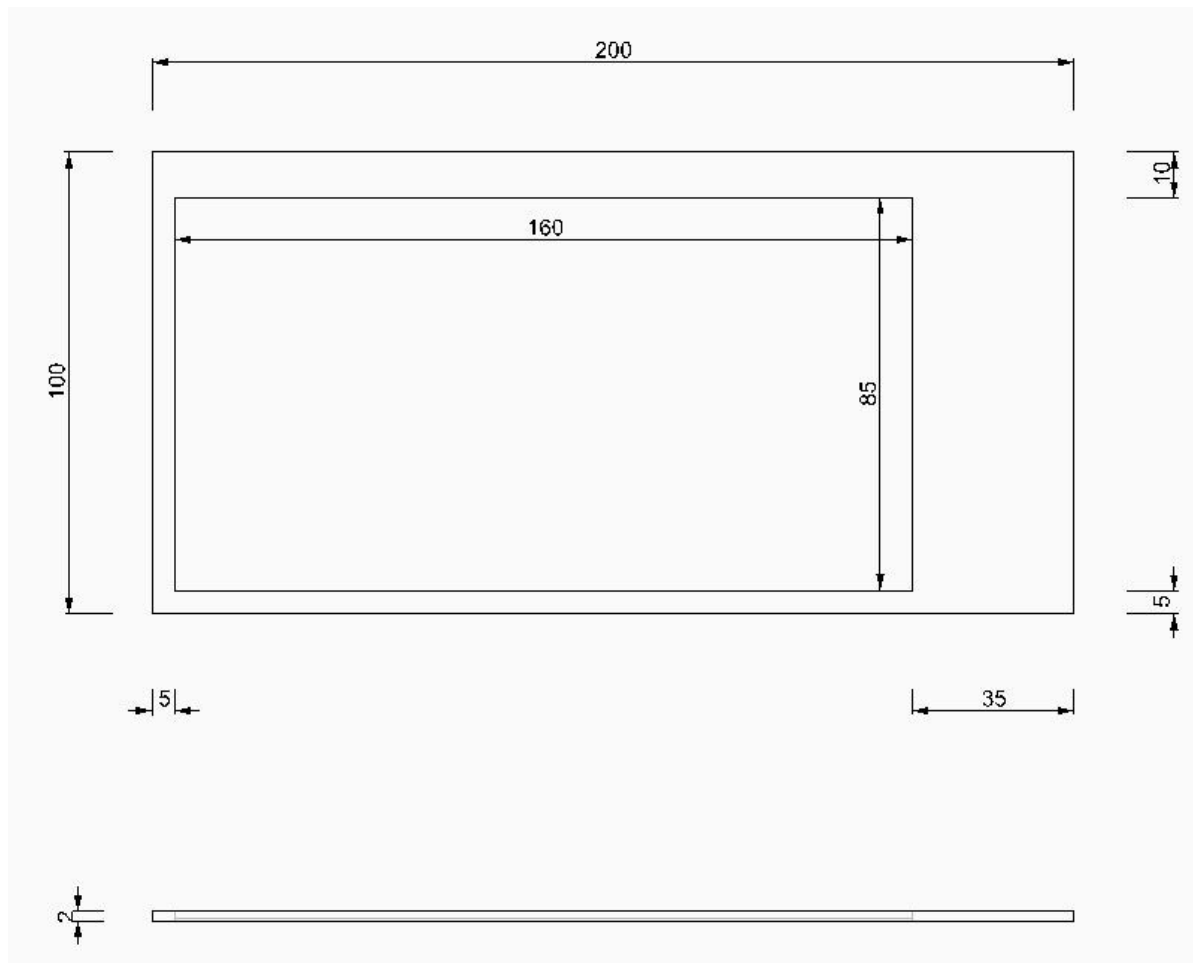
Fonte: Autor.

Conforme visto nas análises de similares, as três melhores opções apresentam a configuração de layout de mapa tátil junto da legenda, a legenda é um elemento muito importante de complementação de informação. Neste projeto foram dedicados cerca de 68% da área para o mapa tátil e o restante destinado a legenda.

---

<sup>55</sup> Figura 54 mostra a renderização digital da mesa de barras de ferro junto com a base de acrílico preto. Ao centro é possível ver uma área destinada ao mapa tátil.

Figura 55 — Desenho técnico da base em acrílico do mapa tátil, medidas em cm.<sup>56</sup>



Fonte: Autor.

#### Ficha técnica da base:

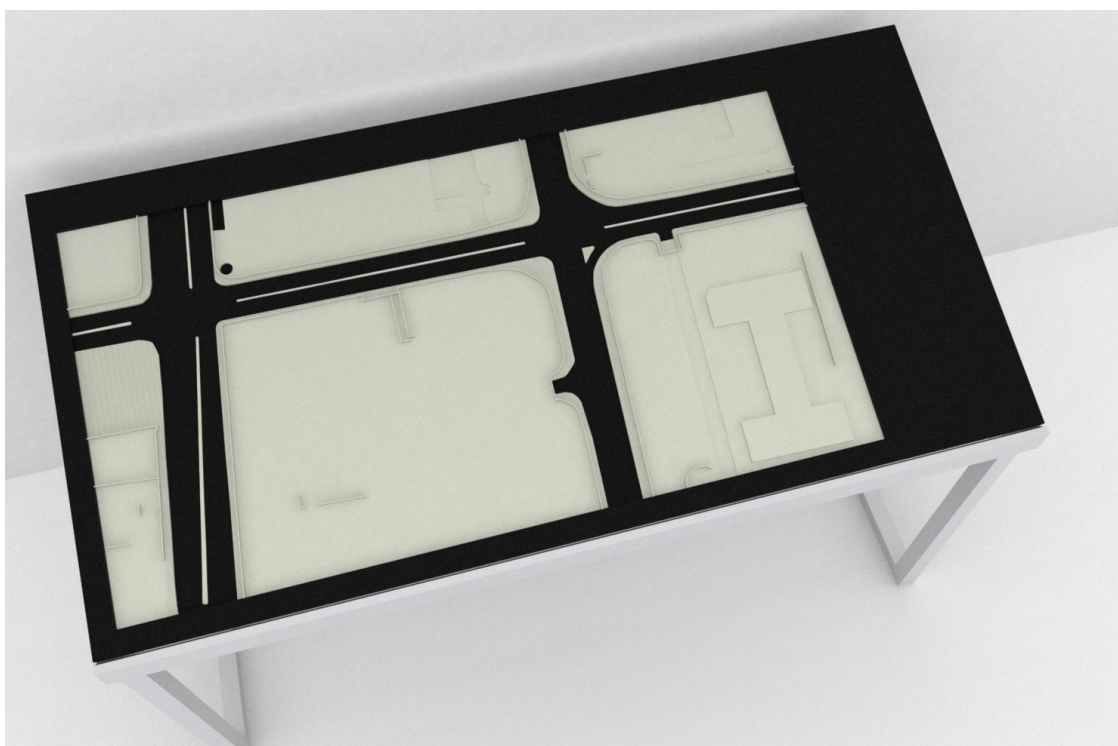
- Material: Acrílico opaco da cor preta cortado a laser, podendo ser fosco ou brilhante.
- Acabamento: não necessário.
- Medidas totais: 2 m de comprimento, largura de 1 m e 2 cm de altura. A área do mapa tátil tem 1,60 m de comprimento, largura de 0,85 m e profundidade de 1,5 cm.
- Conforme dito na mesa, a fixação à mesa é opcional.

<sup>56</sup> A figura 55 mostra o desenho técnico da base em acrílico em duas vistas: a superior e a frontal. As medidas foram citadas na ficha técnica.

#### 4.2.2.2. Calçada

A segunda parte do mapa tátil é a área de pavimento, que durante o desenvolvimento do projeto tinha o codinome de calçada, porém engloba mais que a calçada, junto de paredes, meio fio e poços (ventilação da estação subterrânea do Benfica do metrô de Fortaleza). Como corresponde a um volume menor comparada a base e as formas não são retas além de ter volume. A escolha então de material é ABS premium na impressão 3D. Mesmo sabendo da limitação do berço de impressão de 30 cm de comprimento, 30 cm de profundidade e 50 cm de altura, algumas peças contém até 75,6 cm de comprimento. Uma forma de contornar seria imprimir em partes menores e depois colar com acetona ou outro tipo de cola.

Figura 56 — Renderização da mesa com a adição da calçada.<sup>57</sup>



Fonte: Autor.

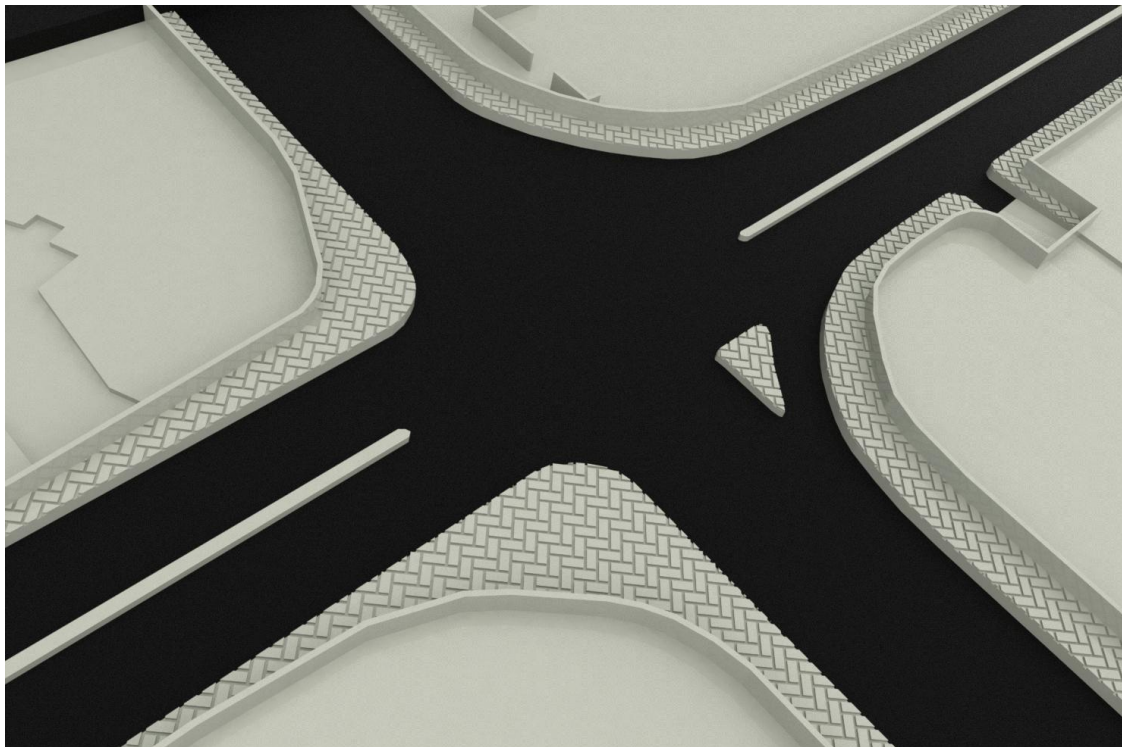
Vale lembrar que as formas das quadras foram criadas a partir dos arquivos 2D em formato dwg da carta digital planimétrica de 2010, disponibilizada no

---

<sup>57</sup> Figura 56 mostra a renderização digital do mapa tátil com a adição do calçamento, muros e estacionamento. Estão todos representados na cor cinza claro, contrastando com o fundo do mapa tátil que é preto.

site da prefeitura de Fortaleza. Algumas informações são incompletas, por isso o mapa pode estar impreciso, necessitando de novas visitas ao local para validações.

Figura 57 — Detalhe da renderização digital mostrando a calçada e sua textura.<sup>58</sup>



Fonte: Autor.

#### Ficha técnica da calçada:

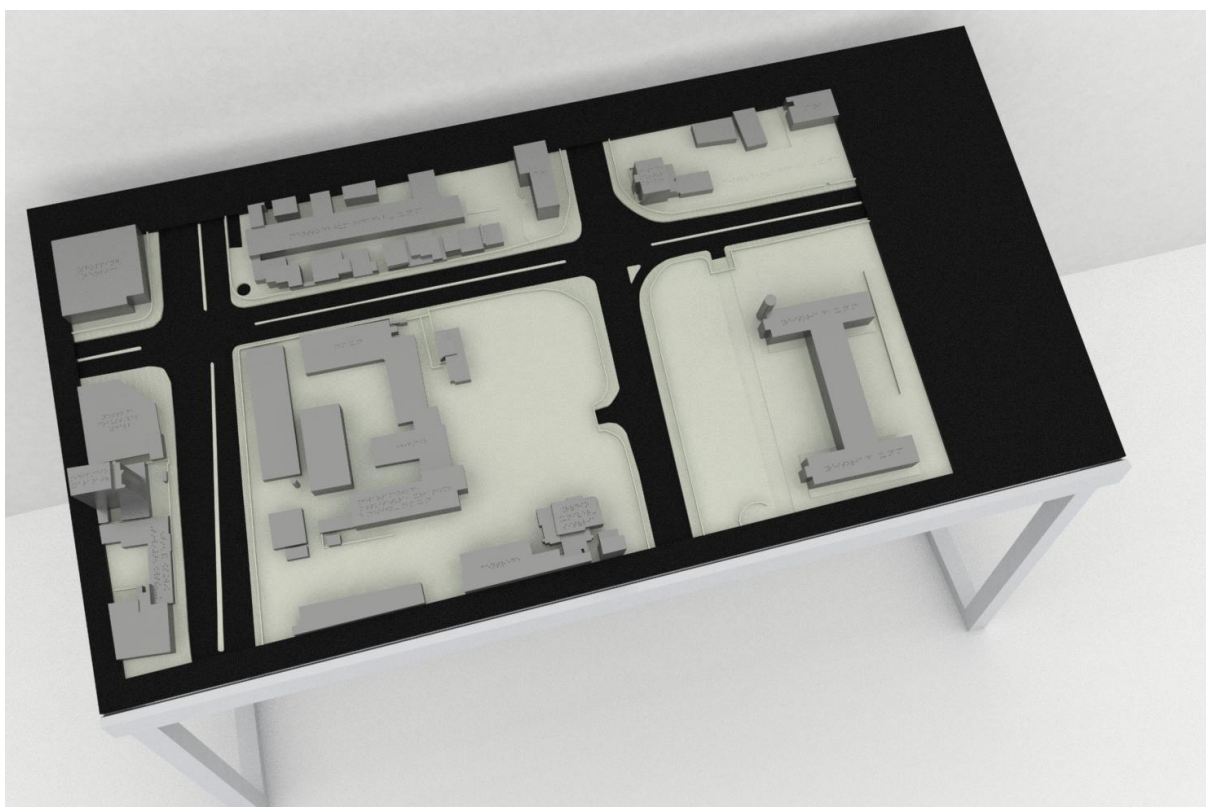
- Material: ABS premium
- Acabamento: devido a extensão moderada da peça é recomendado usar a acetona apenas em problemas de stringing. Além do *primer* em spray e tinta acrílica da cor cinza claro ou bege, podendo ser fosco ou brilhante.
- Medidas totais: a parte da calçada ocupa grande parte da área destinada ao mapa tátil (160 cm por 85 cm), algumas alturas variam de 2,5 mm a 15 mm.
- Fixado sobreposto à base de acrílico com cola de contato ou adesivo folha dupla face fina 0,15 mm.

<sup>58</sup> A figura 57 mostra em renderização o detalhe do cruzamento da Avenida 13 de maio e Avenida da Universidade. Neste é possível visualizar a textura, escolhida no desenvolvimento do mapa, que simula os tijolos presentes na calçada.

#### 4.2.2.3. Edificações

A terceira parte do mapa tátil é a área de prédio, essa é a área com a maior variação de altura, variando de 2 cm a 14,7 cm. Na carta digital planimétrica de 2010 não tem as informações, por isso as alturas foram baseadas a olho na visualização 3D do google maps. A escolha de material se assemelha a da área de calçada, sendo o plástico ABS e utilizando a impressão 3D, devido às formas serem irregulares.

Figura 58 — Renderização da mesa com a adição dos prédios.<sup>59</sup>



Fonte: Autor.

A representação dos prédios é importante para a situação do usuário no mapa, porém a fidelidade da altura dos prédios é um recurso de importância visual. Por isso para melhorar a identificação dos prédios foram adicionados braille no teto de alguns deles, porém nas experimentações, durante o desenvolvimento, o braille na impressão 3D pode deformar os pontos, porém essa alternativa não foram

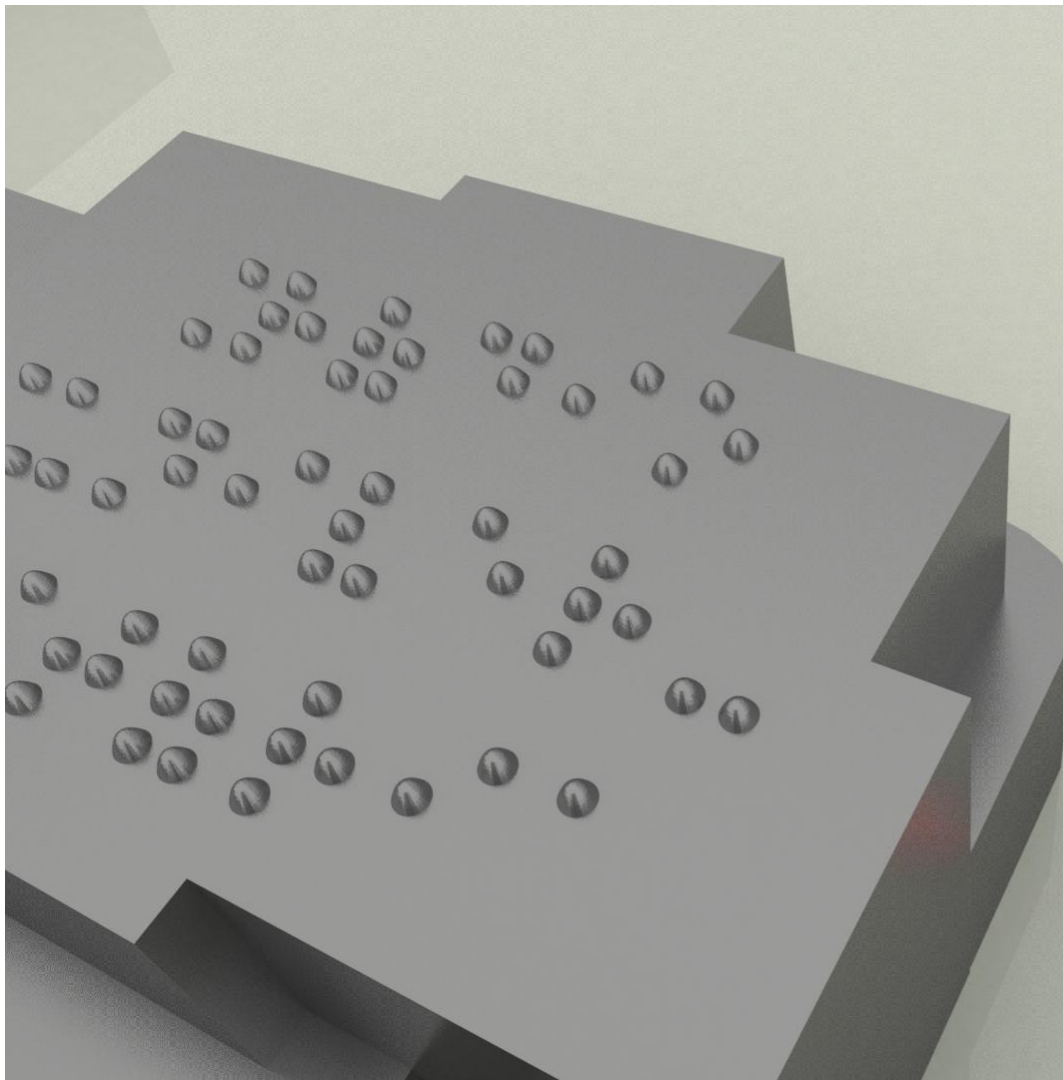
---

<sup>59</sup> Figura 58 mostra a renderização digital do mapa tátil com a adição das edificações como, prédios, casas e galpões. Estão todos representados em cor escura, contrastando com o cinza claro presente no pavimento o qual estão em contato.



validadas ainda pelos usuários, caso reprovada a opção seria o braille em papel acetato.

Figura 59 — Detalhe da renderização digital do braille no teto dos prédios.<sup>60</sup>



Fonte: Autor.

Ficha técnica dos prédios:

- Material: ABS premium
- Acabamento: aplicação de acetona, além do *primer* em spray e tinta acrílica da cor cinza escuro, podendo ser fosco ou brilhante.
- Fixado sobreposto à base de acrílico com cola de contato.

---

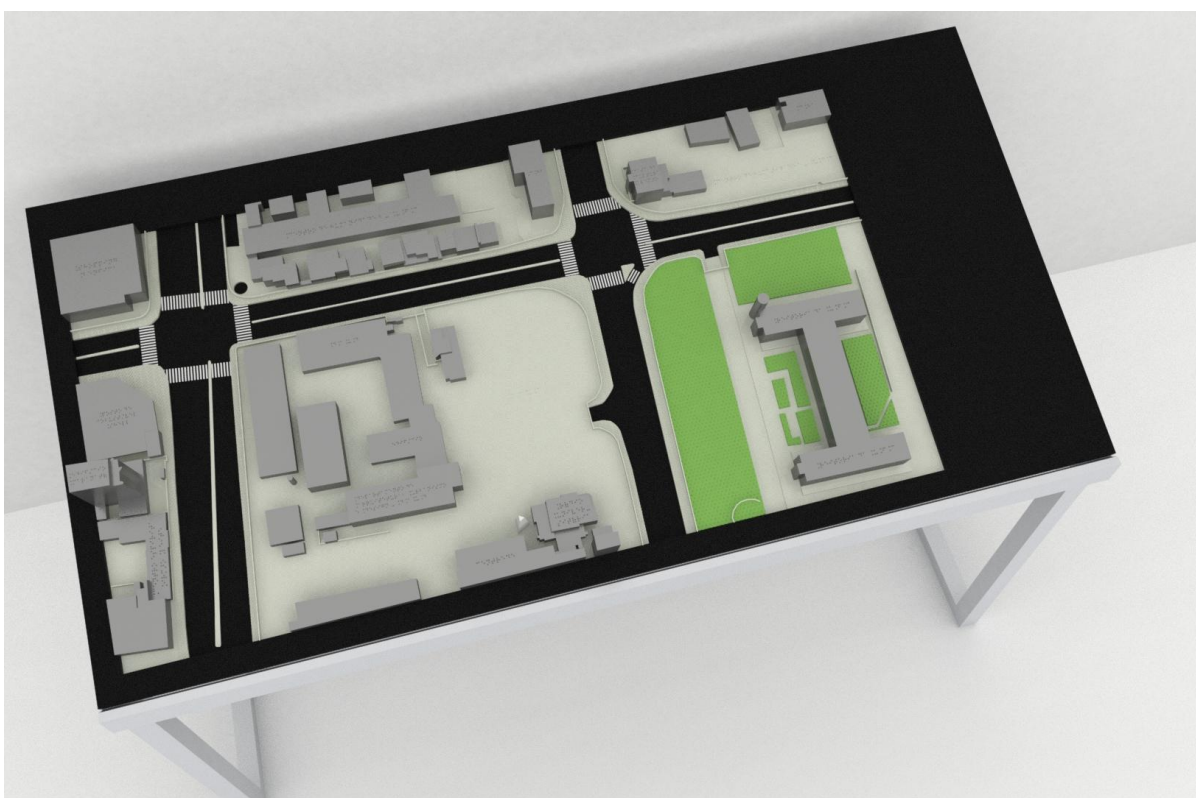
<sup>60</sup> A figura 59 mostra o detalhe do braille na parte superior do prédio da Rádio Universitária, na mesma cor e material da impressão 3D das edificações.



#### 4.2.2.4. Área Verde

A quarta parte do mapa tátil é a área verde e faixa de pedestre. Usando a segunda textura selecionada no desenvolvimento, a área verde condiz um piso irregular, não plano e possivelmente com obstáculos. Representar essa área é importante para evitar acidentes, porém a quadra do museu possui área verde, mas não está representada no arquivo da carta digital planimétrica. Como dito anteriormente, é necessário uma visita no local. A altura é baixa, mas a forma exige ser feita em impressora 3D.

Figura 60 — Renderização da mesa com a adição da textura de área verde.<sup>61</sup>

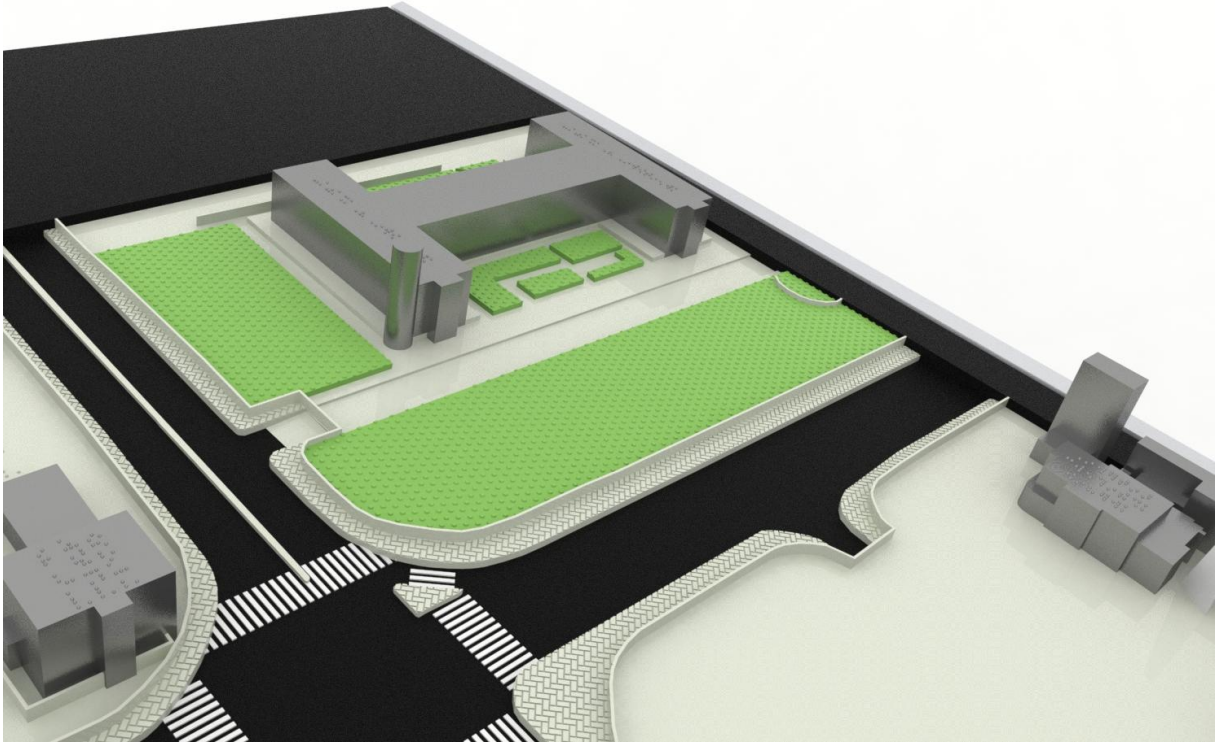


Fonte: Autor.

Outro elemento acrescentado é a faixa de pedestre, vale destacar que o mapa tátil não substitui a sinalização sonora presente nos dois cruzamentos mostrados no mapa tátil, apenas uma complementação. A altura da faixa de pedestre é de 1 mm, enquanto da área verde é 6 mm de altura.

<sup>61</sup> Figura 60 mostra a renderização digital do mapa tátil com a adição da área verde, com diz o nome está representada em cor de verde lima, essa peça entra em contato apenas com o cinza claro do pavimento.

Figura 61 — Detalhe da renderização digital mostrando a área verde e sua textura.<sup>62</sup>



Fonte: Autor.

Ficha técnica da área verde:

- Material: ABS premium
- Acabamento: *Primer* em spray e tinta acrílica da cor verde lima para área verde e branco para a faixa de pedestre, podendo ser fosco ou brilhante.
- Fixado sobreposto à base de acrílico com cola de contato.

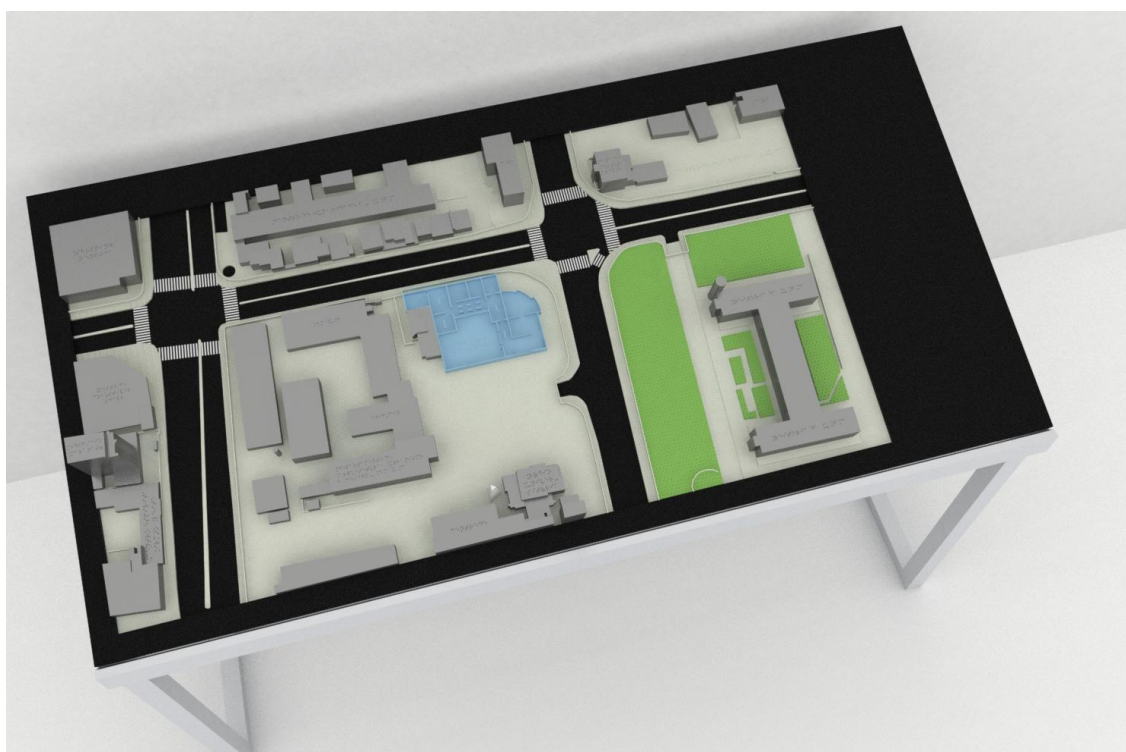
---

<sup>62</sup> A figura 61 mostra o detalhe da renderização da área verde, cujo utiliza a segunda textura escolhida no desenvolvimento de um padrão de cones truncados.

#### 4.2.2.5. Museu

A quinta parte do mapa tátil é o MAUC. O mapa foi projetado para que o museu esteja ao centro, por ser o elemento principal, existe uma demanda de ser fácil reconhecimento durante a leitura. Por isso, a estrutura se diferencia dos prédios, que têm o topo liso, utilizando a planta baixa. No mapa, o topo do MAUC apresenta as divisões das salas de exposição. Além disso, foi adicionado em braille o nome do museu na entrada para uma segunda confirmação do local. Visualmente o destaque ficou por conta da cor azul, contrastando da escala cinza do demais projeto.

Figura 62 — Renderização da mesa com a adição dos MAUC.<sup>63</sup>



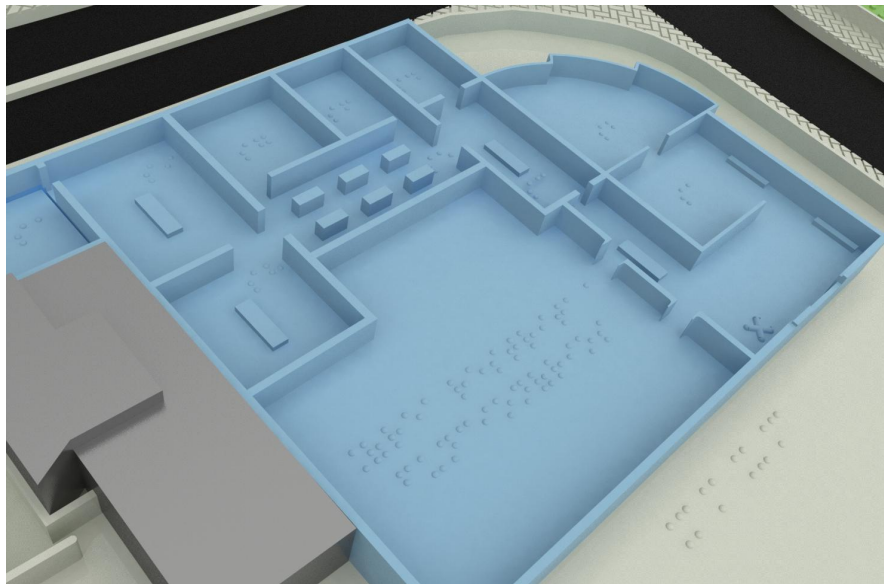
Fonte: Autor.

A escolha de material é o ABS na impressão 3D, como os demais anteriormente. Devido ao espaço entre as paredes serem limitados para o texto, a alternativa escolhida foi usar abreviações e o complemento da informação na legenda. Outros elementos adicionados são os bancos e os expositores, que são os

<sup>63</sup> Figura 62 mostra a renderização digital do mapa tátil com a adição do MAUC, em cor azul claro para destacar da paleta de cores na escala cinza. Também está no centro do mapa tátil, pois o MAUC é o detalhe do projeto.

únicos obstáculos durante o percurso dentro do museu. Além, da adição de um símbolo de "você está aqui", também adicionado na legenda.

Figura 63 — Detalhe da renderização digital mostrando o MAUC e o braille.<sup>64</sup>



Fonte: Autor.

#### Ficha técnica da MAUC:

- Material: ABS premium
- Acabamento: *primer* em spray e tinta acrílica da cor azul bebê ou azul céu, podendo ser fosco ou brilhante.
- Medidas totais: considerando toda a extensão do museu, são 27,5 cm de comprimento e 18,6 cm de largura, a altura total é de 2 cm onde 1 cm da base é sólido e outro 1 cm é a altura das paredes. Os elementos adicionados não são fidedignos à escala real utilizada no projeto, a liberdade na modificação da altura foi tomada para melhor situar os elementos ao toque.
- A ideia inicial era fazer o mapa tátil do museu removível para auxiliar durante o trajeto, já que a mesa é fixa. Porém essa etapa precisa passar pela validação, testes e feedback com o usuário final.

---

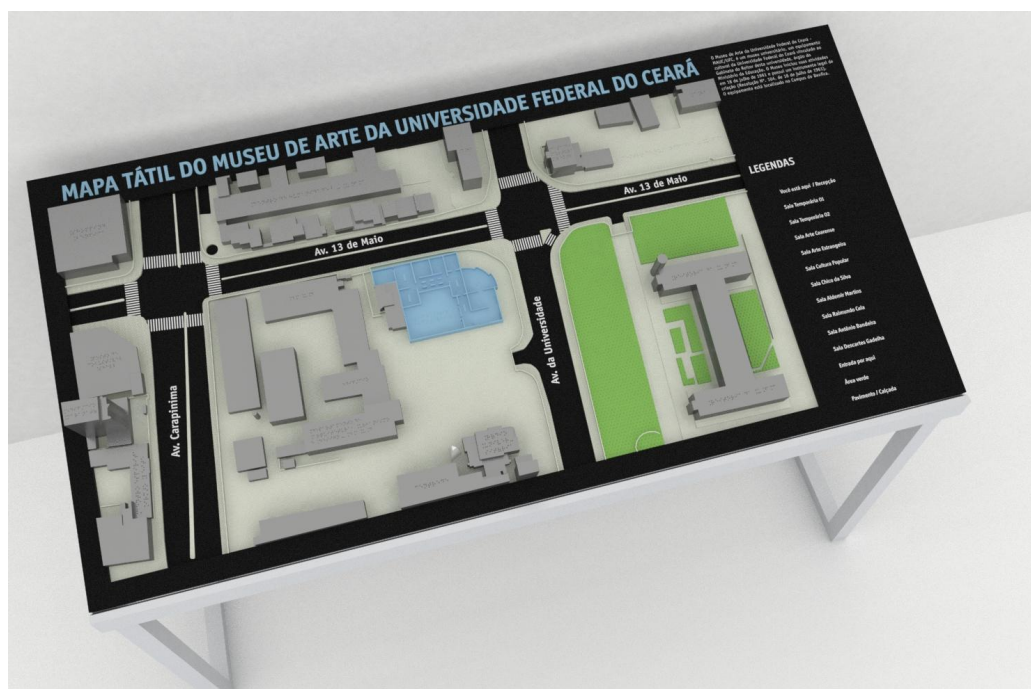
<sup>64</sup> A figura 63 mostra de perto a peça do museu, contando com informações de paredes e de entradas. A edificação também conta com relevos para bancos e obstáculos no percurso, junto com o braille do nome das salas.



#### 4.2.2.6. Informações Textuais

A sexta parte do mapa tátil é o texto, dividido em três partes: título, nome de ruas e legenda. Representar esse elemento é importante para a leitura visual da informação no mapa, o objetivo é fazer com que o texto não dispute relevo com o braille ou outra forma no mapa, para isso a melhor alternativa é o uso de plotagem (adesivagem cortada por uma máquina chamada plotter). As áreas do texto foram escolhidas justamente sobrepostas ao acrílico e não ao ABS, isso devido a irregularidade da superfície da peça impressa, o que pode prejudicar o contato do adesivo.

Figura 64 — Renderização da mesa com a adição dos textos.<sup>65</sup>



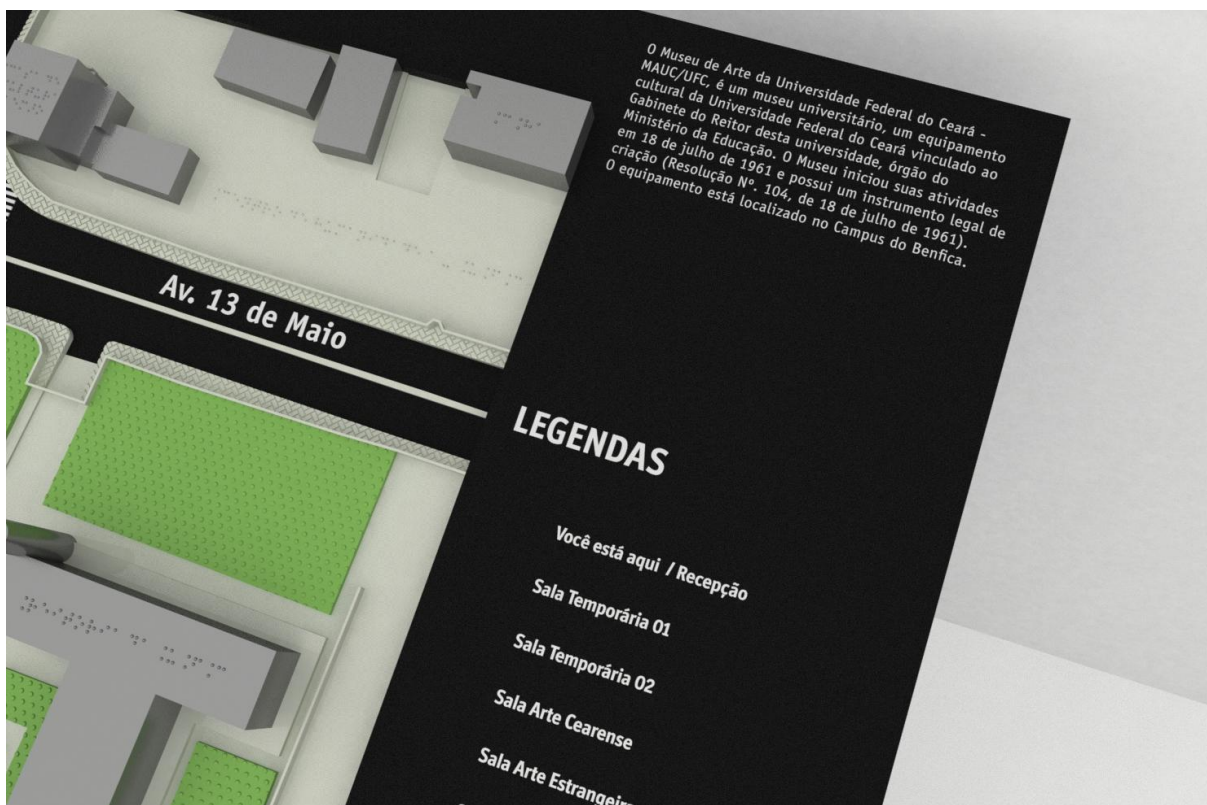
Fonte: Autor.

O material comum da plotagem é o adesivo vinil, mesmo com uma superfície ideal para adesivagem, sendo uma superfície lisa e plana. Existe um desgaste nas pontas quando tem contato direto, o que é caso porque o usuário com deficiência pode deslizar o dedo entre o adesivo vinil. Por isso, existem duas alternativas: usar uma faixa de adesivo transparente sobreposto à área do texto, isso

<sup>65</sup> Figura 64 mostra a renderização digital do mapa tátil com a adição das informações de legendas como resumo, legenda de ícone e nome das avenidas. Todos em plotagem branca, por exceção do título.

daria mais resistência de desgaste à plotagem; ou usar uma camada de acrílico transparente e o texto por baixo do da camada, acima somente o braille.

Figura 65 — Detalhe da renderização digital mostrando o texto e a legenda.<sup>66</sup>



Fonte: Autor.

Ficha técnica da plotagem em vinil:

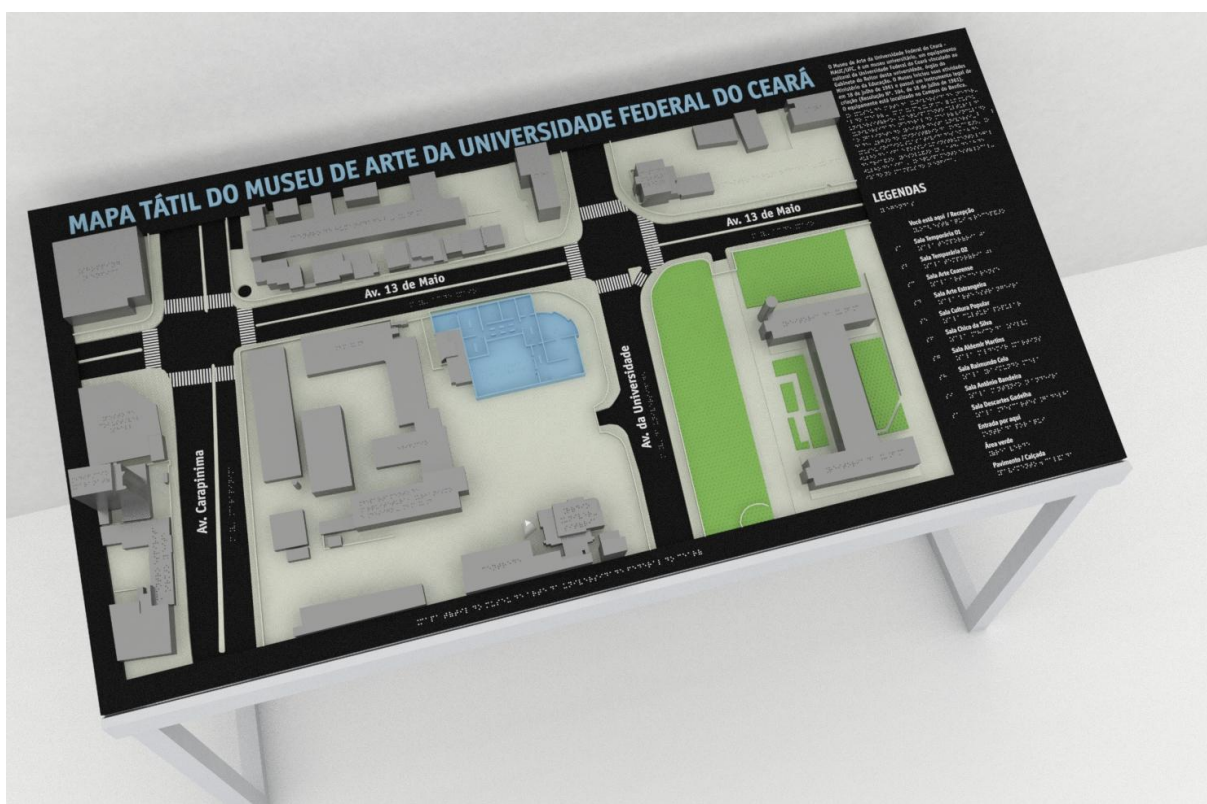
- Material: adesivo vinil permanente brilhante da cor azul (título) e branco (demais elementos).
- Acabamento: adesivo transparente na área do texto.
- Medidas totais: fonte família officina, tamanhos variam de título 110 pt, legenda (título) 55 pt, legenda (corpo) 25 pt, ruas 50 pt e resumo 25 pt.
- Fixado sobreposto à base de acrílico.

<sup>66</sup> A figura 65 mostra o detalhe da área de plotagem com foco na legenda.

#### 4.2.2.7. Braille

A sétima parte do mapa tátil é o texto em braille. Esse elemento é o mais importante da leitura do usuário com deficiência visual. Segundo Degreas e Katakura (2016), os mapas táteis do metrô de São Paulo foram executados em acrílico utilizando-se esferas braille sob pressão, podendo ser de aço inox, acrílico transparentes, preto ou branco. Enquanto os mapas CITs (Centro de Tecnologia e Inovação) foram usados esferas metálicas com pino tipo rebite para fixação.

Figura 66 — Renderização da mesa com a adição do braille.<sup>67</sup>



Fonte: Autor.

Essa etapa é a única que não seria possível executar com os atuais aparelhos e equipamentos da Oficina Digital. A opção seria então a terceirização por meio de empresas de sinalização, que já realizam projetos de mapa tátil em acrílico. Com essa opção, seria possível a execução da base acrílica, texto plotado e braille por meio de terceirização.

<sup>67</sup> Figura 66 mostra a renderização digital do mapa tátil com a adição do braille em esfera de alumínio, as informações estão abaixo do texto plotado.



Figura 67 — Detalhe da renderização digital mostrando o braille.<sup>68</sup>

Fonte: Autor.

Ficha técnica do braille:

- Material: esferas braille de alumínio sob pressão.
- Acabamento: não necessário.
- Medidas totais: 2 mm de diâmetro
- Fixado sobreposto à base de acrílico com cola de contato.

<sup>68</sup> A figura 67 mostra em detalhe as esferas de braille.



#### 4.2.2.8. Iconografia

A oitava e última parte do mapa tátil são os ícones da legenda. Composto majoritariamente do mesmo material, forma e cor representada no mapa, o intuito da iconografia é facilitar a leitura usando formas simples junto da informação. Esse recurso foi usado na maioria no museu devido o espaço pequeno para texto. Além do ícone de seta, que foi designado para mostrar a entrada de alguns prédios, os demais dois ícones são das duas texturas selecionadas no desenvolvimento.

Figura 68 — Renderização da mesa com a adição dos ícones<sup>69</sup>



Fonte: Autor.

Considerando o grau de importância, a legenda deve ter mais destaque que o resumo, por isso está na parte inferior. Usou-se o layout de ícone à esquerda e centralizado horizontalmente no ícone as informações de texto à direita. Além da mancha gráfica do braille e texto em alfabeto romana está dividida ao meio.

<sup>69</sup> Figura 68 mostra a renderização digital do mapa tátil com a adição dos ícones da legenda.

Figura 69 — Detalhe da renderização digital mostrando os ícones.<sup>70</sup>



Fonte: Autor.

Ficha técnica dos ícones:

- Material: ABS premium
- Acabamento: Além do *primer* em spray e tinta acrílica da cor azul bebe ou azul céu (os primeiros onze ícones), cor vermelha (ícone entrada por aqui), verde lima (área verde) e cor cinza claro (pavimento / calçada) podendo ser fosco ou brilhante.
- Medidas totais: todos os ícones têm dimensões de 27 mm de diâmetro. A diferença fica nos quatro círculos (você está aqui, entrada por aqui, área verde e pavimento / calçada), enquanto as salas são circunferências de 2 mm de espessura .
- Fixado sobreposto à base de acrílico com cola de contato.

<sup>70</sup> A figura 69 mostra em detalhe os ícones, sendo: discos de círculo com o ícone em destaque no meio, enquanto na salas são circunferências em linhas com o nome das salas no meio (s1, s2, s3 e etc...).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muito deve ser melhorado para facilitar a vida das pessoas com deficiência, para as pessoas cegas tecnologias como poder escrever em sistema braille é muito importante para a comunicação, da mesma forma que uma rota de piso tátil é importante para locomoção autônoma em vias públicas. O *designer* tem o poder e dever em lembrar de grupos de usuário quando projeta um artefato, objeto ou sistema. O mapa tátil é um ferramenta/tecnologia auxiliadora na locomoção e multidisciplinar, deve complementar o piso tátil e não substituir. Em casos onde o piso tátil não foi aplicado devido ao espaço ou questões financeiras, o mapa tátil tem funções prática e através desse trabalho foi feito uma análise de similares buscando entender o funcionamento, configurações de layout, além da técnica e materiais utilizados.

Devido a pandemia, mudanças significativas foram realizadas durante o desenvolvimento do projeto. Entre elas, a troca de local do Centro Cultural do Dragão do Mar para o MAUC. Porém, as mudanças mais expressivas e ainda necessárias para a execução do projeto foram as faltas de: visita técnica ao Instituto dos Cegos, acompanhamento de usuários cegos durante o desenvolvimento, visita técnica a uma empresa de sinalização, validação dos experimentos junto com as texturas selecionadas, execução da planta baixa do museu em impressão 3D para validar a alternativa do peça ser removível. Visando a saúde de todos os indivíduos envolvidos nesse projeto, os planos citados foram frustrados devido ao *lockdown* da segunda onda do covid-19, durante o período de fevereiro e março de 2021 na cidade de Fortaleza.

Porém as experimentações com usuários podem seguir o caminho visto no mapa tátil mental na seção de trabalho relacionados (3.1), dos autores GOLIN, NOGUEIRA, ALEXANDRE e CABRAL (2009), que buscou entender a necessidade e entendimento dos usuários colocando eles para a criação de elementos e caminhos, expandindo assim a concepção de importâncias de elementos no mapa tátil.

Apesar das dificuldades, o trabalho propôs a elaboração e construção de um mapa tátil através de técnicas de prototipagem rápida. A elaboração levou em conta conceitos abordados no design gráfico, produto, sinalização e cartografia. Avaliando o projeto com os critérios levantados na Análise de Similares pela Sanches (2018), usando a mesma ótica de análise é possível avaliar com nota 5 (satisfatória ou desejada) no projeto os seguintes critérios: Evitar o exagero de texturas; O mínimo de linha deve ter 12,5mm de comprimento, com pelo menos metade do tamanho de espaço; Setas deverão ser representadas com um triângulo fechado ou ponta de seta aberta; 3D pode ser utilizado para apresentar profundidade e elevação; Simplificar elementos para compreensão tátil; Utilizar pós-processamento para que a impressão não fique áspera ou muito lisa e os critérios elaborados pelo autor como: Se configura um mapa tátil (porém com elementos de maquete tátil); se é executado por um designer; se possui variação de cores; se possui legenda, layout e técnicas com prototipagem rápida.

Entretanto com nota 4 (quase satisfatório): Utilizar formas identificáveis e familiares para os símbolos, apesar de acreditar no reconhecimento dos ícones e texturas, por motivos anteriormente citados, não pode ocorrer testes e validações; Levar em consideração o usuário - tipo de cegueira, experiências prévias e idade. Na parte de reconhecimento de texto para pessoas idosas e com baixa visão acredita-se que possa existir dificuldade, provavelmente no tamanho da fonte.

Com nota 3 (indiferente ou neutro) estão os critérios de: Combinar elementos de ponto, linha e textura com informações tridimensionais (volume) e o critério de Áreas similares ou áreas muito pequenas juntas podem ser agrupadas em uma área só. Porém esses elementos não foram utilizados no mapa tátil, pelo motivo de não se encaixarem na situação do projeto.

Com nota 2 (pouco satisfatório) o critério de Levar em consideração limitações técnicas da impressora 3D, recursos financeiros, portabilidade e possibilidade de impressão em outros lugares. Devido ao lockdown não foi possível solicitar um orçamento com empresas. Dadas as proporções do projeto e as

dificuldades de execução apenas com os equipamentos da Oficina Digital, dificultando a parte financeira e o tempo de execução.

Os problemas apresentados durante a etapa de prototipagem, não necessariamente são problemas relacionados à tecnologia e sim ao seu uso de configurações padrão apresentadas pelos softwares indicados. Algumas delas poderiam ser corrigidas com ajustes mais finos na configuração: material, temperatura, velocidade de refração e acabamento. Caberia mais testes a fim de refinar os resultados antes da execução do projeto.

No geral, acredita-se que os resultados são positivos. A execução de tecnologias assistivas no cotidiano, como essa, são importantes para tornar acessível, autônomo e entendível a rota entre os espaços e aumentar a possibilidade de lazer e cultura das pessoas com deficiência visual em espaços públicos. O intuito dessa pesquisa é incentivar e contribuir com o design para esse campo da acessibilidade.

## 6. REFERÊNCIAS

3DLAB. **Como ajustar sua impressora 3D: conheça 8 pontos de verificação.** Blog. 3DLAB: Soluções em impressão 3D. Betim, 2009. Brasil. Disponível em: <<https://3dlab.com.br/como-ajustar-sua-impressora-3d/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

A BATALHA na Ponte! Zabuzza retorna (Temporada 1, ep 12) **Naruto** [Seriado]. Direção: Hayato Date. Produção: Tomoko Gushima e Noriko Kobayashi. Japão: Estúdio Pierrot, 2002. 1 DVD (23 min.), son., color.

ABNT. **NBR 16537: Acessibilidade — Sinalização tátil no piso — Diretrizes para elaboração de projetos e instalação.** 2016. Versão Corrigida 2 (2018)

ABNT. **NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** ABNT, 2004.

ABNT. **NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** ABNT, 2015.

AFB — American Foundation for the Blind. **200 Years: The Life and Legacy of Louis Braille:** Celebrating the Bicentennial of Louis Braille's Birth. Online Museums, Arlington County, 2009. Estados Unidos. Disponível em: <<https://www.afb.org/about-afb/history/online-museums/life-and-legacy-louis-braille>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

AMPUDIA, R. **O que é deficiência visual?**, [S.l.], 2011. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/270/deficiencia-visual-inclusao#>>. Acesso em: 9 nov. 2019.

AUTOMATISA. **[Site institucional]** Disponível em: <[www.automatisa.com.br/](http://www.automatisa.com.br/)>. Acesso em: 30 nov. 2019.

BATISTELLO, P., BALZAN, K. L., PIAIA, L. P. e MIOTTO, J. **Prototipagem rápida e fabricação digital em ateliê vertical: do processo à materialização.** 2015. Sigradi 2015: Project Information for Interaction. Palhoça: Rocha, 2015, p. 137-142. Disponível em: <[http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2015\\_3.300.pdf](http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2015_3.300.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2019.

BERSCH R. e SARTORETTO M. L. **O que é Tecnologia Assistiva?**, c2019. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BERSCH R. **Introdução À Tecnologia Assistiva.** 2017. Disponível em: <[http://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BENAZZI, L. E. B. **A cegueira no contexto histórico**. Portal Educação, 09 dez. 2015. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/medicina/a-cegueira-no-conte-xto-historico/67589>>. Acesso em: 21 nov. 2019.

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: 10 nov. 2019.

BRASIL. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Brasília, 2018, 3ª edição. 95p. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=860&catid=192%3Aseesp-esducacao-especial&id=12670%3Agrafica-braille-para-a-lingua-portuguesa&option=com\\_content&view=article](http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=860&catid=192%3Aseesp-esducacao-especial&id=12670%3Agrafica-braille-para-a-lingua-portuguesa&option=com_content&view=article)>. Acesso em: 17 nov. 2019.

BRASILIANISTA, **CCJ aprova utilização do novo símbolo internacional de acessibilidade**. O brasilianista. Brasília. 22 nov. 2019. Brasil. Disponível em: <<https://obrasilianista.com.br/2019/11/22/ccj-aprova-utilizacao-do-novo-simbolo-internacional-de-acessibilidade/>> Acesso em: 29 nov. 2019

CANCIGLIERI JUNIOR, O. SELHORST JUNIOR, A. and SANT'ANNA, Â. M. O. **Método de decisão dos processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos**. Gest. Prod. [online]. 2015, vol.22, n.2, pp.345-355. ISSN 0104-530X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X633-13>>. Acesso em: 23 Nov. 2019

CHAVES, I. G.; BITTENCOURT, J. P.; TARALLI, C. H. **O design centrado no humano na atual pesquisa brasileira: uma análise através das perspectivas de Klaus Krippendorff e da IDEO**. Holos, Natal, n. 6, p. on line, 2013. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1560/769>>. Acesso em: 30 Nov. 2019

CHISHOLM, W.; MAY, M. **Universal design for Web applications**. O'Reilly, 2009. 179p.

COOK, A. M.; POLGAR, J. M. **Assistive technologies: principles and practice**. Tradução . [s.l.] Elsevier/Mosby, 1995.

COUNCIL FOR EXCEPTIONAL CHILDREN. **Universal design for learning: a guide for teachers and education professionals**. Upper Saddle River: Pearson Merrill Prentice Hall, 2005. 64p.

D'Agostini, D. **Design de sinalização**. São Paulo: Blucher. 2017

DAUD. **Pisos de Borracha**. Disponível em: <<http://www.daud.com.br/index.html>>. Acesso em: 30 nov. 2019.

DEGREAS H. N. & KATAKURA P. Mapas Táteis: orientação e mobilidade em ambiente urbano. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 8, 16 out. 2016. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44379>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

\_\_\_\_\_, Mapas Táteis, 2012. Disponível em: <<https://mapatatil.wordpress.com/>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

DISCHINGER, M.; MATTOS, M.L.; BRANDÃO, M.M.; ELY, H.M.B. **Orientar-se em campi universitário no Brasil: condição essencial para inclusão**. In Ponto de Vista, Florianópolis, n.10, p.39-64, 2008.

DOURADO, **Comissão aprova projeto que proíbe símbolo pejorativo para identificação de idoso**. Dourado Agora. 29 out. 2019. Brasil. Disponível em: <<https://www.douradosagora.com.br/noticias/politica/proibicao-de-simbolo-pejorativo-para-idosos>> Acesso em: 29 nov. 2019

ELESINI U. S.; URBAS R.; M. PIVAR. Development of tactile floor plan for the blind and the visually impaired by 3D printing technique. **Journal of Graphic Engineering and Design** 7(1):19-26 · July 2016

FILAMENT2PRINT. **Que é a retração em impressão 3D? Definição e ajustes**. Blog. 2018. Portugal. Disponível em: <[https://filament2print.com/pt/blog/34\\_retracao-impresao-3d.html](https://filament2print.com/pt/blog/34_retracao-impresao-3d.html)>. Acesso em: 10 mar. 2021.

FLORIO, W. & TAGLIARI, A. **Fabricação digital de maquetes físicas: tangibilidade no processo de projeto em Arquitetura**. 2011. Exacta, 9(1) 125-136. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81018619010>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

HENDREN, S. **An Icon is a Verb: About the Project**. Feb. 2016 Disponível em: <<http://accessibleicon.org/>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

IBGE — INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Censo demogr., Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9749&t=destaques>>. Acesso em: 10 nov. 2019.



\_\_\_\_\_. **Noções Básicas de Cartografia**. [s.l.] IBGE, 1999. Disponível em: <<http://www.cartografica.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2013/09/Nocoas-Basicas-Cartografia.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2021

\_\_\_\_\_. **Nota técnica 01/2018: Releitura dos dados de pessoas com deficiência no Censo Demográfico 2010 à luz das recomendações do Grupo de Washington**. Censo demogr., Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <[https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Demografico\\_2010/metodologia/notas\\_tecnicas/nota\\_tecnica\\_2018\\_01\\_censo2010.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/metodologia/notas_tecnicas/nota_tecnica_2018_01_censo2010.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2021

GARDNER, M., ALWI, A., KARAYIANNIS, S., et al. **Construção, MegaScale 3D Printing**. University of Surrey, 2013.

G1 Brasil. **23,9% dos brasileiros declaram ter alguma deficiência, diz IBGE**: Instituto fez análises com base nos dados do Censo Demográfico 2010. Migração, nupcialidade, fecundidade também estão no levantamento. São Paulo, 27 abr. 2012. Brasil. Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2012/04/239-dos-brasileiros-declaram-ter-alguma-deficiencia-diz-ibge.html>>. Acesso em: 9 nov. 2019.

G1 PE. **Recife ganha mapa tátil, instalado na Casa da Cultura**: Equipamento tem o objetivo de auxiliar na identificação de ruas e pontos turísticos da capital Pernambucana. Recife, 20 dez. 2016. Brasil. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pernambuco/noticia/recife-ganha-mapa-tatil-instalado-na-casa-da-cultura.ghtml>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

GIBSON, D. **The Wayfinding Handbook**: information design for public places ; a manual for students, teachers, professionals, and clients. Tradução. [s.l.] Princeton: Architectural Press, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. - São Paulo : Atlas, 2002.

GOOGLE. **Google Maps**. 2019. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Centro+Drag%C3%A3o+do+Mar+de+Arte+e+Cultura/@-3.7221102,-38.5208058,18.5z/data=!4m5!3m4!1s0x7c748493b3c94a9:0xb09caf7194866252!8m2!3d-3.7214564!4d-38.5204703>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

GOLIN, G.; NOGUEIRA, R.; ALEXANDRE, G. C.; CABRAL, J. M. **Mapas mentais de deficientes visuais como suporte ao design da informação urbana na Web**. InfoDesign Revista Brasileira de Design da Informação. 2009. Disponível em: . Acesso em: 27 nov. 2019

LERPARAVER. **A invenção do sistema braille e a sua importância na vida dos cegos**. 2005. Disponível em: <[https://www.lerparaver.com/braille\\_invencao.html](https://www.lerparaver.com/braille_invencao.html)>. Acesso em: 30 nov. 2019

LOBACH, Bernd. **Design Industrial**. Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 2000.

LOCH R. E. N. **Cartografia tátil: mapas para deficientes visuais**. Portal da Cartografia. Londrina, v.1, n.1, maio/ago., p. 35 - 58, 2008. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/article/viewFile/1362/1087>>. Acesso em: 10 nov. 2019

LOCH, R. E. N.; ALMEIDA, de L. C. **O projeto “mapas táteis como instrumentos de inclusão social de portadores de deficiência visual”**. In: Seminário Nacional Interdisciplinar em Experiências Educativas– SENIEE, 2., 2007, Francisco Beltrão, PR. Anais... Francisco Beltrão. 2007.

MAUC — MUSEU DE ARTE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Sobre o Mauc**. 2020. Disponível em: <<https://mauc.ufc.br/pt/sobre-o-mauc/>>. Acesso em: 29 Set. 2016.

MONTENEGRO, N., SANTIAGO, Z., & SOUSA, V. **Guia de Acessibilidade: Espaço Público e Edificações**, Secretaria da Infraestrutura do Estado do Ceará. SEINFRA, Fortaleza, 2009.

MUNARI, Bruno. **Das Coisas Nascem Coisas**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

NCSU. The 7 principles of universal design. **North Carolina State University, The Center for Universal Design**, 1997. Disponível em: <[https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/pubs\\_p/docs/poster.pdf](https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/pubs_p/docs/poster.pdf)>. Acesso em: 29 Set. 2019.

ONU — ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Resolução 2.542 de 1975 – Declaração dos Direitos das Pessoas Portadoras de Deficiência**. Disponível em: <[http://www3.mte.gov.br/fisca\\_trab/inclusao/legislacao\\_2\\_4.asp](http://www3.mte.gov.br/fisca_trab/inclusao/legislacao_2_4.asp)>. Acesso em: 10 nov. 2019.

OMS — ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório Mundial Sobre a Deficiência**. 2011. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria dos Direitos da Pessoa com Deficiência. (sumário) Organização Mundial da Saúde. Disponível em: <[http://www.pessoacomdeficiencia.sp.gov.br/usr/share/documents/Relatorio\\_Mundial\\_SUMARIO\\_PDF2012.pdf](http://www.pessoacomdeficiencia.sp.gov.br/usr/share/documents/Relatorio_Mundial_SUMARIO_PDF2012.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2019.

\_\_\_\_\_. **Blindness and vision impairment**. 2019. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

ROLAND. **MDX-40A**: Fresadora CNC de bancada. Disponível em: <<https://www.rolanddg.com.br/produtos/3d/mdx-40a-fresadora-cnc-de-bancada>>. Acesso em: 30 Nov. 2019.

PARANÁ, **Símbolo Internacional De Acesso**: normas de utilização. Pessoa com deficiência. Ministério público do Paraná, 2019. Disponível em: <<http://www.pcd.mppr.mp.br/pagina-58.html>>. Acesso em: 25 Nov. 2019.

PREFEITURA DE FORTALEZA, **Carta Digital Planimétrica**: arquivo 34-26. Acervo digital de Fortaleza, 2010. Disponível em:

<<https://acervo.fortaleza.ce.gov.br/pesquisa?nome=34-26&autor=&categoria=&tema=CADASTRO+URBANO&ano=&tipodocumento=&fonte=&local=>>. Acesso em: 20 Fev. 2021

SANCHES E.C.P. **Modelo de tradução para acessibilidade de imagens estáticas de objetos de aprendizagem através de impressão tridimensional**. 2018. 194 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Artes, Comunicação e Design, Programa de Pós-Graduação em Design. Curitiba, 2018

TOJAL, A. P. F. **Política de acessibilidade comunicacional em museus**: para quem e para quem? Revista Museologia & Interdisciplinaridade, v. 4, n. 7, p. 190-202, 2015. Disponível em:

<<http://periodicos.unb.br/index.php/museologia/article/download/16779/15061/>>. Acesso em: 10 nov. 2019

TOTAL ACESSIBILIDADE. **Catálogo de produtos para acessibilidade**. Região centro-oeste, 2018. Disponível em:

<<https://www.totalacessibilidade.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Cat%a1log-o-produtos-acessibilidade-arquitet%b4nica-CENTRO-OESTE-2018.pdf>> Acesso em: 27 nov. 2019.

WURMAN, R. S. **Ansiedade de Informação**: Como Transformar Informação em Compreensão. São Paulo: Cultura Editora Associados, 1991.

VILLAS-BOAS, A. **O que é [e o que nunca foi] design gráfico**. 6a ed. ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2007. p. 11

VOLPATO, N. (2007). **Prototipagem rápida**: tecnologia e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher.