
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E
TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO**

LEONARDO CARLOS BARBOSA

**ATLAS MUNDIAL EM BRAILLE COM RECURSOS SONOROS PARA
DEFICIENTES VISUAIS**



**Recife
2018**

Leonardo Carlos Barbosa

Atlas Mundial em Braille com Recursos Sonoros para Deficientes Visuais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, área de concentração Cartografia.

Área de concentração: Cartografia e Sistemas de Geoinformação

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucilene Antunes Correia Marques de Sá

Recife

2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicêa Alves, CRB-4 / 1260

B238a Barbosa, Leonardo Carlos.
 Atlas mundial em braille com recursos sonoros para deficientes visuais.
Leonardo Carlos Barbosa- 2018.
 66 folhas, Il. Abr. Sig. e Tabs.

 Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucilene Antunes Correia Marques de Sá.

 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da
Geoinformação, 2018.
Inclui Referências, Anexos e Apêndices.

 1. Geoinformação. 2. Deficientes visuais. 3. Cartografia tátil. 4. Aplicativo
computacional. 5. Atlas mundial. I. Marques de Sá, Lucilene Antunes Correia
(Orientadora). II. Título.

UFPE

526.1 CDD (22. ed.)

BCTG/2018-356

Atlas Mundial em Braille com Recursos Sonoros para Deficientes Visuais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, área de concentração Cartografia.

Banca Examinadora

Aprovado em: 09/08/2018

Prof^a. Dr^a. Lucilene Antunes Correia Marques de Sá (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof^a. Dr^a. Andrea Flávia Tenório Carneiro (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Eng^a. Dr^a. Marcia Cristina de Souza Matos Carneiro (Examinador Externo)
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE

À minha mãe Vera, pois sem ela eu não teria chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me ajudado a superar as barreiras que apareceram no ano de 2011 e ter permitido que coisas boas começassem a acontecer na minha vida durante a graduação e mestrado.

A minha mãe Vera e minha irmã Lucicleide, por terem segurado a barra nos momentos difíceis que passamos nos primeiros anos da graduação, sem elas eu não estaria hoje terminado meu mestrado.

A Laízy Azevedo pelo apoio na separação de arquivos shapefiles para a padronização dos mapas táteis.

A professora Lucilene Antunes pela orientação e entusiasmo durante a conclusão deste trabalho.

RESUMO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2012) em todo o mundo existem, aproximadamente, 285 milhões de deficientes visuais. Este número representa um desafio social e torna o assunto uma importante área de pesquisa. Mapas geográficos acessíveis são úteis para adquirir conhecimento do meio ambiente. Tradicionalmente, mapas de papel em alto relevo com texto braille são sempre usados na alfabetização cartográfica. Estes mapas revelaram-se eficientes para a aquisição de conhecimento espacial por pessoas com deficiência visual, no entanto, possuem limitações significativas. Por exemplo, devido às especificidades do sentido tátil, apenas uma quantidade limitada de informações pode ser representada no mapa. Além disso, informações específicas como distâncias, são de difícil representação em mapas de alto relevo. Salienta-se, ainda que, apenas uma pequena porcentagem da população com deficiência visual pode ler braille. No Brasil, a LDB – Lei de Diretrizes e Bases (nº.9394/96) e o PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais, determinam que a disciplina de Geografia reconhecida como autônoma e não deve ser entendida como complemento de outras disciplinas. Desta forma, a melhoria do ensino da Geografia passa pela alfabetização cartográfica. O foco é oferecer ao estudante a capacidade de realizar a apropriação, análise, reflexão e crítica sobre o espaço geográfico. Os recentes avanços tecnológicos permitiram o desenho de mapas interativos com o objetivo de superar algumas limitações. Uma característica significativa dos mapas, é o potencial de fornecer um amplo monitoramento de fenômenos com conhecimento espacial, independentemente da idade do usuário. É neste sentido que, esta pesquisa apresenta a criação de um recurso computacional que visa habilitar os estudantes deficientes, ou não, da educação básica de ensino na aprendizagem da Cartografia. O *software* desenvolvido usa recursos de som e imagem simultânea com dados dos 193 países membros da ONU – Organização das Nações Unidas, o que permite o ensino inclusivo, a interação entre estudantes com ou sem deficiência visual.

Palavras-chave: Deficientes visuais. Cartografia tátil. Aplicativo computacional. Atlas mundial.

ABSTRACT

According to the World Health Organization (WHO, 2012) around the world there are approximately 285 million visually impaired people. This number represents a social challenge and makes it an important area of research. Accessible geographic maps are useful for acquiring knowledge of the environment. Traditionally, embossed paper maps with braille text are always used in cartographic literacy. These maps proved to be efficient for the acquisition of spatial knowledge by people with visual impairment, however, they have significant limitations. For example, because of the specifics of the tactile sense, only a limited amount of information can be represented on the map. In addition, specific information such as distances are difficult to represent on high relief maps. It should be noted, however, that only a small percentage of the visually impaired population can read Braille. In Brazil, the LDB - Law of Guidelines and Bases (nº.9394 / 96) and the PCN - National Curricular Parameters, determine that the discipline of Geography recognized as autonomous and should not be understood as complementing other disciplines. In this way, the improvement of the teaching of Geography passes through cartographic literacy. The focus is to offer the student the ability to carry out the appropriation, analysis, reflection and criticism about the geographic space. Recent technological advances allowed the design of interactive maps in order to overcome some limitations. A significant feature of maps is the potential to provide extensive monitoring of phenomena with spatial knowledge, regardless of the age of the user. It is in this sense that, this research presents the creation of a computational resource that aims to enable disabled students, or not, of basic education in the teaching of Cartography. The developed software uses simultaneous sound and image resources with data from the 193 member countries of the United Nations, which allows for inclusive education, interaction between students with or without visual impairment.

Keywords: Visual deficient. Tactile cartography. Computer application. World atlas.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Ilustração da Acuidade Visual 6/18.....	20
FIGURA 2 -	Convenção de Símbolos Táteis.....	28
FIGURA 3 -	Símbolo (A) Criado pela Once.....	29
FIGURA 4 -	Principais Métodos de Produção de Mapas Táteis.....	30
FIGURA 5 -	Mapa Tatil Sendo Passado pelo Aquecedor.....	30
FIGURA 6 -	Diferentes Tipos de Mapas para Deficientes Visuais.....	31
FIGURA 7 -	Mapa Tátil do Brasil, Padrão Labtate.....	32
FIGURA 8 -	Célula Braille	33
FIGURA 9 -	Alfabeto Braille, com Ilustração da Impressão.....	33
FIGURA 10 -	Fluxograma do Processo Metodológico	34
FIGURA 11 -	Página da Mathwork para Suportes de Usuários.....	38
FIGURA 12 -	Plotagem do Gráfico do Som de uma Locomotiva.....	39
FIGURA 13 -	Interface Gráfica do Loquendo Tts 2.3.....	41
FIGURA 14 -	Instalador de Vozes Loquendo Tts.....	41
FIGURA 15 -	Trecho do Mapa Padronizado de Níger em Coreldraw 2017 no Padrão do Labtate.....	42

FIGURA 16 -	Symbol Selector, Arcgis 10.2.2.....	43
FIGURA 17 -	Mapa do Irã Recebendo Tratamento no Arcgis.....	44
FIGURA 18 -	Instalador Simbraille.....	45
FIGURA 19 -	Configuração Jingle para Emissão de Som.....	46
FIGURA 20 -	Mapa do Haiti.....	48
FIGURA 21 -	Mapa De Israel.....	49
FIGURA 22 -	Execução Do Software.....	50
FIGURA 23 -	Print Screen do Narrador Do Windows.....	51
FIGURA 24 -	Funcionalidades do Programa	52
FIGURA 25 -	Aplicação do Teste no Instituto dos Cegos	54

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Classificação Da Deficiência Visual Com Base Na Acuidade.....	19
TABELA 2 -	Símbolos para Mapas Táteis de Pequena Escala.....	29
TABELA 3 -	Países não Membros da Onu.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CDC	Centro de Controle de Doenças
CDPD	Convenção Internacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência
DNEEEB	Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica
IBC	Instituto Benjamim Constante
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LABTATE	Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar
OMS	Organização Mundial de Saúde (OMS), em inglês (WHO)
ONU	Organização das Nações Unidas
PNEE	Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais no ensino
UNFPA	Fundo de População das Nações Unidas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS DA PESQUISA	17
1.1.1	Objetivo Geral	17
1.1.2	Objetivos Específicos	17
1.2	ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	17
2	PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL	18
2.1	CLASSIFICAÇÃO DA DEFICIÊNCIA VISUAL	19
2.2	CONSEQUÊNCIAS DA DEFICIÊNCIA VISUAL	20
2.3	SISTEMAS SENSORIAIS HUMANOS	21
2.3.1	Visão	21
2.3.2	Audição	22
2.3.3	Tato	23
2.4	MAPAS TÁTEIS E COGNIÇÃO ESPACIAL	24
2.4.1	Cognição Espacial	24
2.4.2	Armazenando Informações Espaciais	25
2.4.3	Leitura de mapas e mapeamento cognitivo	26
2.5	PROJETO E PRODUÇÃO DE MAPAS TÁTEIS	26
2.5.1	Orientações Geográficas	28
2.6	SISTEMA BRAILLE	32
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	34
3.1	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	34
3.2	BASE DE DADOS ESPACIAIS	34
3.2.1	Organização das Nações Unidas - ONU	35
3.2.2	Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar – LABTATE	36
3.2.3	Fundo de População das Nações Unidas – UNFPA	36

3.2.4	Centro de Controle e Doenças – CDC	37
3.3	PROGRAMAS COMPUTACIONAIS	37
3.3.1	Matlab 2015 Ra	37
3.3.2	Loquendo TTS 2.3	40
3.3.3	CorelDRAW Graphics Suite 2017	41
3.3.4	ArcGIS 10.2.2	42
3.3.5	Braille Translate / Simbraille	44
3.3.6	Jingle Keyboard 2.4	45
3.4	PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DO ATLAS MUNDIAL	46
4	RESULTADOS.....	48
4.1	PARTICULARIDADES DE ALGUNS MAPAS PADRONIZADOS.....	48
4.2	PARTICULARIDADES DO SOFTWARE.....	49
4.2.1	Composição	49
4.2.2	Funcionalidades	50
4.2.3	Teste com o Software	52
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	56
	REFERÊNCIAS.....	57
	ANEXO A – MAPA TÁTIL DO BRASIL PADRONIZADO	61
	ANEXO B – MAPA TÁTIL DO CATAR PADRONIZADO	62
	ANEXO C – MAPA TÁTIL DA CHINA PADRONIZADO	63
	ANEXO D – LISTA DE ABREVIÇÃO GEOGRÁFICA	64
	ANEXO E – TRECHO DO CÓDIGO FONTE PARA A NARRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DO MAPA TÁTIL DO AFGANISTÃO	65

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do Censo 2010 do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no Brasil existe mais de 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual, sendo 582 mil totalmente cegas e 6 milhões com baixa visão. Deste total, mais de um milhão de deficientes são estudantes matriculados no ensino básico. Com foco neste ensino, sabe-se que a Cartografia ao ser considerada linguagem gráfica materializada nas representações cartográficas (mapas, maquetes, gráficos, tabelas, dentre outros), é instrumento imprescindível no processo de interpretação dos espaços geográficos constituindo-se, deste modo, em um meio de comunicação que não seja somente o da linguagem escrita. É importante destacar que a intrínseca relação existente entre a Geografia e a Cartografia é de fundamental importância, à medida que uma é necessária a compreensão da outra (BARBOSA e SÁ, 2016).

No Brasil, algumas entidades filantrópicas apoiam pessoas com deficiência. Segundo Loch (2009), existe três grandes referências no Brasil na área de produção de materiais para deficientes visuais, o IBC - Instituto Benjamim Constante, que fica no Rio de Janeiro ligado ao Ministério da Educação, a Fundação Dorina Nowill para Cegos e a Laramara – Associação Brasileira de Assistência ao Deficiente Visual, ambas em São Paulo. O foco destas instituições é produzir, adaptar e distribuir mapas para atividades pedagógicas.

A partir da década de 90 surgiram diversas discussões a respeito de acessibilidade e igualdade no ensino para deficientes. Acordos internacionais foram firmados pelo Brasil e decretos foram criados para minimizar a discriminação, como podemos ver em (PUPO, CARVALHO e OLIVEIRA, 2007), como:

- A Convenção Interamericana para a eliminação de todas as formas de discriminação contra a Pessoa Portadora de Deficiência, celebrada em 1999, na Guatemala (que, em 2001, consolidou-se no Brasil, através do Decreto nº. 198);
- A Declaração de Caracas, em 2002, que reafirma o compromisso internacional com a intensificação dos esforços pela eliminação da discriminação e o comprometimento com a construção de contextos sociais inclusivos;
- Declaração de Santo Domingo, em junho de 2006, que trata da sociedade, do conhecimento e sua relação com as novas tecnologias e a inclusão digital.
- A Declaração de Salamanca que fortalece, na década de 90, com as justificativas para o movimento de inclusão no Brasil.

Conforme as DNEEEB – Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica, o Brasil fez opção pela construção de um sistema educacional inclusivo, ao concordar com a Declaração Mundial de Educação para Todos, firmada em Jomtien-Tailândia, em 1990, e ao mostrar consonância com os postulados produzidos em Salamanca (Espanha, 1994).

Os princípios fundamentais do documento produzido em Salamanca, são:

- Democratização do acesso à educação;
- Reconhecimento das diferenças;
- Atendimento aos interesses e às necessidades do indivíduo;
- Priorização do atendimento das PNEE – Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais no ensino regular;
- Promoção de adaptações curriculares no sistema de ensino;
- Restrição do atendimento em escolas ou classes especiais a casos excepcionais;
- Extensão da política inclusiva aos jovens e adultos PNEE no ensino médio e superior;
- Formação inicial e continuada de professores; e
- Sensibilização dos futuros professores da educação básica para a adoção de uma postura positiva em relação ao deficiente.

Os avanços nas políticas públicas, surgem em 2009 a CDPD – Convenção Internacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Foi o primeiro tratado internacional de direitos humanos aprovado pelo Congresso Nacional do Brasil e em vigor no plano interno desde 25 de agosto de 2009. Refere-se a um tratado de consenso universal que concretamente especifica os direitos das pessoas com deficiência, pelo viés dos direitos humanos, adotando um modelo social de deficiência. Por esse modelo, a deficiência não pode se justificar pelas limitações pessoais decorrentes de uma patologia.

Por último, surge em 2015 a Lei nº. 13.146/2015 – Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). A Lei estabelece em seu art. nº. 84 que, A pessoa com deficiência tem assegurado o direito ao exercício de sua capacidade legal em igualdade de condições com as demais pessoas. Portanto, o deficiente desfruta plenamente dos direitos civis, patrimoniais e existenciais. Porém, se a deficiência se qualifica pelo fato da pessoa não conseguir se autodeterminar, o ordenamento lhe conferirá proteção ainda mais densa do que aquela deferida a um deficiente capaz, demandando o devido processo legal.

As leis e os tratados assinados pelo Brasil são repercutidos na sala de aula, pois é lá que os portadores de deficiência receberão a educação formal. A escola por sua vez, deverá estar preparada e com recursos didáticos adequados a cada tipo de deficiência.

Quando o assunto é deficiência visual, os mapas são ferramentas muito úteis para explorar e analisar dados geográficos e adquirir conhecimentos gerais sobre vários assuntos, como a demografia, a geopolítica, a história, entre outros (DUCASSE, 2017). Conforme afirmado por (ALEXANDER et al. 2015), há uma necessidade imediata de pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias para fornecer acesso a material gráfico inclusivo. Embora a importância deste acesso seja óbvia em muitos contextos educacionais, vocacionais e sociais para pessoas com deficiência visual, a diversidade do grupo de usuários, o alcance das tecnologias disponíveis e a amplitude de tarefas a serem suportadas complicam o processo de pesquisa e desenvolvimento.

As ações no sentido de reduzir e eliminar barreiras cartográficas para portadores de deficiência visual, são essenciais para promover a equidade de acesso a materiais didáticos que possam promover a inclusão de pessoas cegas na sala de aula e sua independência aos espaços urbanos e aos serviços para o cidadão.

Em Santa Catarina existe o LABTATE – Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar que, nos últimos anos padronizou alguns símbolos e modelos de mapas táteis para servir de exemplo a outras instituições no Brasil. Os modelos são disponibilizados para *download* na web http://www.labtate.ufsc.br/ct_atlas_geografico_tatil.html, além disso, oferecem vídeos e tutoriais relacionados a produção de acervos cartográficos táteis.

A pesquisa tem como objetivo ampliar o acervo cartográfico brasileiro em Braille. Os recursos táteis para o Atlas Mundial em Braille, produto final desta dissertação, segue o modelo proposto pelo LABTATE. A disponibilização dos mapas será possível em *download*, gratuitamente, para qualquer instituição interessada. Também estará disponível um *software* narrador visando melhorar a educação cartográfica de jovens e adultos. A principal vantagem é ilustrar e narrar cada mapa tátil escolhido pelo usuário, servindo, desta forma, ao ensino de pessoas que não sejam deficientes visuais e permitindo a integração entre alunos em sala de aula, deficientes visuais ou não.

1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um Atlas mundial em Braille com todos os países membros da ONU e integrá-lo em um *software* narrador.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar os recursos para o ensino da Cartografia na Geografia;
- Produzir documentos cartográficos inclusivos;
- Elaborar um teste com base na bibliografia para propor a validade da pesquisa;
- Disponibilizar o atlas e o software por meio de *download*.

1.2 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Capítulo 1 – Introdução, Problema e Objetivos. Neste item é exposta a ideia da pesquisa e apresentados os objetivos geral e específicos, assim como a problemática e a justificativa do tema estudado.

Capítulo 2 – Base Teórica. Apresenta pesquisas abordando a temática utilizando Tecnologias da Geoinformação para acessibilidade de deficientes visuais. Considerações teóricas sobre deficiência visual e os aspectos legais que regem a temática. Será mostrado que área de pesquisa de mapas interativos para pessoas com deficiência visual é um campo multidisciplinar. Inclui psicologia através do estudo da cognição espacial, estratégias de exploração e o impacto da deficiência visual nesses aspectos. Isto engloba ciência da computação e, mais precisamente, interação homem-computador, através do estudo de protótipos de mapas interativos e interação não visual. Este capítulo detalha o contexto teórico da pesquisa nestes diferentes campos.

Capítulo 3 – Metodologia da Pesquisa. Relaciona os recursos tecnológicos e a base de dados utilizados. Aborda os métodos empregados no desenvolvimento da pesquisa, apresenta o passo a passo na construção dos mapas e sua implementação, com demonstração dos algoritmos desenvolvidos.

Capítulo 4 – Resultados e Particularidades dos Mapas.

Capítulo 5 – Testes, Conclusões e Recomendações.

2 PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

A Organização Mundial da Saúde informa que 285 milhões de pessoas em todo o mundo são deficientes visuais (WHO, 2012). Melhorar a autonomia e a qualidade de vida para esta população, é portanto, um desafio significativo para as pesquisas em Tecnologias Assistivas. Entre eles, 39 milhões (cerca de 14%) são totalmente cegos. É importante destacar que a maioria das deficiências pode ser curada ou prevenida. Isto é sublinhado pelo fato de que 90% das pessoas com deficiência visual vivem em países em desenvolvimento (OMS, 2014).

O número de deficiências visuais causadas por doenças infecciosas tem diminuído nos últimos anos, por outro lado, como resultado do envelhecimento da população o número de deficiências relacionadas à idade aumentou. Nos Estados Unidos por exemplo, apenas 5% da população com idade inferior a 45 anos tem deficiência visual, enquanto que, aumenta para 20% acima dos 75 anos (VANDERHEIDEN, 2012).

A incapacidade e a deficiência não são sinônimos. A primeira é atribuída a desvantagem e a segunda a impossibilidade Vanderheiden (2012), mesmo que, no uso diário, sejam frequentemente empregadas como tal. Cavender, Trewin E Hanson (2008) definem comprometimento como uma perda física, mental ou fisiológica, anormalidade ou lesão que causa limitação em uma ou mais funções importantes da vida. A OMS – Organização Mundial de Saúde, em inglês WHO – World Health *Organization*, em sua Classificação Internacional de Funcionamento, Incapacidade e Saúde (WHO, 2001) define Atividade como a execução de uma tarefa ou ação de uma pessoa, e participação como envolvimento em situações de vida. É importante notar que todo ser humano pode experimentar uma diminuição da saúde ou uma condição específica que resulte em algum grau de incapacidade (WHO, 2001).

Por exemplo, uma pessoa em cadeira de rodas e um pai com um carrinho de criança experimentam a mesma desvantagem, ao tentar acessar um prédio cercado de escadas. VANDERHEIDEN (2012) define uma cadeia lógica: a deficiência pode resultar na incapacidade de acessar produtos padrão, o que resultará em uma desvantagem em comparação com outras pessoas que não experimentam a mesma limitação funcional. A variedade de deficiência é grande. Uma pessoa pode ter mais de um tipo. No geral, o risco de possuir deficiência se agrava com o envelhecimento.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DA DEFICIÊNCIA VISUAL

O termo deficiência visual compreende um grande número de situações que vão desde problemas de visão leve até a deficiência grave. Exemplos de deficiências graves envolvem a perda completa da visão ou somente a percepção da luz. A deficiência visual leve e grave inclui uma variedade de problemas de visão, tais como: miopia, visão noturna, astigmatismo, cegueira de cor, cegueira noturna, extrema sensibilidade à luz, escuridão, nebulização, visão nebulosa, manchas no campo visual ou reduzida (WHO, 2010). A classificação resumida pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação da Deficiência Visual com Base na Acuidade

Categoria	Nome da Categoria	Acuidade Visual	Acuidade Igual ou Maior
0	Suave ou não deficiente		6/18, 3/10, 20/70
1	Deficiência moderada	6/18, 3/10, 20/70	6/60, 1/10, 20/200
2	Deficiência severa	6/60, 1/10, 20/200	3/60, 1/20, 20/400
3	Cegueira	3/60, 1/20, 20/400	1/60, 1/50, 5,300
4	Cegueira	1/60, 1/50, 5,300	Percepção da luz
5	Cegueira	Sem percepção da luz	
6		Indeterminado	

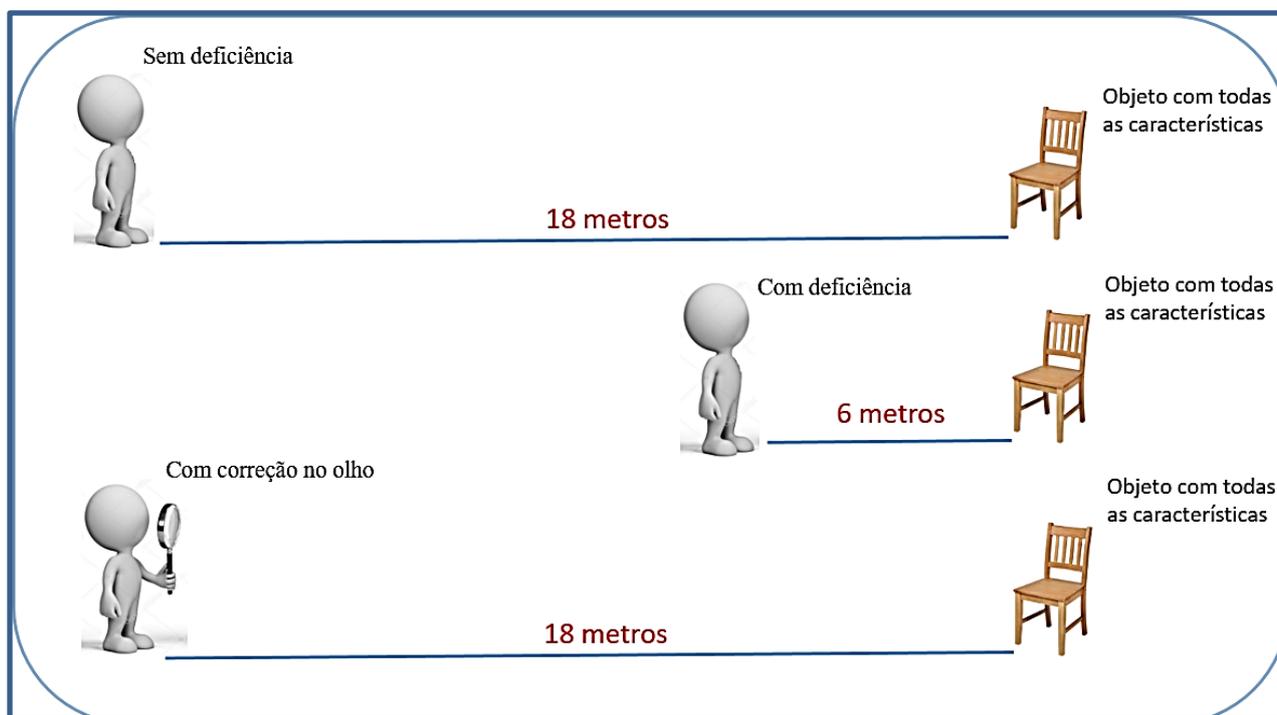
Fonte: WHO, (2010)

A acuidade visual é calculada como o quociente da distância a partir da qual uma pessoa específica vê um objeto e a distância em que o mesmo objeto é visto por uma pessoa sem deficiência visual. Por exemplo, uma acuidade de 6/60 significa que, o objeto percebido a 60 metros de distância por uma pessoa com a visão normal deve estar a 6 metros de distância da pessoa com deficiência visual para ser percebido da mesma forma. Além disso, o campo visual também pode ser levado em consideração. Ele é definido como a área total na qual um objeto pode ser detectado enquanto o olho está focado em um ponto central.

Na Figura 1, é mostrado um exemplo prático do enquadramento de deficiência visual para acuidade 6/18. A característica principal é a correção ótica aplicada ao olho de um indivíduo com visão residual. Uma pessoa consegue ver um objeto a uma determinada distância com todas as características quando está com a visão sadia ou quando está com a melhor correção ótica aplicada ao olho. Quando isso não acontece, o indivíduo é enquadrado nas categorias superiores a partir da 2 da Tabela 1. A categoria só é

indeterminada quando o indivíduo não tem mais os olhos para receber o diagnóstico. Os casos mais graves, na maioria das vezes, são enquadrados nas categorias 4 e 5.

Figura 1 - Ilustração da acuidade visual 6/18.



Fonte: Autor (2018)

2.2 CONSEQUÊNCIAS DA DEFICIÊNCIA VISUAL

A deficiência visual pode resultar em uma redução da autonomia na vida diária. Muitas vezes, a informação é apresentada apenas em forma visual e as pessoas com deficiência visual são excluídas do acesso à informação. Isso diz respeito a domínios importantes como tarefas administrativas e da educação. Os desafios também estão relacionados à mobilidade. Os problemas muitas vezes implicam no fato de que as pessoas com deficiência visual viajam menos, e isso influencia sua vida pessoal e profissional podendo levar à exclusão social.

O objetivo das Tecnologias Assistivas é superar essas limitações. VANDERHEIDEN (2012) apresentou uma lista de Tecnologias Assistivas para pessoas cegas, na qual se inclui, escritas com Braille, símbolos táteis e desenhos de linha elevada. Isto também abrange dispositivos que se baseiam nessas modalidades, como monitores Braille, relógios e calculadoras falantes, leitores de tela ou descrição de áudio para televisão.

2.3 SISTEMAS SENSORIAIS HUMANOS

Para entender os desafios que uma pessoa com deficiência visual enfrenta, é necessário compreender as características dos sentidos e as diferenças que existem entre eles. A visão é o sentido no qual as pessoas dependem mais, mesmo que outros sentidos possam fornecer informações úteis, afirmam THINUS-BLANC e GAUNET (1997).

A Visão fornece uma grande quantidade de informações, (CATTANEO e VECCHI, 2011). É o sentido mais eficiente para a coleta de informações. No entanto, para algumas tarefas, este não é o sentido mais adaptado. Um exemplo é dado por Ungar (2000): ao se estar sentado em um trem parado, enquanto outro trem ao lado começa a se deslocar, a visão dá a sensação de se estar em movimento. É através da informação cinestésica que a pessoa identifica estar parado.

A maioria das atividades são baseadas na participação simultânea e interativa de diferentes sentidos. As trocas entre pessoas e seu ambiente são multimodais e devem ser integrados através de processos complexos (HATWELL, 2003). Para entender melhor, deve-se observar em separado os três sentidos que são mais comumente empregados em sistemas interativos: visão, audição e tato. Os sentidos de olfato e paladar são raramente empregados nas Tecnologias Assistivas, por isso não serão abordados nesta pesquisa.

2.3.1 Visão

Os sensores para a visão são os olhos. A visão funciona sem orientação direta de contato, permitindo a visualização simultânea de um grande campo espacial. Através deste sentido, é possível perceber objetos próximos e distantes (UNGAR, 2000), sendo este o único que permite essa percepção simultânea, possibilitando desta forma, uma visão global de um ambiente. Cada olho percebe uma imagem bidimensional plana, porém, o ser humano tem de fato, uma percepção tridimensional dos cenários resultante precisamente da fusão das duas imagens planas (que são distintas, cada olho tem uma perspectiva diferente do cenário em observação).

A visão binocular é, portanto, parte do sistema que permite ao ser humano a percepção da profundidade dos cenários que observam. Assim, é possível recriar uma imagem em 3D e obter informações sobre distâncias e profundidade, integrando

informações sobre convergência e disparidade de ambos os olhos, mas também na oclusão, tons, luz, gradientes de cor, textura, tamanho e informação (HINTON, 1993).

A visão destaca-se em diferentes campos, como a percepção de espaço, pontos de referência, direções, distâncias, orientação e velocidade de objetos em movimento. Ela tem a melhor resolução espacial de todos os sentidos, e é melhor adaptada para coordenar movimentos no espaço (CATTANEO e VECCHI, 2011) e para evitar obstáculos (HATWELL, 2003).

Em relação às limitações, a visão apresenta poucas funções de alerta quando comparada com outros sentidos (CATTANEO e VECCHI, 2011). Apesar de sua força em muitas áreas, a visão pode ser enganada (como exemplo, tem-se a ilusão do trem em movimento). Outras ilusões dizem respeito a percepção de tamanho, cor ou simetria.

2.3.2 Audição

Os sensores para audição são os ouvidos. O som é transmitido como uma onda sem que nenhum contato direto seja necessário. Em comparação com a visão, é mais difícil perceber e distinguir várias fontes por vez. A audição é melhor no tratamento de informações sucessivas, em uma ordem distinta, o que é importante tanto para a fala como para a música (HATWELL, 2003).

De fato, o discurso é um poderoso meio de comunicação que tem propriedades semelhantes ao texto escrito. A audição também está bem adaptada para perceber distâncias, como, a intensidade percebida do som diminui com o aumento da distância. O movimento de objetos pode ser reconhecido através de efeitos Doppler, ou seja, mudanças de frequência (NASIR e ROBERTS, 2007). Além disso, os objetos podem ser identificados com base no som específico que emitem (GAUNET e BRIFFAULT, 2005).

Em relação as limitações, a audição é um sentido vulnerável, mesmo que seja possível filtrar informações significativas de ruído, os sinais de áudio estão sujeitos a interferências, especialmente nas áreas urbanas. Além disso, não é possível reconhecer o objeto preciso como forma, tamanho, cor, textura ou material (GAUNET e BRIFFAULT, 2005).

As reflexões podem enganar a percepção de direção. Se o atraso temporal entre o som original e a reflexão é grande, percebe-se como eco (CATTANEO e VECCHI, 2011).

2.3.3 Tato

A percepção tátil, às vezes é referida como sentido somestésico ou sentido somático. Os últimos nomes deixam claro que o toque compreende diferentes tipos de percepção. Concretamente, existe três tipos de percepção tátil: cutânea, percepção cinestésica e háptica.

A percepção cutânea diz respeito ao toque da pele de qualquer parte do corpo que permanece imóvel. Isso é percebido por mecanorreceptores e termorreceptores na pele (LEDERMAN e KLATZKY, 2009). O processamento perceptivo apenas diz respeito a informações relacionadas aos estímulos aplicados à pele sem movimentos exploratórios. Os sensores para o toque estão espalhados por todo o corpo (HATWELL, 2003). A precisão da detecção do estímulo tátil é aumentada quanto maior for a densidade de receptores em um tamanho reduzido do campo receptivo (CATTANEO e VECCHI, 2011). Por esta razão, a precisão do tátil com percepção na ponta dos dedos é superior às demais partes do corpo.

A percepção cinestésica é baseada na deformação de mecanorreceptores em músculos, tendões e articulações, como no sistema braço-ombro (GENTAZ, 2003). O sentido cinestésico percebe a posição relativa e o movimento das partes do corpo. Os receptores fornecem informações sobre o comprimento dos músculos e a velocidade.

A percepção háptica envolve a combinação de percepções cutâneas e cinestésicas de maneira complexa ao longo do espaço e do tempo (GENTAZ, 2003). É um processo que combina a percepção cutânea com o movimento, por exemplo, quando explorando um objeto tridimensional. A percepção cutânea é referida como passiva e a percepção háptica como ativa (GOLLEDGE, RICE, e JACOBSON, 2005). Enquanto permanece passiva, a pessoa tende a concentrar sua atenção em suas próprias sensações corporais. Ao explorar ativamente, as pessoas tendem a se concentrar nas propriedades do ambiente externo (LEDERMAN e KLATZKY, 2009).

Durante a percepção tátil, o contato direto com o ambiente percebido precisa ser estabelecido e a percepção é limitada à zona de contato (HATWELL, 2003). A percepção do toque difere da visão na medida em que não há periféricos de percepção. Além disso, em contraste com a visão, a percepção do toque é sequencial, ou seja, precisa-se explorar uma peça do objeto por parte.

Em contraste com a audição, o toque é segmentado e a ordem de percepção não é fixa, ou seja, pode-se decidir em que ordem explorar um objeto, mas não em que ordem escuta-se as notas de uma peça musical. As sensações da pele cessam assim que o contato físico termina. Os objetos não examinados devem ser mantidos na memória e as pistas não estão disponíveis para chamar a atenção em qualquer direção particular (UNGAR, 2000). Isso implica uma alta carga para a memória de trabalho, pois a pessoa precisa fazer um esforço mental para integrar uma representação unificada de um objeto ou ambiente (HATWELL, 2003). Portanto, (HINTON, 1993) argumenta que cada percepção tátil tem dois componentes, sensorial e memória.

2.4 MAPAS TÁTEIS E COGNIÇÃO ESPACIAL

2.4.1 Cognição Espacial

Montello (2001) define a cognição espacial como o estudo do conhecimento e das crenças sobre propriedades espaciais de objetos e eventos no mundo. Mapa cognitivo é outro conceito importante e foi estudado por Tolman, (1948) que investigou a cognição espacial em ratos. Sinônimos para mapa cognitivo incluem mapa imaginário, mapa mental, imagem ambiental, imagem espacial, esquema espacial e representação espacial (SIEGEL e WHITE, 1975). DOWNS E STEA (1973) definiram mapas cognitivos como sendo abrangentes representações do ambiente, criados a partir de informações agregadas. Mapas cognitivos contêm informações sobre marcos, conexões de rota, distância e direções, mas também pode incluir atributos não espaciais e associações emocionais (MONTELLO, 2001).

O conhecimento espacial é adquirido, armazenado, recuperado, manipulado e usado. Diferentes mecanismos são utilizados para tratar esse conhecimento, inclusive sensação, percepção, pensamento, imagens, memória, aprendizagem, linguagem, raciocínio e resolução de problemas. O conhecimento espacial, na maioria dos casos, é resultado de conexões intersensoriais (para pessoas com visão principalmente visual-motor-cinestésicas), onde não se aplica um único sentido (SIEGEL e WHITE, 1975). Alternativamente, as pessoas adquirem conhecimento sobre o espaço indiretamente

através de meios simbólicos, como mapas e imagens, modelos 3D e descrições verbais (GAUNET e BRIFFAULT, 2005; JACOBSON, 1996; PICARD e PRY, 2009).

2.4.2 Armazenando Informações Espaciais

A memória espacial é composta por um curto prazo, memória de trabalho, e a longo prazo, memória espacial (GIUDICE et al., 2013). A memória de trabalho espacial permite imaginar *layouts*, executando rotações mentais e navegando sem imediato suporte perceptual. A memória espacial a longo prazo permite o planejamento de viagens (caminhamento) e reconhecimento de marcos conhecidos. Diferentes testes espaciais mostraram que as representações na memória de curto prazo correspondem a uma perspectiva egocêntrica, enquanto que representações na memória de longo prazo correspondem a uma perspectiva alocativa (CATTANEO e VECCHI, 2011).

A entrada de curto prazo pode ser entrada perceptual (visão, audição e toque), de linguagem e conhecimento existente em memória de longo prazo. Loomis, Klatzky e Giudice (2013) introduziram o termo imagem espacial como uma memória de trabalho ativa na representação de locais no ambiente tridimensional. Existe um debate sobre como a entrada de diferentes fontes é armazenada em memória espacial de curto prazo (PICARD e MONNIER, 2009).

Isso sugere que existem mecanismos cognitivos comuns para ambas as modalidades. Além disso, eles observaram equivalência funcional entre o sentido tátil e visual para aprender arranjos espaciais, quando o sentido visual é restrito à entrada em série (como é o caso para o sentido tátil). Essas descobertas argumentam contra a teoria do armazenamento separado para participar de diferentes modalidades. Da mesma forma, Loomis et al (2013) observaram funcionalidades equivalentes dos sentidos em diferentes experimentos. Além disso, Giudice et al. (2013) relataram que essas diferentes fontes levaram a representações compostas que eram insensíveis às origens do conhecimento. Para resumir, esses estudos sugerem que a entrada espacial de diferentes modalidades é armazenada em uma memória comum de curto prazo.

2.4.3 Leitura de mapas e mapeamento cognitivo

Em resumo, foi observado ao longo de vários estudos que a memória de curto prazo para o sentido tátil é menos funcional do que para visão. No entanto, essa vantagem para o sentido visual desapareceu quando a visão foi limitada a uma pequena abertura (PICARD e MONNIER, 2009). Com base nessa descoberta, pode-se formular a hipótese de que as desvantagens para o sentido tátil em relação à identificação das estruturas são devidas ao caráter serial do toque - em comparação com a visão que é quase paralelo.

Wijntjes, et al. (2008) observaram pessoas com visão explorando desenhos em alto relevo. Os participantes memorizaram os contornos corretamente e foram capazes de desenhá-los, mas só podiam identificá-los visualmente ao ver seu desenho. Essa experiência conclui que as capacidades mentais necessárias para a identificação de desenhos em alto relevo eram inadequadas. Outro fator importante é que, ao aumentar os tamanhos dos desenhos, também aumenta a capacidade de armazenamento da memória dos participantes.

2.5 PROJETO E PRODUÇÃO DE MAPAS TÁTEIS

A Cartografia é um meio de comunicação de informações geográficas. O mundo real é complexo, para ser representado é necessário selecionar as informações que irão constituir o mapa. A produção do mapa é uma atividade de engenharia, portanto requer um projeto. As questões iniciais são: Qual é o propósito do mapa? Qual o público alvo, os usuários?. Se o mapa tem como tema geologia, dados de censo ou bacias hidrográficas, a sua finalidade auxiliar os usuários na compreensão espacial de determinado fenômeno.

No Projeto Cartográfico são estabelecidos métodos e processos a serem executados de acordo com a finalidade da utilização do mapa. Os processos de abstração e generalização cartográfica são aplicados em primeiro lugar. Como resultado tem-se uma representação simplificada ou aproximada do mundo real. A representação cartográfica é executada empregando pontos, linhas, área, textos, cores e texturas. A simbolização e a seleção das entidades a serem representadas é necessária.

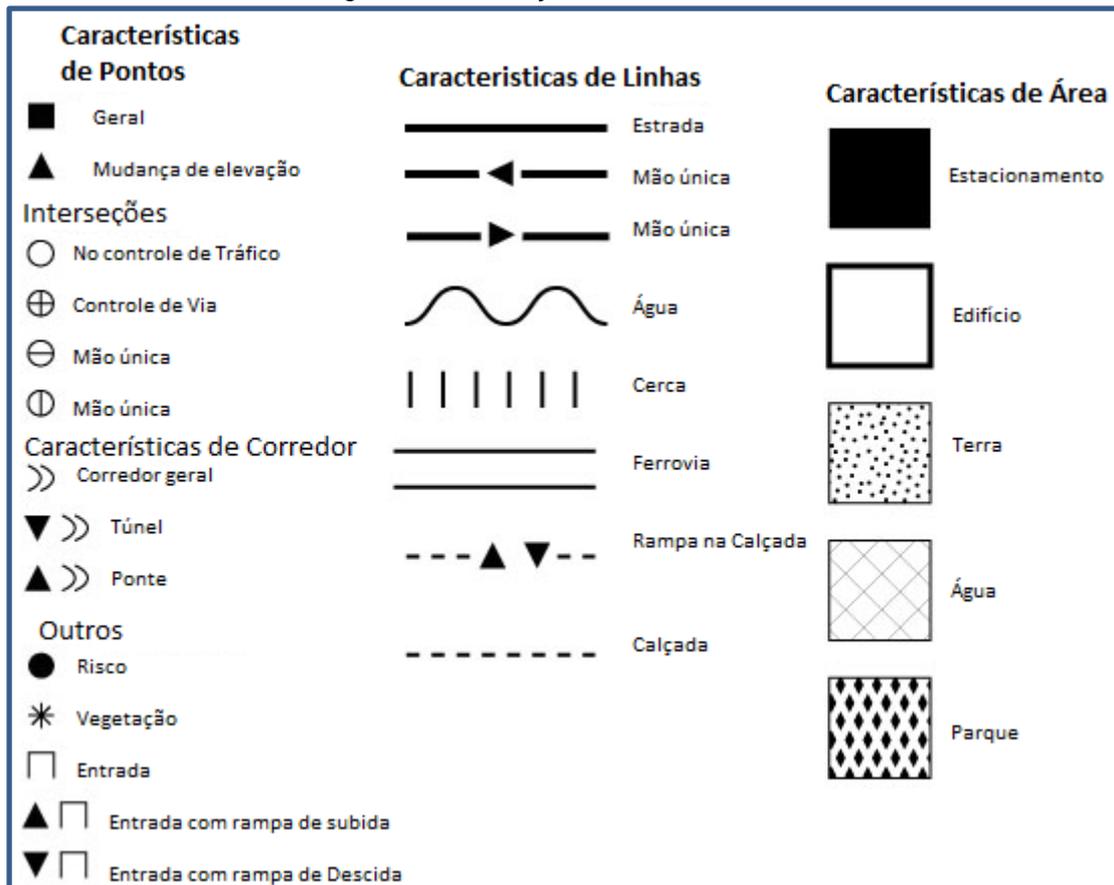
Quando os deficientes visuais são os usuários dos mapas, o projeto requer uma atenção especial. Quando se refere ao termo convenção, trata-se do modo usual de fazer as coisas. As convenções cartográficas fazem parte do projeto de mapas e seguem

diretrizes básicas e repetidas. As diretrizes se aplicam a vários elementos do mapa como título, escala do mapa, legenda, tamanho do texto, posicionamento do texto e símbolos (incluindo seleção e posicionamento).

O uso de convenções cartográficas resulta na construção de previsibilidade e familiaridade para o usuário de mapas, permitindo que se concentrem no conteúdo do mapa. Portanto, uma questão-chave para o desenvolvimento de convenções cartográficas para mapas táteis é a pesquisa repetida e de longo prazo, visando identificar as formas usuais das convenções cartográficas para os deficientes visuais.

Lobben e Lawrence (2012) fizeram uma pesquisa visando determinar as convenções e símbolos para o mapa tátil. Os símbolos táteis foram estudados como o primeiro foco, pois são os recursos que representam a realidade e os dados geográficos. Cada símbolo deve ter um significado a ser decifrado e transformado mentalmente pelo usuário de mapas em um conceito do mundo real, a vegetação, por exemplo. Um símbolo não pode diferir de mapa tátil para outro. Principalmente, quando o propósito do mapa é auxiliar no ensino da geografia para deficientes visuais. O conjunto inicial de símbolos, Figura 2, foi construído com base em pesquisas dos seguintes autores: Heath (1958), Morris e Nolan (1961), Wiedel (1966), Nolan e Morris, (1971), Lambert e Lederman (1989), Coulson (1991) Campbell (1997), Eriksson (1999), Perkins (2002), Rowell e Ungar (2003) – reunidas em Lobben e Lawrence (2012)

Figura 2 - Convenção de Símbolos Táteis



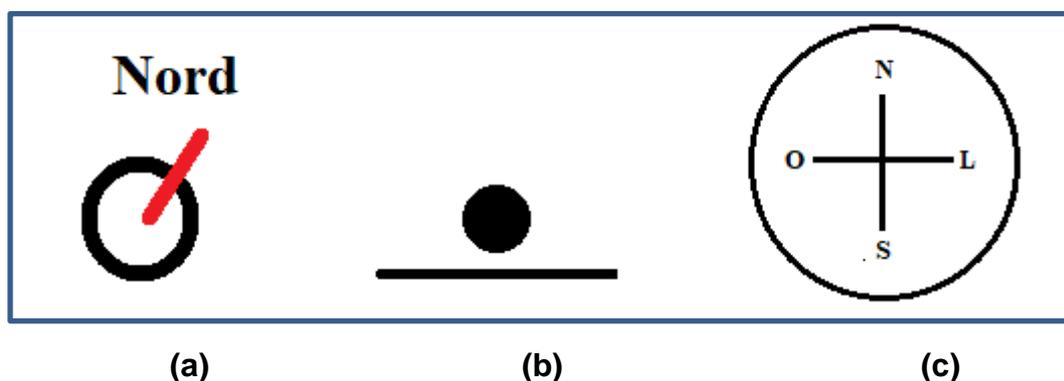
Fonte: Adaptada, Lobben e Lawrence, (2012)

O conjunto de símbolos do mapa tátil, Figura 2, reúne as principais características para a navegação de um deficiente visual em uma área urbana. A figura contém vinte e oito símbolos táteis que representam características comuns da rede de ruas, tais como estradas, calçadas, tipos de interseções, entradas, mudanças de terreno, parques, água. O conjunto de símbolos está disponível para download e impressão tátil no site do SMCRL-Spatial and Map Cognition Research Laboratory <http://geog.uoregon.edu/maps/tactilesymbols.jpg>

2.5.1 Orientações Geográficas

Não existe convenção internacional para símbolo de orientação geográfica, por isso, cada instituição elabora o seu próprio. A Figura 3 apresenta três exemplos de orientações geográficas produzidas por diferentes instituições e na Tabela 2 é mostrado padrões estabelecidos para mapas de pequena escala.

Figura 3 - Símbolo (a) criado pela ONCE – Organizacción de los Ciegos Espanholes, (b) criado pelo LABTATE – Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar, e (c) criado e utilizado pelo IBC – Instituto Benjamin Constant



Fonte: Adaptada: Silva e Silva (2013)

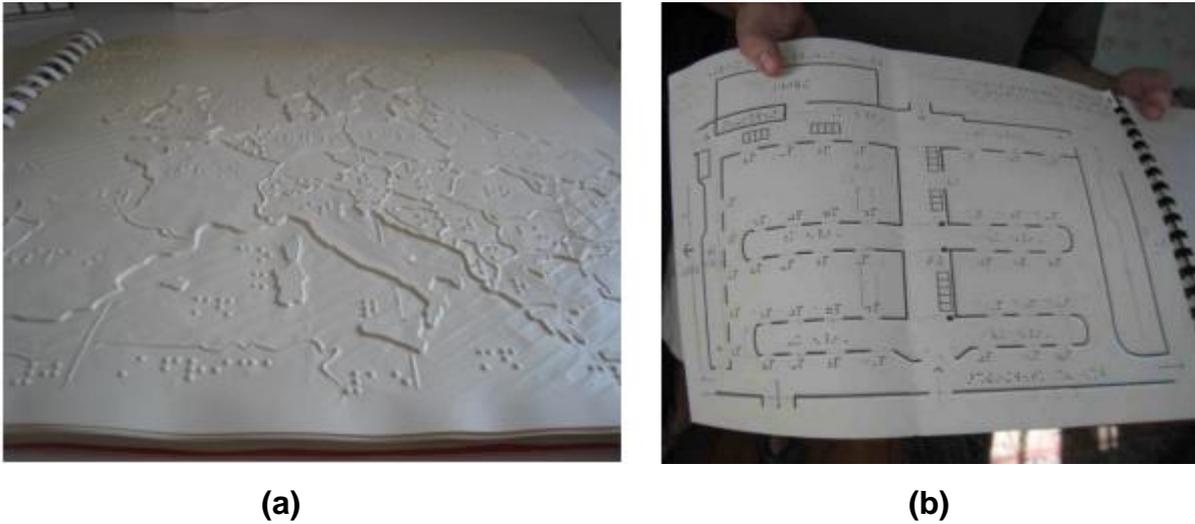
Tabela 2 - Símbolos para mapas táteis de pequena escala.

Nome	Símbolo
Oceano Glacial Ártico	⊖
Oceano Glacial antártico	⊕
Oceano Pacífico	♌
Oceano Atlântico	♍
Oceano Índico	♎
Trópico de Câncer	☺
Equador	⊙
Trópico de Capricórnio	☾
Meridiano de Greenwich	λ

Fonte Adaptada: Loch (2009).

Na produção dos mapas e imagens táteis são empregados diversos métodos, alguns para grandes quantidades envolvendo tecnologias adequadas e outros para pequenas quantidades, podendo ser feito de forma artesanal. Os métodos mais comuns na produção de grandes quantidades são os métodos por formação de vácuo e o outro por papel microcápsula, que é sensível ao calor. Ambos são apresentados na Figura 4.

Figura 4 - Principais métodos de produção de mapas táteis. (a) Mapa da Europa, produção por vácuo. (b) Mapa de um terminal de ônibus, em papel microcapsulado, alto relevo.

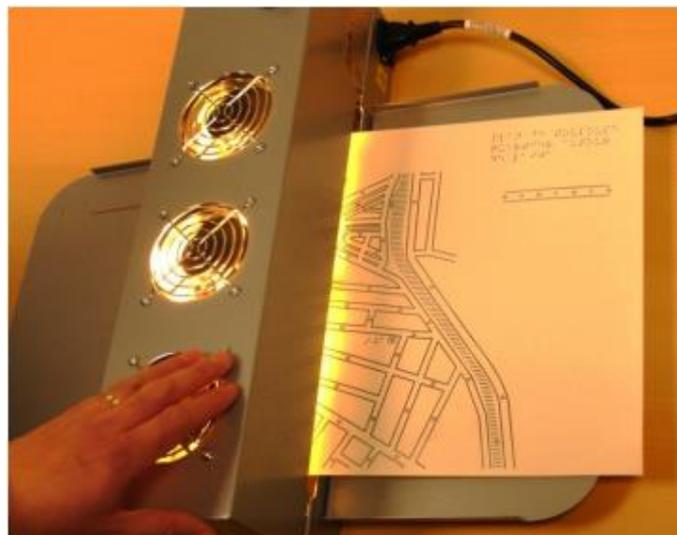


Fonte: BLOCK (2010).

A formação de vácuo (Figura 4a), também chamada de termoformação, é uma técnica que permite a reprodução de várias imagens ao mesmo tempo. Uma folha de plástico é colocada em uma máquina específica e aquecida enquanto passa pelo processo de vácuo. A folha permanece no vácuo até atingir a formatação requerida. Com este método, é possível criar linhas em baixo e alto relevo, bem como vários níveis de altura, o que pode melhorar a legibilidade da imagem.

Com o papel microcápsula, Figura 4b, o desenho do mapa pode ter mais detalhes, como por exemplo, inserção de cor, simbologia mais detalhada e código Braille. A Figura 5 apresenta um exemplo da produção por microcápsula.

Figura 5 – Mapa Tátil sendo passado pelo aquecedor



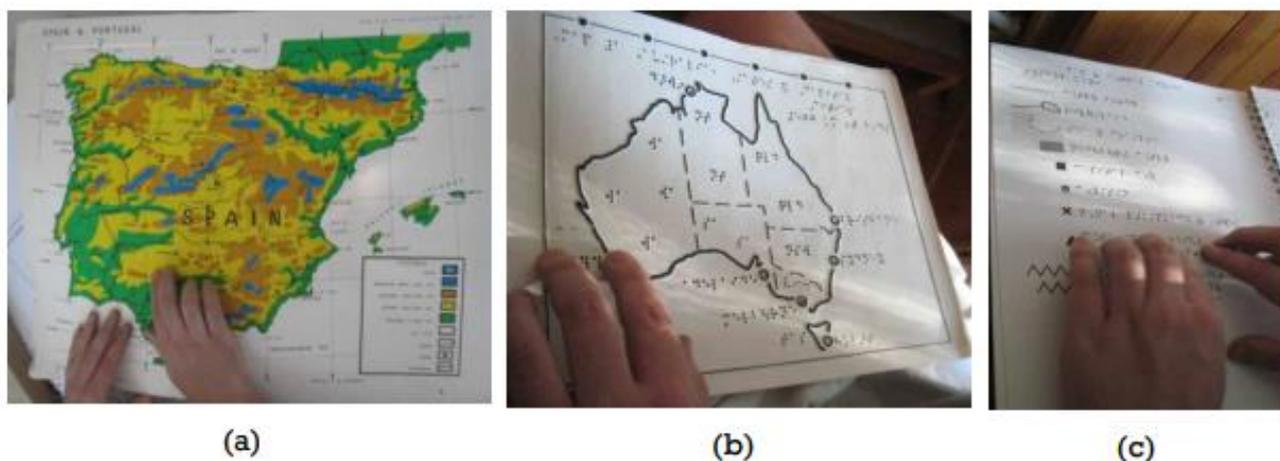
Fonte: BLOCK (2010).

O método da microcápsula trabalha com uma impressora normal, mas o papel é especial e é necessário um aquecedor. O mapa é impresso em papel que contém microcápsulas de álcool em seu revestimento. Como a tinta preta absorve mais calor, as cápsulas de álcool expandem quando o papel é passado no aquecedor (EDMAN, 1992). O método de produção é fácil e os custos são menores do que para formação a vácuo (LOBBEN e LAWRENCE, 2012). A impressora é uma impressora a jato de tinta normal.

As imagens podem ser preparadas usando um computador e impressora. A imagem resultante é perceptível tanto de forma tátil quanto visual, permitindo assim compartilhamento das informações entre pessoas deficientes visuais ou não, atendendo um dos objetivos da LDB – Lei de Diretrizes e Bases para educação inclusiva.

Quanto ao tipo de mapa, existem dois que são os principais para deficientes visuais que dependem do grau de deficiência do indivíduo, são: mapas coloridos para pessoas com visão residual, produzidos a vácuo; mapas em Braille para pessoas cegas, produzidos em papel microcápsula com legenda em Braille que acompanha o mapa. Os exemplos de mapas estão na Figura 6 e 7.

Figura 6 - Diferentes tipos de mapas para deficientes visuais. (a) Mapa colorido para pessoas com visão residual, produzida por formação de vácuo. (b) Mapa em Braille para pessoas cegas, produzido em papel microcápsula. (c) Legenda que acompanha um mapa Braille.

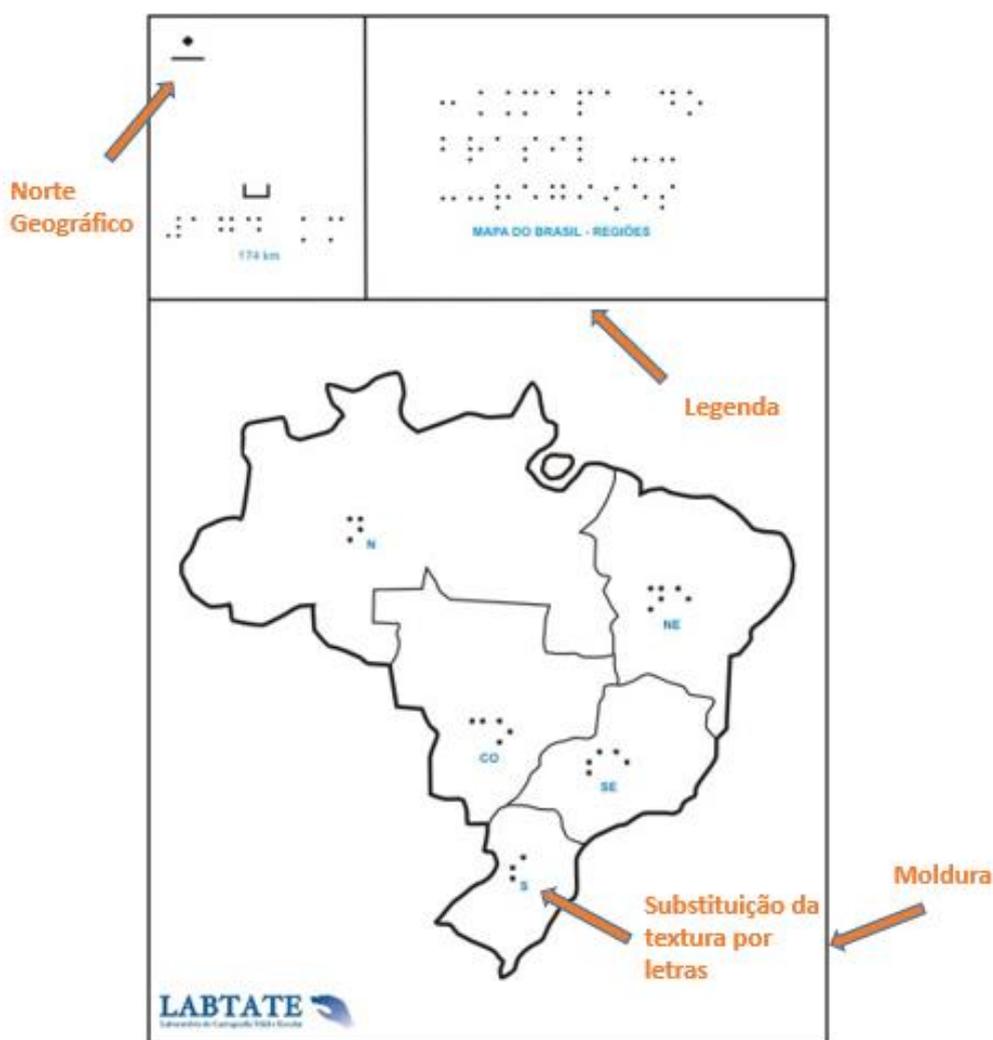


Fonte: BLOCK (2010)

A Figura 6 (a) mostra um mapa tátil de plástico feito a vácuo, que contém informações de relevo. Quando há mudança de informação este mapa muda de textura e de cor facilitando o entendimento do usuário. As informações adicionais neste tipo de mapa são apresentadas através de texto legível. Assim, destina-se a pessoas com visão residual inclusas na categoria 0 e 1, da Tabela 1.

O mapa na Figura 6 (b) foi produzido em papel microcapsulado. O mapa é feito sempre em preto e branco. O texto é representado em braille. As pessoas usuárias deste tipo de mapas se enquadram na categoria igual ou maior que 2 da Tabela 1. Na Figura 7 é apresentado o mapa do Brasil disponível no LABTATE - Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar da Universidade Federal de Santa Catarina, produzido em papel cartão.

Figura 7 - Mapa tátil do Brasil, Padrão LABTATE,



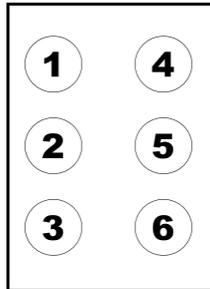
Fonte: LOCH, (2009). Disponível em: http://www.labtate.ufsc.br/cartografia_tatil.html

2.6 SISTEMA BRAILLE

Braille é um alfabeto em alto relevo. Foi inventado por Louis Braille, em 1824, e hoje é o sistema internacional de escrita padrão para pessoas cegas. É usado em muitos países para texto, música, matemática e até mesmo informática. Cada letra no alfabeto é uma célula retangular composta de 6 a 8 pontos. Uma Célula Braille pode ser inteiramente coberta pela ponta do dedo (CATTANEO e VECCHI, 2011).

De acordo com HATWELL (2003), o Braille é bem adaptado às capacidades sensoriais do dedo indicador. No entanto, argumenta que é um grande desafio aprendê-lo, devido à ausência de aspectos semânticos e fonológicos. Na Figura 8 mostra o modelo da Célula Braille, e a Figura 9 alfabeto Braille com um exemplo de código impresso.

Figura 8 - Célula Braille



Fonte: O autor, (2018)

Figura 9 - Alfabeto Braille, com ilustração da impressão.

	A	B	C	D	E	F	G	
	H	I	J	K	L	M	N	
	O	P	Q	R	S	T	U	
	V	W	X	Y	Z			

EM PORTUGUÊS

casa

...

↑

Código Braille impresso

EM INGLÊS

house

...

↑

Código Braille impresso

Fonte: O autor, (2018).

Como pode ser visto na Figura 9, o código Braille se adapta ao idioma nativo do usuário, bastando na maioria dos casos, usar as células correspondentes a palavra que se deseja escrever. A palavra casa, em português, exemplo na Figura 9, possui quatro

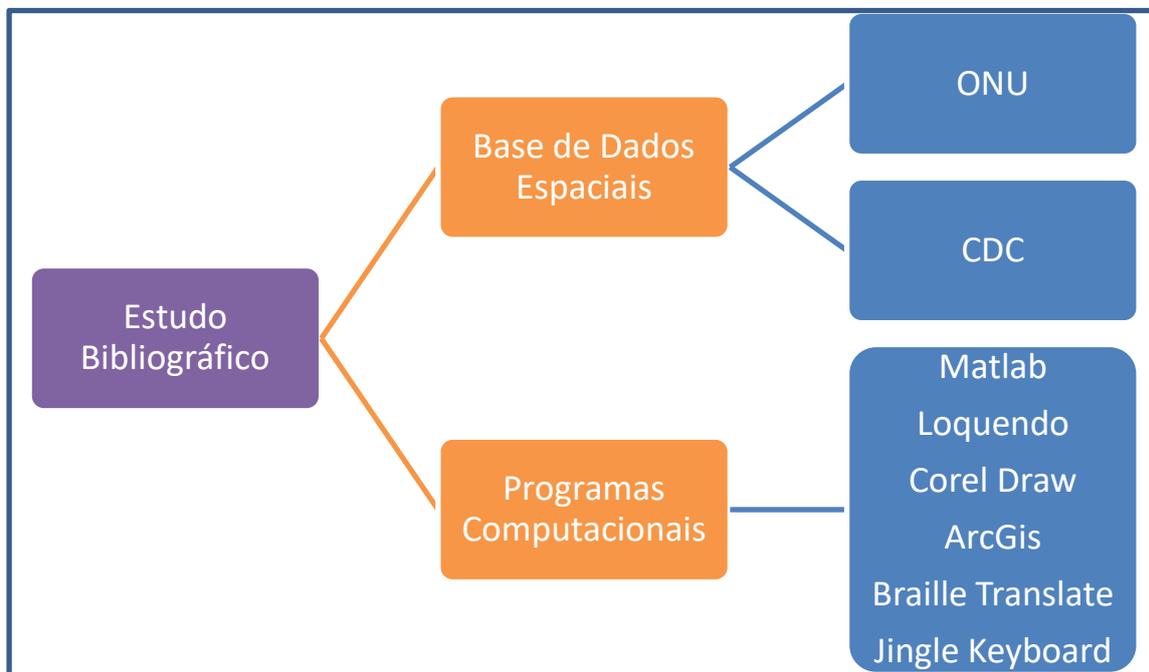
células, em inglês, house necessita de cinco células. O significado é o mesmo e a grafia é que é diferente. O exemplo foi usado para mostrar que o Braille não é um idioma, e sim, um código de transcrição. Por esse motivo, é usado em todo o planeta para a alfabetização de deficientes visuais.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento da pesquisa teve início com o embasamento teórico. As Tecnologias da Geoinformação foram empregadas em seis etapas, dispostas sequencialmente, para alcançar os objetivos propostos. Para isso, utilizou-se um conjunto de *softwares* e banco de dados, além de recursos de som e imagem, para comunicação entre o aplicativo e o usuário, e impressão de mapa tátil padronizado. A Figura 10 apresenta as etapas para implementação da pesquisa.

Figura 10 - Fluxograma do processo metodológico



(Fonte: O autor, 2018)

3.2 BASE DE DADOS ESPACIAIS

- 193 Países membros da ONU – Organização das Nações Unidas.

- Padrão de Mapa Tátil do LABTATE – Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar.
- População 2017 da UNFPA - Fundo de População das Nações Unidas.
- Arquivos *shapefiles* do CDC – Centro de Controle de Doenças.

3.2.1 Organização das Nações Unidas – ONU

Como a pesquisa trata de um Atlas Mundial, em Braille, foi necessário definir um banco de dados confiável para quantificar quais e quantos são os países existentes no mundo. A opção mais indicada foi a ONU, que é uma organização internacional formada por países que se reuniram voluntariamente para trabalhar pela paz e o desenvolvimento mundial. O direito de tornar-se membro das Nações Unidas cabe a todas as nações amantes da paz que aceitarem os compromissos da carta e que, a critério da Organização, estiverem aptas e dispostas a cumprir tais obrigações.

Além disto, para fazer parte da ONU, o país precisa ter fronteiras definidas, sustentação econômica e ter governo nacional. A Tabela 3 mostra a lista de países que não fazem parte da ONU e, conseqüentemente, não foram atribuídos dados ao atlas mundial proposto nesta pesquisa.

Tabela 3 - Países não membros da ONU.

Bandeira	Nome	Motivo
	Taiwan	Não é independente.
	Samoa	É um território cedido aos Estados Unidos.
	Saara Ocidental	É considerado propriedade do Marrocos.
	Ilhas Malvinas	É considerado colônia Britânica.
	Groelândia	É considerado Território da Dinamarca.
	Hong Kong	Região administrativa da China. Ex-colônia Britânica.
	Palestina	Não é reconhecido como Estado.
	Porto Rico	É considerado Território Americano.

Fonte: Autor (2018)

A ONU possui hoje 193 Países-membros. No Apêndice desta dissertação contém a lista completa de todos os países que fazem parte das Nações Unidas, assim como a data de sua admissão na Organização.

3.2.2 Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar – LABTATE

O LABTATE é referência na produção de materiais táteis para ensino da cartografia, sendo procurado por um grande número de pessoas que querem conhecer mais sobre estes recursos escolares para sala de aula. O portal LABTATE, que fica no endereço eletrônico http://www.labtate.ufsc.br/cartografia_tatil.html, disponibiliza o acervo de mapas padronizados disponíveis para *download* sem a necessidade de registro prévio. Os mapas podem ser confeccionados de acordo com as instruções contidas no próprio *site*. Também existem vídeos explicativos e artigos produzidos por pesquisadores do Laboratório.

Apesar do atendimento de algumas solicitações pontuais para a confecção de materiais cartográficos, o foco do Laboratório é o desenvolvimento de projetos e pesquisas na área da Cartografia Tátil, com a criação de materiais dentro de um padrão cartográfico baseado em pesquisas nacionais e internacionais. Desta maneira, os trabalhos desenvolvidos são pensados para serem seguidos e reproduzidos por instituições especializadas de todo o País (LOCH, 2009). Devido aos resultados positivos e a relevância nacional do LABTATE, optou-se por padronizar os mapas do atlas mundial dentro do padrão proposto pelo Laboratório. O Atlas também será disponibilizado gratuitamente na web. Espera-se com isso aumentar o acervo de mapas táteis no País.

3.2.3 Fundo de População das Nações Unidas – UNFPA

O UNFPA é um organismo da ONU responsável por todas as questões populacionais do planeta. Trata-se de uma agência de cooperação internacional para o desenvolvimento que promove o direito de cada ser humano, (mulher, homem, jovem e criança) a viver uma vida saudável, com igualdade de oportunidades para todos.

A Agência apoia os países na utilização de dados sociodemográficos para a formulação de políticas e programas de redução da pobreza. Também elabora um relatório anual e apresenta indicadores sociodemográficos atualizados para todos os países, além

de formular uma análise detalhada sobre um tema significativo para a agenda global de população e desenvolvimento.

Um fato importante, é que o UNFPA ajuda os países que não tem condição financeira de bancar o seu próprio censo populacional, financiando e regulando agências de controle. Todos os relatórios estão disponíveis gratuitamente no endereço <http://unfpa.org.br/novo/index.php/situacao-da-populacao-mundial>. O relatório anual sempre é disponibilizado no mês de dezembro de cada ano. Então, o Atlas foi formulado com população 2017 de cada país do relatório UNFPA 2017 que é o mais recente.

3.2.4 Centro de Controle de Doenças – CDC

Considerando que os limites dos países são informações básicas do Atlas, foi decidido usar os dados do CDC - Centers for Disease Control and Prevention, que é um órgão que visa atender necessidades emergentes em todo o planeta para controle de doenças. O Software *Epi Info*, de domínio público criado pelo CDC, possui em seu banco de dados os arquivos shapefiles de todos os países. No site <http://wwwn.cdc.gov/epiinfo/html/shapefiles.htm> é possível fazer *download* dos arquivos em shapefiles.

3.3 PROGRAMAS COMPUTACIONAIS

- Matlab 2013Ra.
- Loquendo TTS 7.
- ArcGIS 10.2.2.
- CorelDRAW Graphics Suite 2017.
- Braille Translate / SimBraille.
- Jingle Keyboard 2.4.

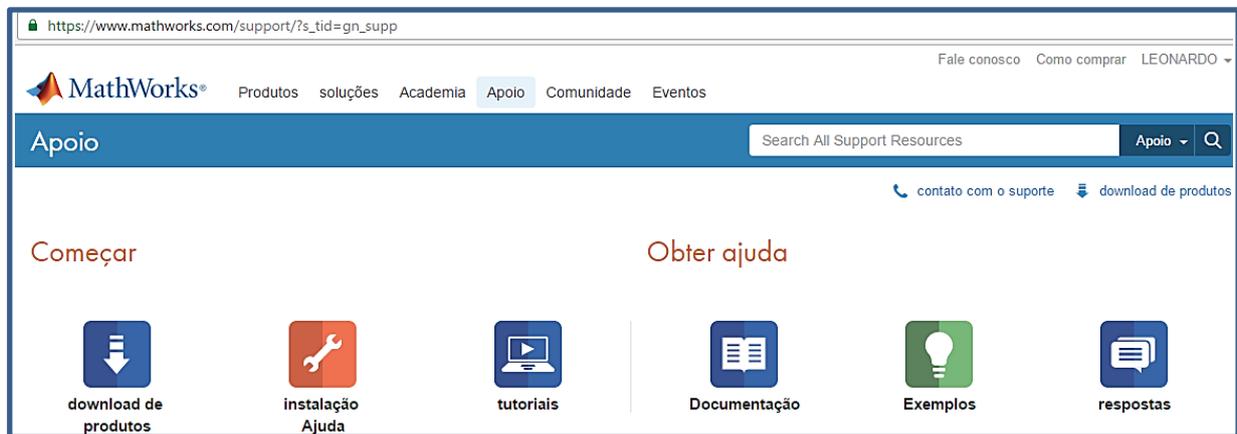
3.3.1 Matlab 2015 Ra

O Matlab é um *software* de alta performance voltado para o cálculo numérico. Ele integra análise numérica, cálculo com matrizes, processamento de sinais e construção de gráficos, onde problemas e soluções são expressos somente como são escritos

matematicamente, ou seja, as expressões são inseridas no programa quase da mesma forma que são escritas no modelo matemático. Com isso, esse *software* permite a resolução de muitos problemas numéricos em apenas uma fração do tempo que se gastaria para escrever um programa semelhante em linguagem Fortran, Basic ou C.

O Matlab 2015 está disponível para *download* grátis, por 15 dias, no endereço <https://www.mathworks.com/programs/trials>. Para fazer o *download* o usuário deverá criar uma conta no *site* do desenvolvedor. A conta possibilita acesso gratuito ao fórum de discussões, além de tutoriais, exemplos e documentação de *Toolbox* mais utilizadas. A Figura 11 apresenta as opções disponíveis no site da Mathwork para usuários que possuem conta.

Figura 11 - Página da Mathwork para suportes de usuários. (Disponível em: <https://www.mathworks.com/>)



O Matlab propicia alguns recursos prontos para a leitura e reprodução de arquivos de sons. A função *sound(y)*, por exemplo, converte um vetor *y* de valores em som. O vetor é auto-escalonado de modo que máximo e mínimo valores em *y* correspondam à máxima e mínima amplitude permitidas pelo *hardware* de som do computador. O som é produzido na taxa de amostragem pré-ajustada, sendo assim, a função *sound(y, Fs)* reproduz o som do vetor (*y*) na frequência *Fs*.

Outra função importante, que foi usada para reproduzir os sons, chama-se *wavread*. Ela permite carregar para o ambiente Matlab arquivo sonoro pré-definido e produzido pelo programador ou por alguma outra fonte externa (uma música por exemplo).

Exemplo 1: `[y, Fs, Formato] = wavread(wavefile)` carrega um arquivo em formato `.wav` retornando os dados amostrados na variável *y*, a taxa de amostragem na variável *Fs* e

informação de formato do arquivo .wav na variável Formato. A informação de formato é um vetor de 6 elementos, são:

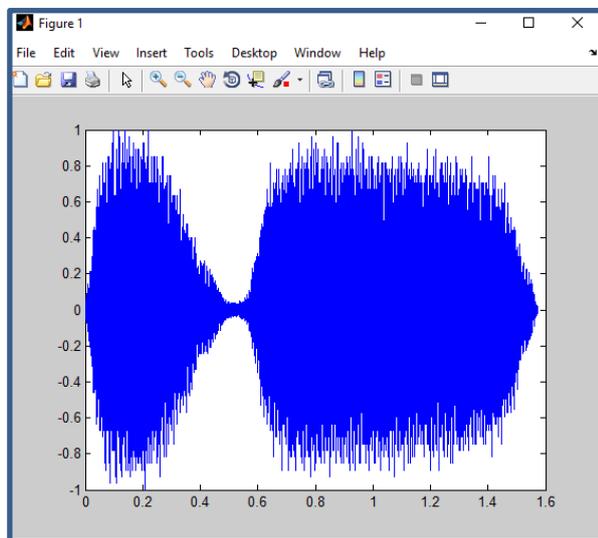
- Formato(1) Formato dos dados (sempre PCM);
- Formato(2) Número de canais;
- Formato(3) Taxa de amostragem (F_s);
- Formato(4) bytes per second, amostragem média;
- Formato(5) Alinhamento em bloco dos dados;
- Formato(6) Bits por amostra.

Alguns arquivos.MAT no diretório \toolbox\matlab\sounds do Matlab contém exemplos de sons digitalizados; cada um desses MAT-file contém um vetor y com as amostras de som e um escalar F_s definindo a frequência de amostragem associada.

Exemplo 2: O algoritmo carrega o arquivo train.mat, reproduz o som (apito de uma locomotiva) e plota o gráfico, Figura 12 correspondente:

```
load train
sound(y,Fs)
t=(0:length(y)-1)/Fs;
plot(t,y)
```

Figura 12 - Plotagem do gráfico do som de uma locomotiva.



Fonte: O autor, (2018)

Exemplo 3: Ajustar os limites de som para ± 1 e gerar um tom de 1khz usando uma frequência de amostragem de 8192hz. Dobrar e reduzir pela metade os limites de som e verificar o resultado audível.

```
saxis([-1 1])  
t=(0:10000)/8192;  
y=sin(2*pi*1000*t);  
sound(y,8192)  
saxis([-2 2])  
sound(y, 8192)  
saxis([-5 .5])  
sound(y,8192)
```

Nesta pesquisa, os áudios do *software* desenvolvido foram todos produzidos pelo autor e programados de acordo com o Exemplo 1.

3.3.2 Loquendo TTS 2.3

Um *software* italiano desenvolvido pela *Loquendo S.P.A*, que opera no setor de tecnologia, processamento vocal, produzindo sistemas através da síntese de voz e da interação vocal homem-máquina, como o reconhecimento e autenticação ou execução de um dado comando por voz. A *Loquendo S.P.A* foi comprada pela empresa *Nuance Communications* que é uma empresa de *software*, sediada em *Burlington, Massachusetts* nos Estados Unidos.

A *Nuance Communications* desenvolve *softwares* para processamento de imagens e de voz. Os produtos de reconhecimento de voz são usados pelas maiores companhias telefônicas do mundo. Na Figura 13 é apresentado a interface do Loquendo, e na Figura 14 as opções de vozes que o usuário pode instalar. Com uso desta ferramenta pode-se transformar qualquer texto digitado em um arquivo sonoro, em diferentes idiomas.

Figura 13 - Interface Gráfica do Loquendo TTS 2.3 (Disponível em: www.nuance.com)

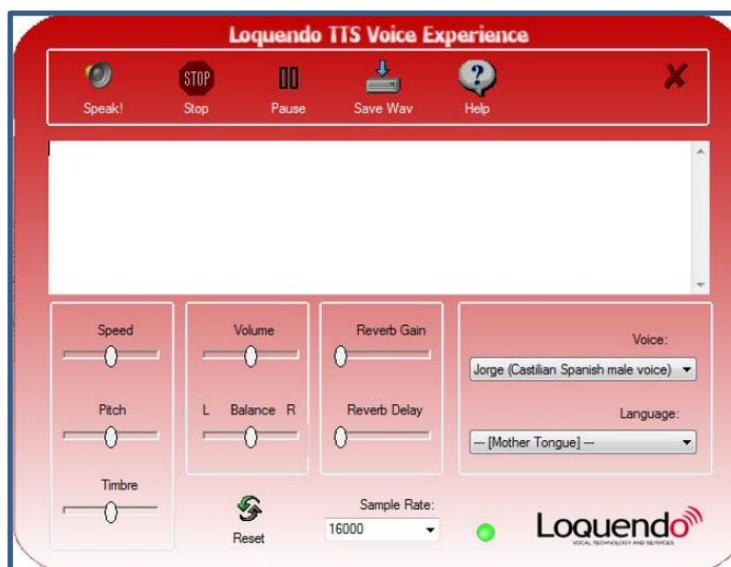
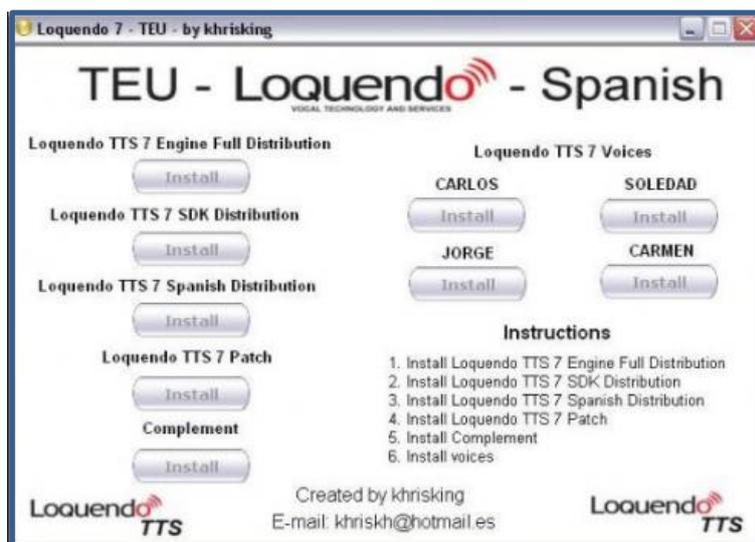


Figura 14 - Instalador de vozes Loquendo TTS (Disponível em: www.nuance.com)



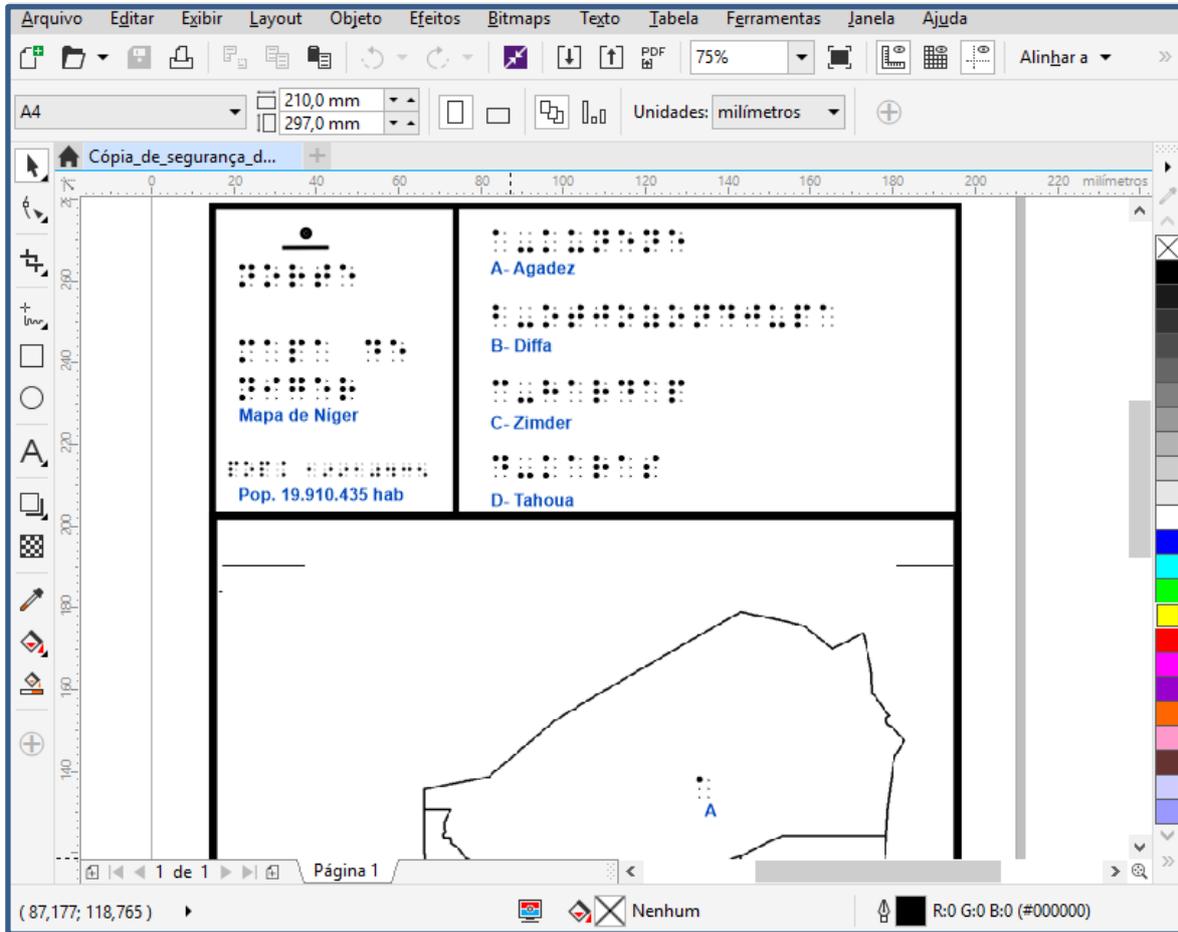
O *Loquendo* usa para o Português do Brasil a frequência de voz da Fernanda para distribuir voz para empresas como Google, Avast, Windows, entre outras.

3.3.3 CorelDRAW Graphics Suite 2017

O programa é de desenho vetorial bidimensional para *design* gráfico desenvolvido pela *Corel Corporation*, no Canadá. É um aplicativo de ilustração vetorial e *layout* de página que possibilita a criação e a manipulação de vários produtos, como, por exemplo: desenhos artísticos, publicitários, logotipos, capas de revistas, livros, entre outros. Na Figura 15, é mostrado a interface do CorelDRAW e a moldura do país Níger sendo criado

em folha de tamanho A4 conforme o padrão do LABTATE, na Figura 7.

Figura 15 - Trecho do Mapa Padronizado de Níger em CorelDraw 2017 no padrão do LABTATE



Fonte: O autor, (2018)

Uma das vantagens do CorelDRAW é justamente a possibilidade de medir tudo que está em tela, sendo este o principal atributo para definir a moldura e os tamanhos das células Braille.

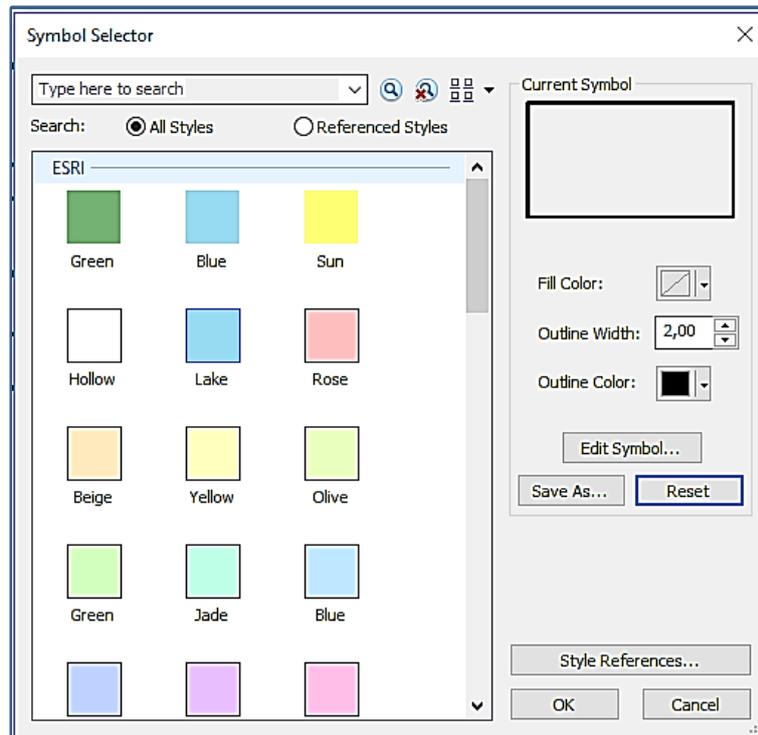
3.3.4 ArcGIS 10.2.2

O ArcGIS é um pacote de *softwares* da ESRI – Environmental Systems Research Institute, de elaboração e manipulação de informações vetoriais e matriciais para o uso e gerenciamento de bases temáticas. O ArcGIS disponibiliza em um ambiente SIG uma gama de ferramentas de forma integrada. O *software* está organizado de forma compreensível e intuitiva e estruturado em três módulos funcionais: ArcCatalog; ArcMap e ArcToolbox. O uso dos três módulos permite desempenhar desde tarefas simples até as

mais complexas, incluindo a gestão de dados geográficos, construção de cartografia, análise espacial, edição avançada de dados e conexão com base de dados externas.

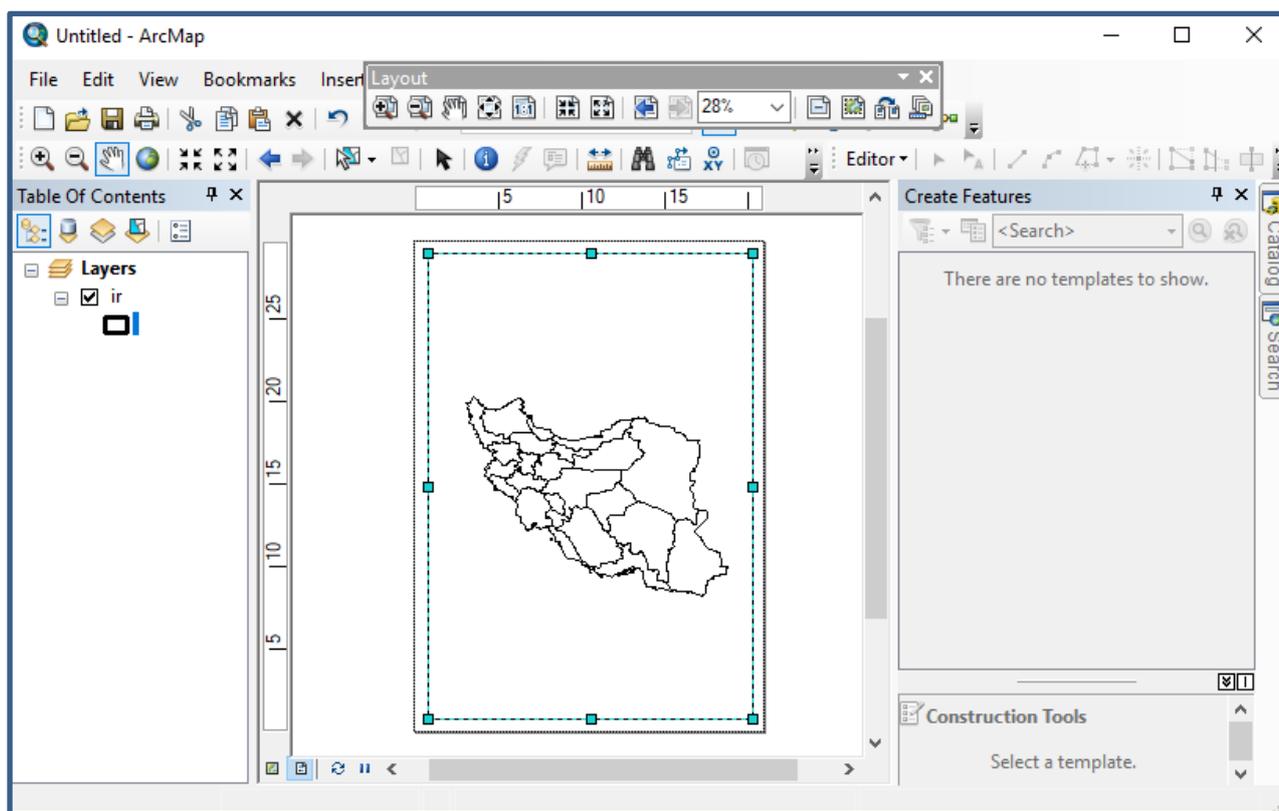
Os arquivos shapefiles, do *síte* do CDC, foram previamente tratados no ArcGIS. Esta fase foi importante para que cada shapefile recebesse tamanho adequado, cor (preto e branco) e espessura das linhas (tamanho 2). A definição da cor e da espessura das linhas foram inseridas com uso da ferramenta Symbol Selector de acordo com a Figura 16 e o resultado está na Figura 17.

Figura 16 – Symbol Selector, ArcGIS 10.2.2



Fonte: O autor, (2018)

Figura 17 - Mapa do Irã recebendo tratamento no ArcGIS



Fonte: O autor, (2018)

3.3.5 Braille Translate e Simbraille

É uma ferramenta *online* grátis para converter textos para Braille de até mil caracteres. Muito útil para escrever notas pequenas no sistema de leitura para cegos. O usuário pode salvar a imagem para imprimir em impressoras normais (depois basta furar os pontos), ou imprimir diretamente em uma impressora especial para Braille. Ainda oferece a opção de copiar em formato ASCII para colar em um editor de textos com uma fonte Braille. Pode-se visualizar a letra exata que cada símbolo representa clicando nas opções de Style.

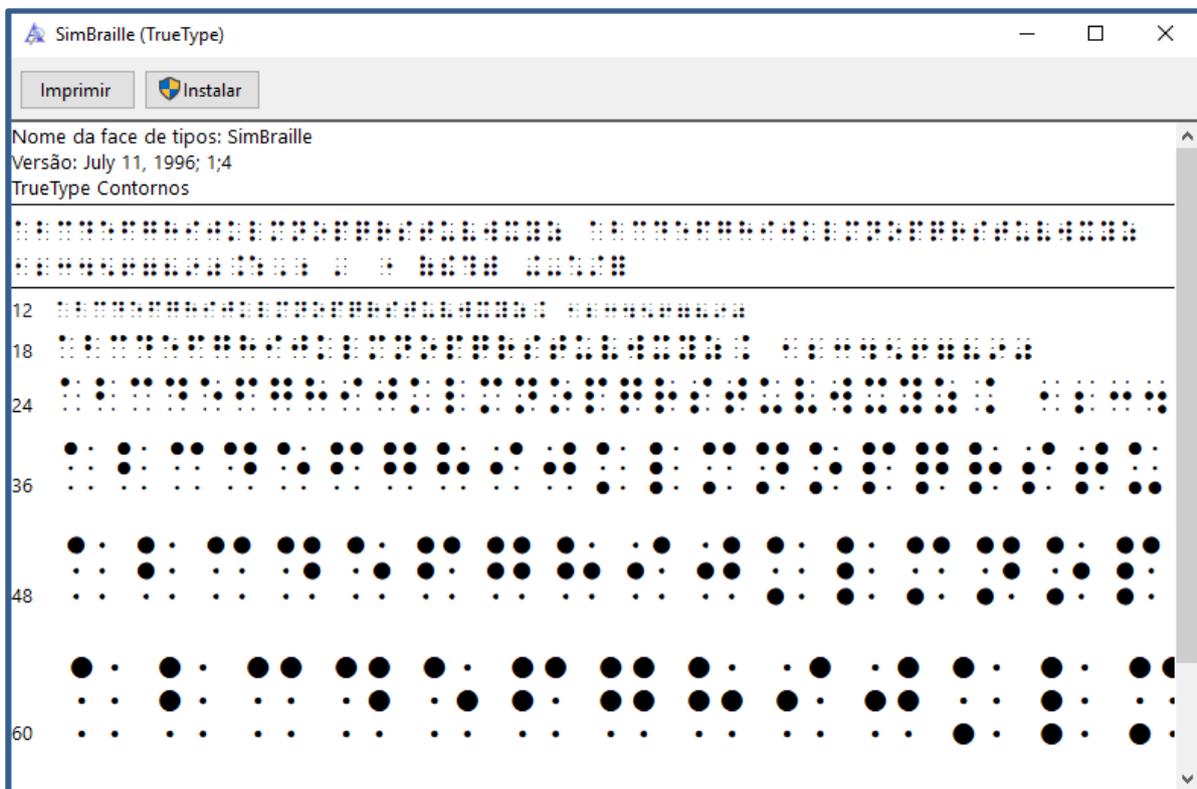
O Braille Translate foi usado apenas para comparar as transcrições usada pelo SimBraille no CoreIDRAW. Sendo este último, um *software* criado pela BRL - *Braille Through Remote Learning*, usando uma variedade de ferramentas de computador (principalmente Duxbury) para criar o Braille simulado, exibindo na tela do computador.

Para baixar e ativar o SimBraille é necessário seguir os seguintes passos:

- Faça o download da fonte TrueType da *Shodor Education Foundation* no link <http://www.brl.org/simbraille.html>.
- Salve o arquivo na Área de Trabalho
- Localize o arquivo SIMBRL.TTF. Deve estar na sua área de trabalho.
- Selecione o arquivo SIMBRL.TTF clicando nele duas vezes. Clique em Instalar.

Assim, o Windows estará apto para transcrever Braille em qualquer *software* que tenha editor de texto, bastando apenas o usuário fazer a troca da fonte. Na Figura 18 pode-se observar o Simbraille com todas as fontes padrão.

Figura 18 - Instalador SimBraille. Disponível em <http://www.brl.org/simbraille.html>



3.3.6 Jingle Keyboard 2.4

O Jingle Keyboard é um *software* que pode ser usado para produzir um grande número de sons diferentes quando os usuários digitam no teclado. Em apenas alguns passos o teclado pode ser configurado para soar como uma máquina de escrever. O *software* também produz diversos outros efeitos sonoros.

A decisão de usar o Jingle foi para testar programa computacional desenvolvido na pesquisa com os deficientes visuais. Em se tratando de deficientes visuais, nem sempre o

usuário pressiona a tecla e a valida, por isso, a emissão de som é importante para que eles possam usar o computador com independência. Na Figura 19 é mostrada a configuração do Jingle para emissão do som de uma máquina de escrever. O *software* é gratuito e pode ser baixado em <https://jingle-keyboard.en.softonic.com/?ex=REG-60.2>

Figura 19 - Configuração Jingle para emissão de som



Fonte: O autor, (2018)

3.4 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO ATLAS MUNDIAL

Foi feito em nove etapas que serão discriminadas resumidamente a seguir:

1. Foi feito o *download* dos shapefiles dos 193 países-membros da ONU usando o banco de dados CDC. Disponível no site da *Epi Info*;
2. *Download* dos indicadores da população atual com o banco de dados da UNFPA através de seu relatório anual da ONU 2017;
3. No ArcGIS a tratamento dos arquivos shapefiles;
4. No CorelDraw foi feita a padronização dos mapas, de acordo com o padrão do LABTATE;

5. O Braille Translate e o SimBraille foi usado para atribuir informações dos países em cada mapa em Braille dentro do próprio CorelDRAW;
6. O Matlab foi usado para programar o *software* narrador das informações;
7. O som narrado pelo Matlab é da Tecnologia Loquendo com a voz de frequência da Fernanda em português do Brasil;
8. O *Software* criado mostra e narra o mapa padronizado de acordo com a escolha do usuário.

Equipamentos Eletrônicos e Acessórios:

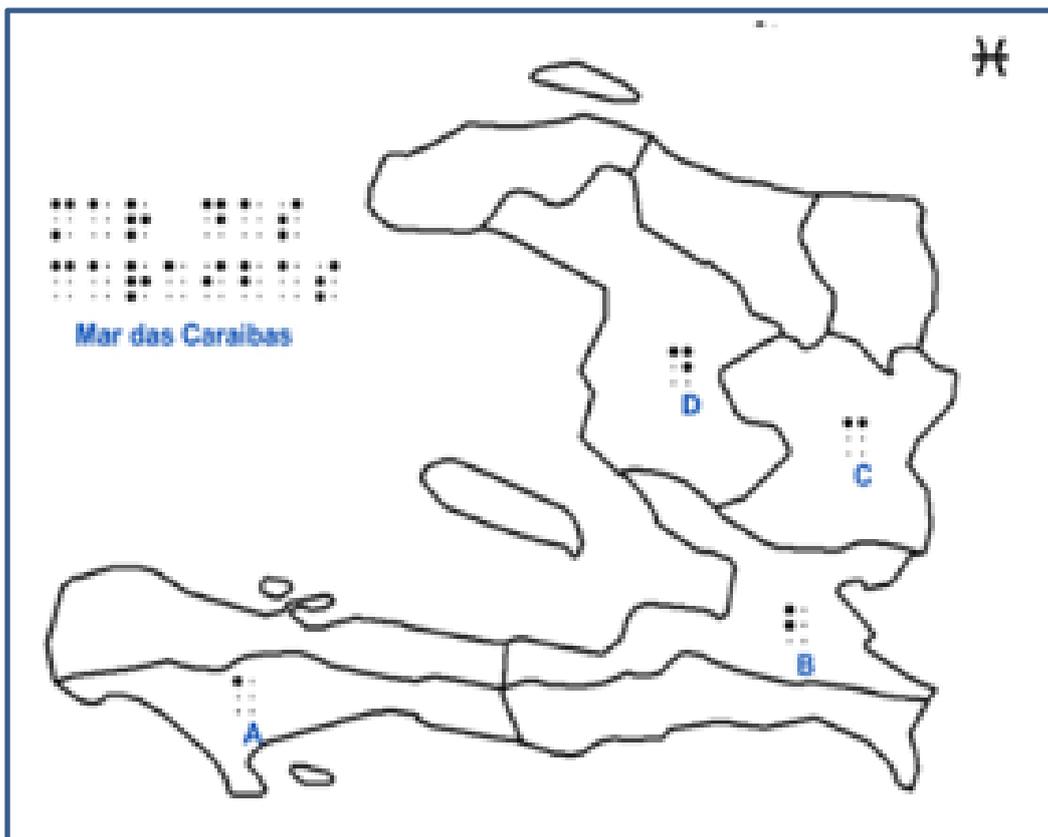
- Notebook Intel Core, 1.8 GHZ, 8 GB.
- Fones de ouvido

4 RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 PARTICULARIDADES DE ALGUNS MAPAS PADRONIZADOS

Na Tabela 2 constam alguns símbolos padronizados para os oceanos (Atlântico, Pacífico, Índico, Ártico e Antártico). Porém, os mares não possuem simbologia tátil (Mar Vermelho, Golfo de Áden, Golfo Pérsico, Golfo do México, Mar do Japão, entre outros). Ao todo, são mais de 60 mares em todo o mundo sem a simbologia, por este motivo, sempre que um país é banhado por um mar, foi atribuído o nome em Braille ao lado do mapa para que o usuário tome conhecimento da sua existência. Um exemplo pode ser visto nas Figuras 20 e 21.

Figura 20 - Mapa do Haiti, a esquerda transcrição Braille do Mar das Caraíbas, também chamado Mar do Caribe, a direita o símbolo tátil do Oceano Atlântico.



Fonte: O autor, (2018)

Figura 21 - Mapa de Israel, a esquerda transcrição Braille do mar do Mediterrâneo



(Fonte: O autor 2018)

Nos anexos A ao D é mostrado quatro mapas padronizados, os demais podem ser obtidos por download no link constante o Ítem 6 desta dissertação.

4.2 PARTICULARIDADES DO SOFTWARE

O *software* foi desenvolvido em linguagem Matlab 2015. Funciona através de um compilador gratuito, disponível para *download* no *site* do seu desenvolvedor Mathworks no endereço <https://www.mathworks.com/products/compiler/mcr/>. Os parâmetros básicos para o funcionamento, a composição e funcionalidades serão vistos a seguir.

4.2.1 Composição do Software

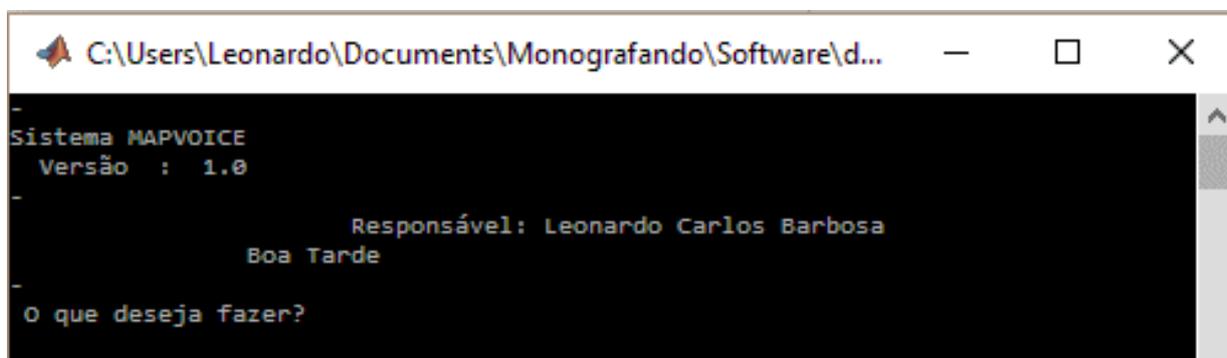
- 193 Mapas táteis com todos os países membro da ONU;

- Sistema de síntese de fala com a voz da Fernanda, usando a tecnologia *Loquendo*;
- Recurso de som e imagem integrados e interagindo simultaneamente durante a execução;
- Relógio falante e calendário interno;
- Dados populacionais 2017 e vizinhança entre os países.

4.2.2 Funcionalidades do *Software*

Para adequar o *software* as necessidades de alunos deficientes visuais, o mesmo não possui interface gráfica, sendo seu funcionamento feito através de um arquivo executável. Esta decisão de não criar interface foi tomada por gerar limitações aos deficientes visuais, pois o aluno, não consegue identificar botões e locais dentro da interface usando *mouse*. Com o arquivo executável a limitação é sanada porque a interação é totalmente feita via teclado. A tela de apresentação do *software* pode ser vista na Figura 22.

Figura 22 - Execução do *software*



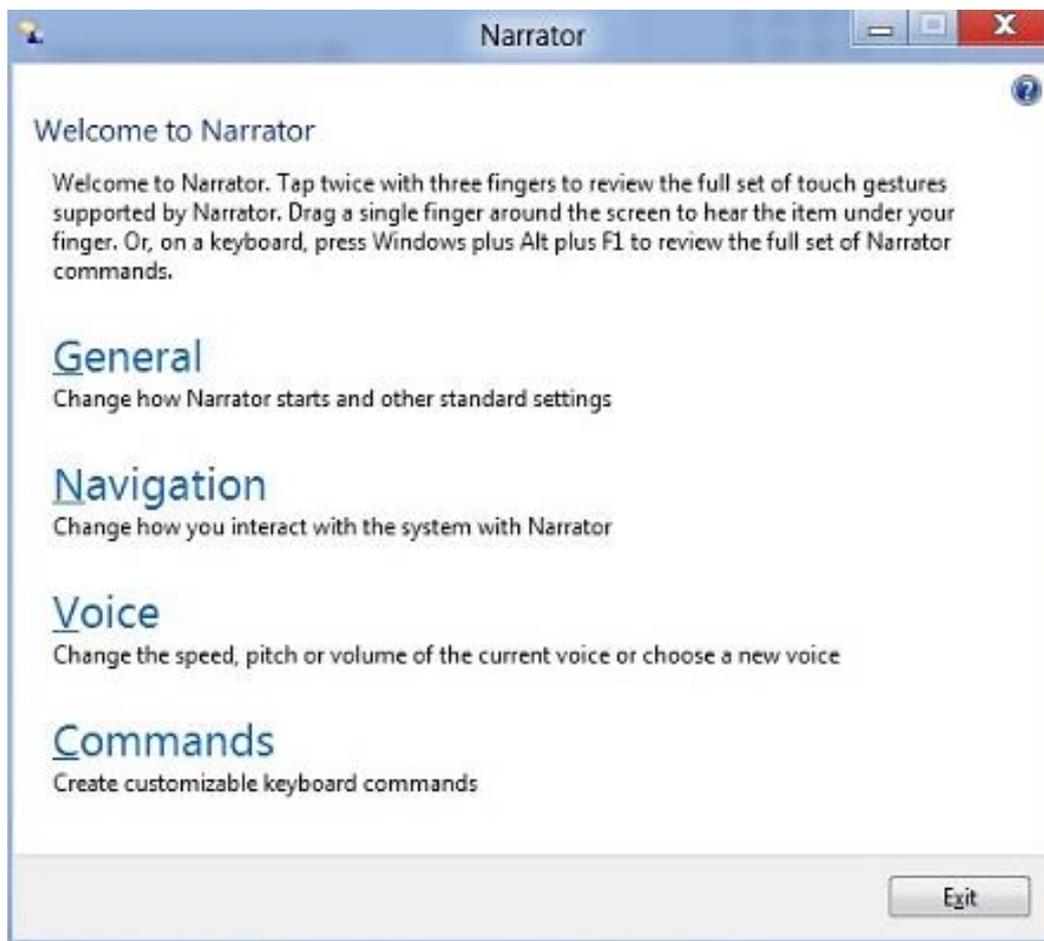
Fonte: O autor, (2018)

O Windows desde sua versão XP em 2003, apresenta um narrador intuitivo desenvolvido, exclusivamente, para acessibilidade de deficientes visuais. Este por sua vez, é responsável por narrar todos os ícones e telas de avisos que aparecem na tela durante a sua utilização. Por tanto, para um deficiente visual usar o *software* desenvolvido pela pesquisa, de forma independente, deverá estar com o narrador do computador ativado, inclusive para encontrar seu ícone na área de trabalho. Para ativar ou desativar o narrador do Windows. As instruções, como mostra a Figura 23, relacionada a seguir:

1. Clique em Iniciar, e em seguida, em Painel de Controle;

2. Clique em Facilidade de Acesso;
3. Clique Central de Facilidade de Acesso;
4. Escolha Explorar Todas as Configurações;
5. Selecione Iniciar Narrador.

Figura 23 - Print Screen do Narrador do Windows 7.

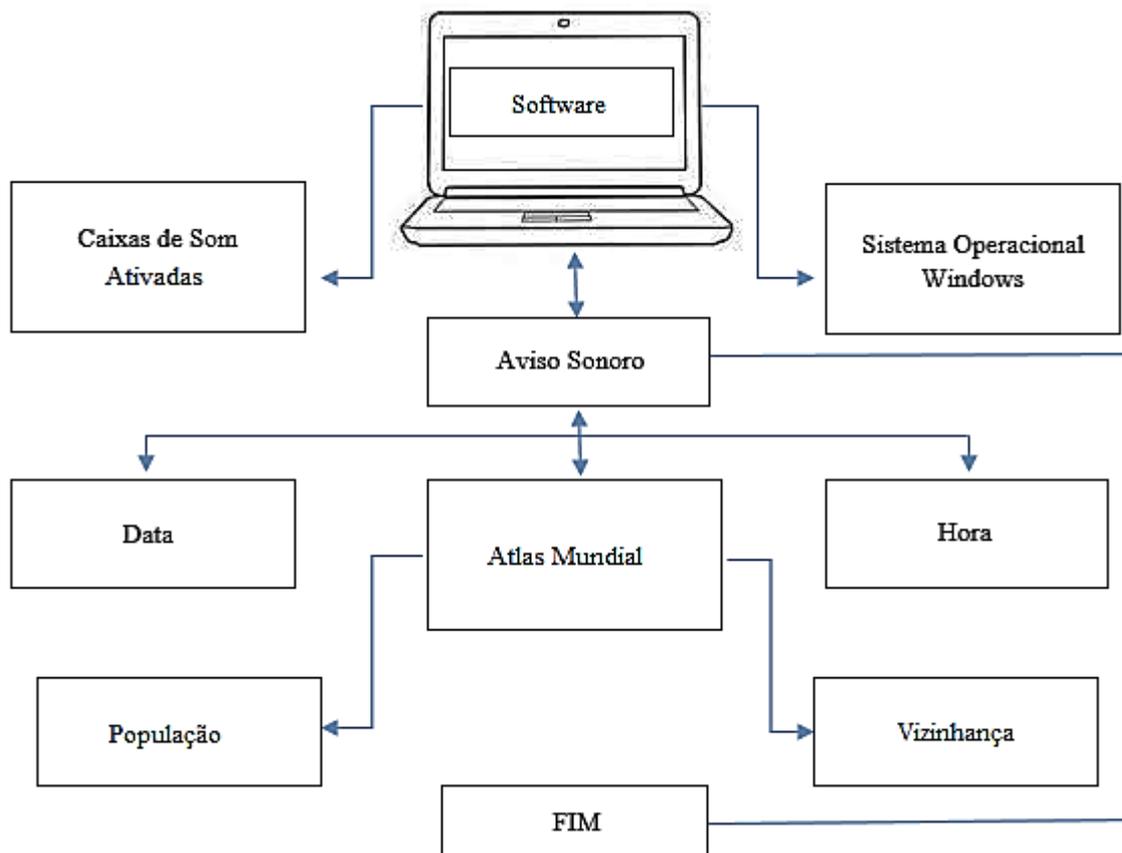


O narrador está disponível em inglês (Estados Unidos, Reino Unido e Índia), francês, italiano, alemão, japonês, coreano, mandarim (Chinês Simplificado e Chinês Tradicional), cantonês (Chinês Tradicional), espanhol (Espanha e México), polonês, russo e português (Brasil).

A utilização do narrador é muito importante em computadores que são operados por deficientes visuais. Praticamente 100% dos deficientes visuais que são diagnosticados com cegueira grave e que são usuários de computador, usam o Narrador do Windows. Em casos menos comum, usam *softwares* externos e menos conhecidos.

Na Figura 24, é apresentado um organograma com todas as funcionalidades do *software* e seus pré-requisitos.

Figura 24 – Funcionalidades do programa



Fonte: O autor, (2018)

Os computadores com sistema operacional Windows, a partir da sua versão XP, e com caixas de som ativadas, será possível executar o *software* com todas as funcionalidades sem perda de conteúdo.

4.2.3 Teste com o *Software*

O teste foi realizado no Instituto dos Cegos do Recife. Instituição fundada em 12 de março de 1909, por Antônio Pessoa de Queiroz, sendo o segundo instituto para cegos do Brasil e o primeiro da região Nordeste. Os seus usuários são provenientes da RMR – Região Metropolitana do Recife e de vários municípios do estado de Pernambuco. O Instituto funcionou, inicialmente, na rua da Glória, no bairro do Recife até o ano de 1927. A Instituição migrou, em 14 de julho de 1935, para o bairro das Graças, devido à imensa

procura pelos serviços, o primeiro espaço tornou-se pequeno diante da demanda. A partir de 1935, a Santa Casa de Misericórdia do Recife assumiu a manutenção e administração do Instituto, o que vem ocorrendo até os dias atuais. Para executar essa administração no cotidiano das atividades pedagógicas, a Santa Casa conta com o apoio, desde 1990, da congregação religiosa Filhas de Santana.

O Instituto atende pessoas com deficiência visual, apresentando acuidade visual zero ou baixa visão, iniciando o ingresso em escola regular, bem como, na idade adulta (estando ou não em atividade educacional), a faixa etária é de 06 a 80 anos de idade. Do número total de deficientes atendidos destaca-se o grande percentual de usuários do sexo masculino, desempregado, que sobrevive do BPC – Benefício de Prestação Continuada.

A Instituição oferece serviços vinculados à Proteção Social Especial de Média Complexidade, conforme preconiza a Política Nacional de Assistência Social, ou seja, são serviços que requerem acompanhamento individual e maior flexibilidade nas soluções protetivas. É com base nesta perspectiva que o Instituto de Cegos possui como missão proporcionar autonomia aos deficientes visuais, através da profissionalização, da habilitação, da reabilitação e do apoio psicossocial.

A última etapa da pesquisa foi testar o Atlas. A visita ao Instituto dos Cegos Antônio Pessoa de Queiroz foi agendada previamente, por e-mail, com a assistente social Dayse de Oliveira.

Para a realização do teste foi usado um *notebook* com sistema operacional Windows 7 e sistema de autofalantes ligados. Durante o teste foi usando o teclado do próprio *notebook* para inserir os comandos. Os alunos do Instituto já têm familiaridade com teclados, pois o SENAC – Serviço Nacional Aprendizagem Comercial oferece curso de informática gratuito.

A metodologia seguida com os alunos do Instituto é a mesma descrita em Silva e Silva, (2013) para experimentos táteis. A primeira etapa refere-se ao contato de cada participante diretamente com o mapa tátil. Uma vez explicada a metodologia e o propósito da pesquisa, o teste repete-se com até três participantes com deficiência visual, seja ela grave ou moderada. O produto a ser mostrado fica a cargo do aplicador.

Os três alunos que participaram do teste foram E.L., de 25 anos; S.F., de 23 anos; e M.A., de 28 anos. Os três participantes do teste têm grau de deficiência grave, sendo

apenas E.L. que possui percepção da luz. S.F. possui deficiência severa no olho esquerdo e grave no olho direito. Enquanto que M.A. não possui a percepção da luz.

Na Figura 25, são mostradas algumas fotografias do momento do teste. O Instituto dos Cegos sempre está disposto a ajudar acadêmicos na realização de pesquisas, mas não permite a circulação de imagem dos seus alunos. Deste modo, as fotografias são discretas, preservando a identidade de cada participante.

Figura 25 - Aplicação do teste no Instituto dos Cegos Antônio Pessoa de Queiroz.



Fonte: O autor, (2018)

Durante todo o teste foram feitas perguntas sobre a avaliação do mapa tátil impresso e do *software* como um recurso de aprendizagem. Os *feedbacks* fornecidos pelos participantes foram bastantes positivos, que gostaram da proposta que o *software* proporciona ao usuário.

Por sugestão dos participantes, foi necessário fazer ajustes no *software* para adequar melhor às limitações dos usuários. Por exemplo, ao invés do usuário digitar via teclado o nome completo do país a ser narrado, seria melhor que digitasse apenas um único número para cada país, assim, um gabarito foi elaborado em ordem alfabética.

A lista em ordem alfabética foi criada em Braille e foi integrada na metodologia tátil junto com o Atlas. A nova versão do *software* já está com a chamada dos países por numeração única.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A pesquisa permitiu a observar que cada vez mais é necessária a inserção da tecnologia no ambiente educacional, devendo apoiar o processo de ensino-aprendizagem de alunos e professores. Diversas mídias digitais são capazes de provocar mudanças nos paradigmas da educação. Ao unir essas ferramentas e a tecnologia, embasados em princípios pedagógicos, cria-se um ambiente dinâmico e interativo, no qual o aluno deixa de ser mero espectador e passa a ser personagem ativo no processo de construção de conhecimento na cartografia.

O Atlas Mundial busca despertar o interesse dos alunos, a partir de uma proposta pedagógica, que é baseada na motivação, conhecimento e diversão. Nessa perspectiva, acredita-se que a utilização de recursos digitais de maneira satisfatória, onde professores e alunos convergem para o mesmo propósito, tende a tornar a educação cartográfica cada vez mais acessível e dinâmica.

A avaliação do *software* feito durante o teste com deficientes visuais foi bastante satisfatória. Com foco no objetivo principal, observou-se apenas uma dificuldade já apresentada anteriormente e que foi considerada fácil de ser sanada. Sendo esta, já corrigidas e implementada no *software*. Por fim, o Atlas completo pode ser baixado no link https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1lfURD-K-snBcLKMms_HeYPJvfrEo-iJC e impresso em papel cartão ou papel off-set. Ou ainda qualquer outro método artesanal que venha a ser usado para sua reprodução.

Recomenda-se para trabalhos futuros a inserção de novas linhas de conhecimento usando a mesma metodologia, como por exemplo: aplicar a metodologia no ensino de biologia, artes, matemática e etc. Sabemos que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Básica não só adota parâmetros para a Geografia como também para todas as disciplinas do ensino básico, desta forma, torna-se viável inserir o recurso aqui desenvolvido em outros ramos de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

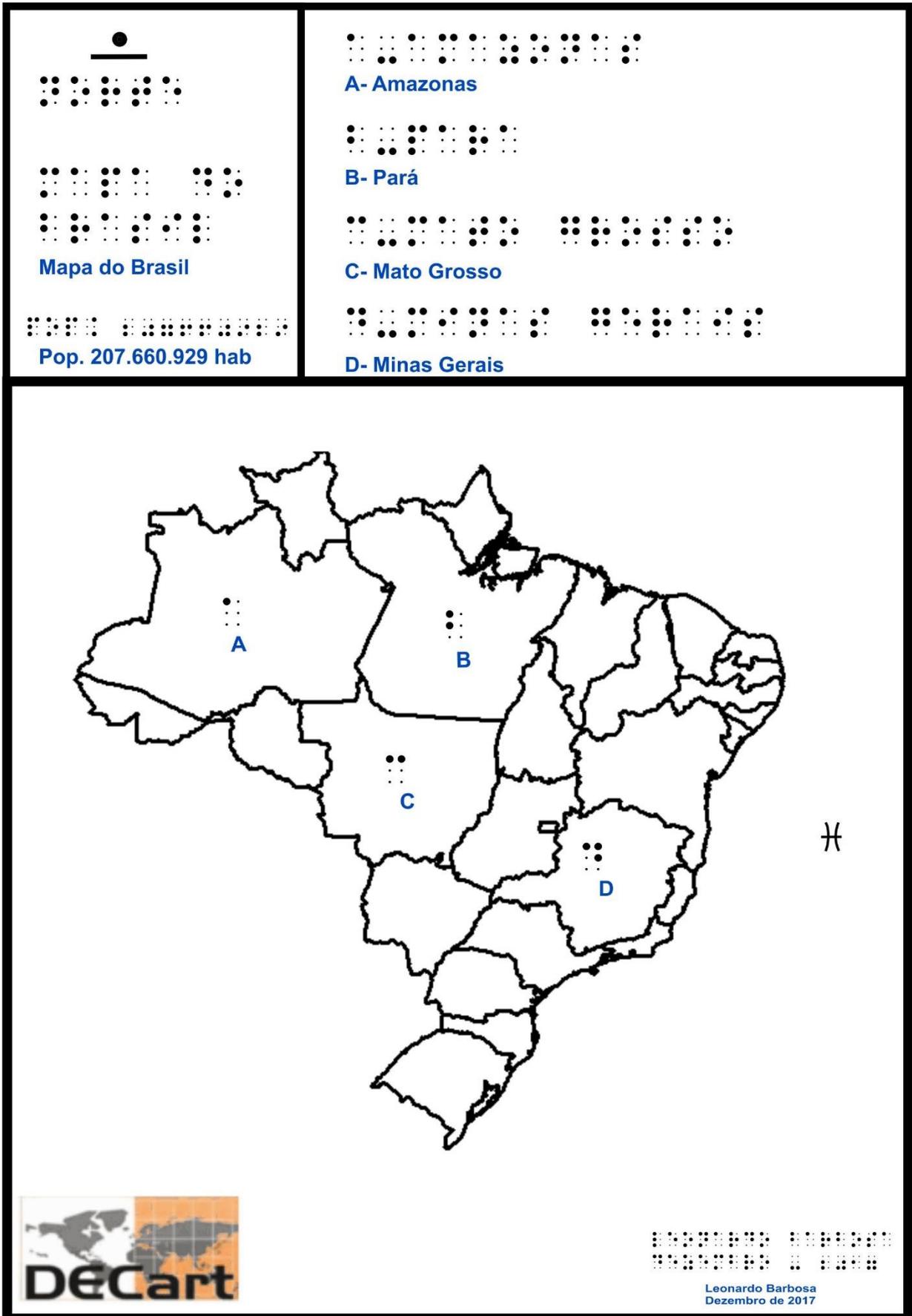
- ALEXANDER, R., R. BRENT G, SILE O'Modhrain, MARK B, **The design of pressure-controlled valves for a refreshable tactile display**, *World Haptics Conference (WHC) 2015 IEEE*, pp. 177-182, 2015.
- BARBOSA, L. C. SÁ, L. A. C. M. **Desenvolvimento de aplicativo computacional para ensino e aprendizagem da cartografia para deficientes visuais**. Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação SIMGEO 2016.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Imprensa Oficial, 1988.
- BRASIL. **Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais**. Brasília: UNESCO, 1994.
- BRASIL, **Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996 – Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acessado: 11/05/2017
- BRASIL, **Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015 - Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acessado em 02/01/2018.
- BROCK, A., MOLAS, J., VINOT, J.-L. (2010). **Naviplan: un logiciel de préparation d'itinéraires pour personnes déficientes visuelles**. University Toulouse 3 Paul Sabatier and ENAC.
- BROCK, A., ORIOLA, B., TRUILLET, P., JOUFFRAIS, C., PICARD, D. (2013). **Map design for visually impaired people: past, present, and future research**. MEI, 36, 117-129.
- CAMPBELL, J. (1997). **A code for reducing figure-ground ambiguities in tactile graphics**. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 91(2), 175–81.
- COULSON, M. R. (1991). **Tactile-map output from geographical information systems: The challenge and its importance**. *International Journal of Geographical Information Systems*, 5(3), 353–60.
- CATTANEO, Z.; VECCHI, T. **Visão Cega**. Cambridge: MIT Press. 2011.
- CAVENDER, A., TREWIN, S., HANSON, V. (2008). **General writing guidelines for technology and people with disabilities**. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, SIGACCESS, 17–22

- DUCASSE, J., BROCK, A. M., JOUFFRAIS, C. **Accessible interactive maps for visually impaired users**. In *Mobility of Visually Impaired People* (pp. 537-584). Springer, Cham. 2017.
- EDMAN, P. (1992). **Tactile graphics (p. 550)**. New York, USA: AFB press
- ERIKSSON, Y. (1999). **How to make tactile picture understandable to the blind reader**. Paper presented at the 65th Annual IFLA Council and General Conference Bangkok, Thailand.
- GAUNET, F., & BRIFFAULT, X. (2005). **Exploring the Functional Specifications of a Localized Wayfinding Verbal Aid for Blind Pedestrians: Simple and Structured Urban Areas**. *Human-Computer Interaction*, 20, 267–314.
- GENTAZ, É. (2003). **General characteristics of the anatomical and functional organization of cutaneous and haptic perceptions**. In Y. Hatwell, A. Streri, & E. Gentaz (Eds.), *Touching for Knowing: Cognitive Psychology of Haptic Manual Perception* (Advances in, pp. 17–31). Amsterdam / Philadelphia: John Benjamins Publishing.
- GIUDICE, N. A., KLATZKY, R. L., BENNETT, C. R., LOOMIS, J. M. (2013). **Combining Locations from Working Memory and Long-Term Memory into a Common Spatial Image**. *Spatial Cognition & Computation*, 13, 103–128
- GOLLEDGE, R. G., RICE, M., JACOBSON, R. D. (2005). **A commentary on the use of touch for accessing on-screen spatial representations: The process of experiencing haptic maps and graphics**. *The Professional Geographer*, 57, 339–349.
- HATWELL, Y. **Psychologie cognitive de la cécité précoce**. Paris: Dunod, 2003.
- HEATH, W. R. (1958). **Maps and graphics for the blind: Some aspects of the discriminability of textural surfaces for use in areal differentiation** (Unpublished doctoral dissertation). University of Washington, Seattle, Washington
- HINTON, R. A. L. (1993). **Tactile and audio-tactile images as vehicles for learning**. In *Nonvisual Human-computer Interactions: Prospects for the Visually Handicapped* :
- LAMBERT, L., LEDERMAN, S. (1989). **An evaluation of the legibility and meaningfulness of potential map symbols**. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 83(8), 397–403.
- LEDERMAN, S. J., KLATZKY, R. L. (2009). **Haptic perception: a tutorial**. *Attention, perception & psychophysics*, 71, 1439–59.
- LOBBEN, A., & LAWRENCE, M. (2012). **The Use of Environmental Features on Tactile Maps by Navigators Who Are Blind**. *The Professional Geographer*, 64, 95–108.

- LOCH, R.E. **Mapas táteis padronizados e acessíveis na web**. Revista Benjamin Constant, Rio de Janeiro, v. 15, p. 16-27, 2009.
- LOCH, R. E. **Cartografia tátil: mapas para deficientes visuais**. Portal da Cartografia, v. 1, nº. 1, 2008. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/index>. Acesso em: 27 nov. 2017.
- LOOMIS, J. M., KLATZKY, R. L., GIUDICE, N. A. (2013). **Representing 3D Space in Working Memory: Spatial Images from Vision, Hearing, Touch, and Language**. In S. Lacey & R. Lawson (Eds.), **Multisensory Imagery** (pp. 131–155). New York, NY: Springer New York.
- MONTELLO, D. R. (2001). **Spatial Cognition**. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences* (pp. 14771–14775). Oxford, UK: Pergamon Press.
- MORRIS, J. E., NOLAN, C. Y. (1961). **Discriminability of tactual patterns**. *International Journal for the Education of the Blind*, 11, 50-54.
- NASIR, T., ROBERTS, J. C. (2007). **Sonification of Spatial Data**. In The 13th International Conference on Auditory Display (ICAD 2007) (pp. 112–119). Montréal, Canada: ICAD
- NOGUEIRA, R. E. **Proposta para a padronização de mapas táteis: a pesquisa e ensino no labtate**. In *XIV Colóquio Ibérico de Geografia*. 2014, July.
- WHO. (2001). **International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)**. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- OMS, Organização Mundial da Saúde, **Relatório anual SINUS 2014, guia online**, disponível em < <http://sinus.org.br/2014/wp-content/uploads/2013/11/OMS-Guia-Online.pdf>> acessado em 20 de nov, 2017.
- PERKINS, C. (2002). **Cartography**: Progress in tactile mapping. *Progress in Human Geography*, 26(4), 521–530.
- PICARD, D., MONNIER, C. (2009). **Short-term memory for spatial configurations in the tactile modality: A comparison with vision**. *Memory*, 17, 789–801.
- PICARD, D., PRY, R. (2009). **Does Knowledge of Spatial Configuration in Adults with Visual Impairments Improve with Tactile Exposure to Small-Scale Model of their Urban Environment?** *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 103, 199–209.
- PUPO, D. T.; CARVALHO, S. H. R. de; OLIVEIRA, V. C. **Educação Inclusiva e Bibliotecas Acessíveis**. In: Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, Florianópolis, v.13, n.1, p.259-267, jan./jun., 2008.

- ROWELL, J., UNGAR, S. (2003). **The world of touch: Results of an international survey of tactile maps and symbols.** *The Cartographic Journal*, 40(3), 259–263.
- SIEGEL, A. W., & WHITE, S. (1975). **The Development of Spatial Representations of LargeScale Environments.** *Advances in Child Development and Behavior*, 10, 9–55.
- SILVA, R. R. da. SILVA, L. F. C. F. da. **Avaliação do Símbolo de Orientação Na Cartografia Tátil.** BCG - Boletim de Ciências Geodésicas - On-Line version, ISSN 1982-2170 <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-21702013000300009>
- VANDERHEIDEN, G. C. **Design for People with Functional Limitations.** In G. Salvendy (Ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics (Fourth., pp. 1387– 1417)*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc. 2012
- WHO. **Visual Impairment and blindness.** Fact Sheet N° 282. World Health Organization. 2012.
- WHO. **International Classification of Diseases (ICD-10).** Geneva, Switzerland: World Health Organization. 2010.
- WHO. (2001). **International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF).** Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- WIJNTJES, M. W. A., VAN LIENEN, T., VERSTIJNEN, I. M., & KAPPERS, A. M. L. (2008). **Look what I have felt: unidentified haptic line drawings are identified after sketching.** *Acta psychologica*, 128, 255–263.
- THINUS-BLANC, C., GAUNET, F. (1997). Representation of space in blind persons: vision as a spatial sense? *Psychological Bulletin*, 121, 20–42.
- TOLMAN, E. C. (1948). **Cognitive maps in rats and men.** *Psychological Review*, 55, 189–208.
- UNGAR, S. (2000). **Cognitive Mapping without Visual Experience.** In R. Kitchin & S. Freundschuh (Eds.), *Cognitive Mapping: Past Present and Future* (pp. 221–248). Oxon, UK: Routledge
- WIEDEL, J. W. (1966). **Tactual maps for the visually handicapped: Some developmental problems.** *The Professional Geographer*, 8(3), 132-139.

ANEXO A – MAPA TÁTIL DO BRASIL PADRONIZADO



ANEXO C – MAPA TÁTIL DA CHINA PADRONIZADO



ANEXO D – LISTA DE ABREVIÇÃO GEOGRÁFICA

AFG	Afeganistão	GIN	Guiné	NOR	Holanda
AGO	Angola	GMB	Gâmbia	NPL	Noruega
ALB	Albânia	GNB	Guiné-Bissau	NRU	Nepal
AND	Andorra	GNQ	Guiné Equatorial	NZL	Nauru
ARE	Emirados Árabes Unidos	GRC	Grécia	OMN	Nova Zelândia
ARG	Argentina	GRD	Grenada	PAK	Omã
ARM	Armênia	GTM	Guatemala	PAN	Paquistão
ATG	Antígua e Barbuda	GUY	Guiana	PER	Panamá
AUS	Austrália	HND	Honduras	PHL	Peru
AUT	Áustria	HRV	Croácia	PLW	Filipinas
AZE	Azerbaijão	HTI	Haiti	PNG	Palau
BDI	Burundi	HUN	Hungria	POL	Papua Nova Guiné
BEL	Bélgica	IDN	Indonésia	PRK	Polónia
BEN	Benin	IND	Índia	PRT	República Democrática Popular da Coreia
BFA	Burkina Faso	IRL	Irlanda	PRY	Portugal
BGD	Bangladesh	IRN	Irã (República Islâmica do)	QAT	Paraguai
BGR	Bulgária	IRQ	Iraque	ROU	Catar
BHR	Bahrein	ISL	Islândia	RUS	Romênia
BHS	Bahamas	ISR	Israel	RWA	Federação Russa
BIH	Bosnia e Herzegovina	ITA	Itália	SAU	Ruanda
BLR	Bielorrússia	JAM	Jamaica	SDN	Arábia Saudita
BLZ	Belize	JOR	Jordânia	SEN	Sudão
BOL	Bolívia (Estado Plurinacional da)	JPN	Japão	SGP	Senegal
BRA	Brasil	KAZ	Cazaquistão	SLB	Cingapura
BRB	Barbados	KEN	Quênia	SLE	Ilhas Salomão
BRN	Brunei Darussalam	KGZ	Quirguistão	SLV	Serra Leoa
BTN	Butão	KHM	Camboja	SMR	El Salvador
BWA	Botsuana	KIR	Kiribati	SOM	San Marino
CAF	República Centro-Africana	KNA	São Cristóvão e Névis	SRB	Somália
CAN	Canadá	KOR	República da Coreia	STP	Sérvia
CHE	Suíça	KWT	Kuwait	SUR	São Tomé e Príncipe
CHL	Chile	LAO	República Democrática Popular do Laos	SVK	Suriname
CHN	China	LBR	Libano	SVN	Eslováquia
CIV	Costa do Marfim	LBY	Libéria	SWE	Eslovênia
CMR	Camarões	LCA	Líbia	SWZ	Suécia
COD	República Democrática do Congo	LKA	Santa Lúcia	SYC	Suazilândia
COG	Congo	LSO	Sri Lanka	SYR	Seicheles
COK	Ilhas Cook	LTU	Lesoto	TCD	República Árabe da Síria
COL	Colômbia	LUX	Lituânia	TGO	Chade
COM	Comoros	LVA	Luxemburgo	THA	Togo
CPV	Cabo Verde	MAR	Letónia	TJK	Tailândia
CRI	Costa Rica	MCO	Marrocos	TKM	Tajiquistão
CUB	Cuba	MDA	Mônaco	TLS	Turcomenistão
CYP	Chipre	MDG	República da Moldávia	TON	Timor-Leste
CZE	República Tcheca	MDV	Madagascar	TTO	Tonga
DEU	Alemanha	MEX	Maldívas	TUN	Trinidad e Tobago
DJI	Djibuti	MHL	México	TUR	Tunísia
DMA	Dominica	MKD	Ilhas Marshall	TUV	Turquia
DNK	Dinamarca	MLI	Antiga República Iugoslava da Macedónia	TZA	Tuvalu
DOM	República Dominicana	MLT	Malta	UGA	República Unida da Tanzânia
DZA	Argélia	MMR	Myanmar	UKR	Uganda
ECU	Equador	MNE	Montenegro	URY	Ucrânia
EGY	Egito	MNG	Mongólia	USA	Uruguai
ERI	Eritreia	MOZ	Moçambique	UZB	Estados Unidos da América
ESP	Espanha	MRT	Mauritânia	VCT	Uzbequistão
EST	Estónia	MUS	Maurício	VEN	São Vicente e Granadinas
ETH	Etiópia	MWI	Malawi	VNM	Venezuela (República Bolivariana da)
FIN	Finlândia	MYS	Malásia	VUT	Vietnã
FJI	Fiji	NAM	Namíbia	WSM	Vanuatu
FRA	França	NER	Níger	YEM	Samoa
FSM	Micronésia (Estados Federados)	NGA	Nigéria	ZAF	Ilmen
GAB	Gabão	NIC	Nicarágua	ZMB	África do Sul
GBR	Reino Unido	NIU	Niue	ZWE	Zâmbia
GEO	Geórgia	NLD	Niue	ZWE	Zimbábue
GHA	Gana				

ANEXO E – TRECHO DO CÓDIGO FONTE PARA A NARRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DO MAPA TÁTIL DO AFGANISTÃO

```

clc
clear all

%
Fs = 8000;
t = 0:(1/Fs):1;
x = sin(1*pi*1000*t);
sound(x,Fs)

pause(5)

disp('-')

case 'e'

    disp(' Escolha um país de acordo com a numeração da ordem alfabética
')
    Fs = 16000;
    [z, fa] = wavread('um_pais');
    sound(z, Fs);
    pause(4)
    ESCOLHA=input(' ','s');
    if ESCOLHA=='1'

        Fs = 16000;
        [z, fa] = wavread('1_afeganistao');
        sound(z, Fs);
        pause(4)
        a = imshow('Mapa Padronizado Afeganistao.jpg');
        Fs = 16000;
        [z, fa] = wavread('2_afeganistao');
        sound(z, Fs);
        pause(53)
        close all

```