



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM DIVERSIDADE E INCLUSÃO

ELIAS DOS SANTOS SILVA JÚNIOR

A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: Uma avaliação dessa Tecnologia Assistiva para o ensino das pessoas ouvintes com deficiência visual.

Dissertação de Mestrado submetido à Universidade Federal Fluminense visando à obtenção do grau de Mestre em Diversidade e Inclusão

**Orientadores: Dr. Sérgio Crespo Coelho da Silva Pinto.
Dra. Ruth Maria Mariani Braz.**



NITERÓI

2018

ELIAS DOS SANTOS SILVA JÚNIOR

A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: Uma avaliação dessa Tecnologia Assistiva para o ensino das pessoas ouvintes com deficiência visual.

Trabalho desenvolvido no Instituto Benjamin Constant e no Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão, Universidade Federal Fluminense, submetido ao Comitê de Ética na Pesquisa da UFF.

Dissertação de Mestrado submetido à Universidade Federal Fluminense visando à obtenção do grau de Mestre em Diversidade e Inclusão.

**Orientadores: Dr. Sérgio Crespo Coelho da Silva Pinto.
Dra. Ruth Maria Mariani Braz.**

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do Gragoatá

S586 Silva Junior, Elias dos Santos.

A internet das coisas e a plataforma Arduíno como computação embarcada em mapas táteis: uma avaliação dessa tecnologia assistiva para o ensino das pessoas ouvintes com deficiência visual / Elias dos Santos Silva Junior. – 2018.

xvii; 204 f. : Il.

Orientador: Sérgio Crespo Coelho da Silva Pinto.

Co-orientadora: Ruth Maria Mariani Braz.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Instituto de Biologia, 2018.

Bibliografia: f. 188-204.

Inclui anexos.

1. Tecnologia educacional. 2. Mapa tátil. 3. Tecnologia para deficiente visual. 4. Material didático. I. Crespo, Sérgio. II. Braz, Ruth Mariani. III. Universidade Federal Fluminense. Instituto de Biologia. IV. Título.

CDD: 371.3078

Bibliotecária: Ana Paula Lima dos Santos CRB-7/5618

ELIAS DOS SANTOS SILVA JÚNIOR

A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: Uma avaliação dessa Tecnologia Assistiva para o ensino das pessoas ouvintes com deficiência visual.

Dissertação de Mestrado submetida à Universidade Federal Fluminense visando à obtenção do grau de Mestre em Diversidade e Inclusão

APROVADA EM: 30/05/2018.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sérgio Crespo Coelho da Silva Pinto – CMPDI/UFF (Presidente da Banca - Orientador)

Prof. Dr. João Ricardo Melo Figueiredo – Diretor/IBC

Prof.a. Dra. Cristina Maria Carvalho Delou – CMPDI/UFF

Prof.a. Dra. Diana Negrão Cavalcanti – CMPDI/UFF

Prof. Dr. Sídio Werdes Sousa Machado – CMPDI/UFF (Revisor e Suplente)

Prof.a. Dra. Ruth Maria Mariani Braz – CMPDI/UFF (Co-orientadora)

Á minha querida mãe que lutou e trabalhou para que este dia feliz chegasse e às pessoas com deficiência que ainda lutam e trabalham por dias felizes.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus pai, todo poderoso, que ilumina os caminhos de minha vida.

À minha esposa Ana Paula que acreditou mais em mim, às vezes mais do que eu mesmo, não limitando esforços para manter-me no foco, desde o processo seletivo para o CMPDI até a conclusão do curso.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em especial à Coordenadoria de Tecnologia da Informação e Comunicação (UFRRJ/COTIC) e ao Me. Fábio Cardozo da Silva; ao Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade (UFRRJ/CPDA), à Profa. Dra. Karina Yoshie Martins Kato e à Profa. Dra. Eli de Fátima Napoleão de Lima, líderes, que acreditaram em nossa pesquisa e proporcionaram meios que permitiram a execução e o planejamento de todas as etapas desta investigação, de forma eficiente e eficaz.

Ao Prof. Dr. Hélio Ferreira Orrico, pela indicação de dois importantes autores que ajudaram a fornecer uma base sólida para a fundamentação teórica e metodológica do produto desenvolvido.

Ao Prof. Dr. Sérgio Crespo Coelho da Silva Pinto, por ter orientado percurso científico, por sua disponibilidade e palavras que direcionaram a pesquisa ao ponto de obtenção do êxito.

À Profa. Dra. Ruth Maria Mariani Braz, pelo apoio e elogios construtivos, expostos em minha primeira qualificação, mantendo-me confiante para seguir no foco; pelo seu interesse nessa pesquisa ao ponto de tê-la co-orientado e, principalmente, por jamais ter permitido que a distância física (eu, no Brasil; ela, em Portugal) se tornasse uma barreira para uma perfeita sintonia durante o percurso científico; finalmente, por ter estado sempre disponível, proferindo palavras de conforto nas dificuldades, de estímulos e conhecimentos, impulsionando a pesquisa a atingir seu formato acadêmico-científico.

Ao Prof. Dr. Sídio Werdes Sousa Machado, por ter revisado esta dissertação, apontando diversas oportunidades de melhoria em tempo bem reduzido, surpreendendo este pesquisador.

Ao Instituto Benjamin Constant (IBC), aos seus colaboradores e diretor, pelo auxílio à pesquisa e atenção desprendida ao pesquisador. Deixo um

agradecimento especial ao servidor Marcelo do CEPDV que ajudou muito, sendo sempre atencioso e responsável em suas ações, no sentido de tornar transparente todo o processo de formalização da pesquisa junto ao IBC.

Ao Conselho de ética da pesquisa da UFF, em especial ao servidor Henriclay, por ter sido atencioso, cordial, e por buscar soluções que remediaram a burocracia administrativa.

Aos Alunos e Professores do IBC que participaram desta pesquisa, sendo coadjuvantes na validação do protótipo e na avaliação do produto; e primaram por sua qualidade quando expuseram as suas sinceras críticas sobre como o pesquisador deveria melhorar e dotar o produto para atendê-los em suas especificidades e anseios profissionais e/ou acadêmicos.

À Universidade Federal Fluminense (UFF), em especial ao Instituto de Biologia que abriga este importante programa, o CMPDI.

Ao CMPDI, seus professores e colaboradores, em especial à Profa. Dra. Cristina Maria Delou pela formação sólida no campo da diversidade e inclusão, destinada à formação docente na qual fiz parte.

À inesquecível turma de 2016 que, apesar de todas as adversidades enfrentadas, mantiveram um ótimo clima de união e amizade ao ponto da saudade de nossos encontros serem um dos sentimentos mais tangíveis.

Ao Aluno, Cientista da Computação, com deficiência visual, que ensinou na prática, a mim, aos técnicos, aos professores, aos seus pares e a uma Universidade particular, como é possível incluir o aluno com tais especificidades, ao ponto do mesmo atingir suas expectativas acadêmicas em sua formação. Ele, sim, foi uma das inspirações desta pesquisa.

Aos professores que se dedicam ao atendimento das mais variadas especificidades das pessoas com deficiência em sua atividade educacional.

Aos Alunos com deficiência visual que são o foco da pesquisa, os maiores beneficiados e principais consumidores do produto gerado pelo nosso objetivo geral.

A todos aqueles que contribuíram e contribuirão, direta ou indiretamente, tornando o produto desta pesquisa uma realidade em sala de aula, dotando as Tecnologias Assistivas com funções mais tecnológicas, contribuindo para transposição das barreiras enfrentadas pelas pessoas com deficiência no exercício da sua cidadania.

“Para as pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis.”

(Radabaugh, 1993)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 AS POLÍTICAS PÚBLICAS DESTINADAS ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA NO BRASIL.....	4
1.2 A DEFICIÊNCIA VISUAL.....	14
1.3 A EDUCAÇÃO PARA AS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL.....	23
1.4 OS SENTIDOS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	29
1.5 A TECNOLOGIA ASSISTIVA INCLUINDO AS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL.....	33
1.6 A IDC E A PLATAFORMA ARDUÍNO NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS INCLUSIVOS.....	38
1.6.1 A Computação Embarcada.....	39
1.6.2 A Internet das Coisas (IdC).....	42
1.6.3 A Plataforma Arduino.....	44
2. OBJETIVOS.....	49
2.1 OBJETIVO GERAL.....	49
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	49
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3.1 A BUSCA MATERIAL E FUNCIONAL DOS MAPAS TÁTEIS.....	52
3.2 A CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO EXPERIMENTAL DO MAPA CEMT.....	54
3.2.1 O Design Estrutural dos Conteúdos Aplicados ao Mapa CEMT.....	55
3.3 A PESQUISA E A PROTOTIPAGEM EVOLUTIVA NA VALIDAÇÃO DO MAPA CEMT.....	56
3.3.1 O Processo de Validação do Protótipo pelo Professor do IBC.....	59
3.3.2 O Processo de Validação do Protótipo pelo Aluno do IBC.....	61
3.4 A PESQUISA NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DO MAPA CEMT.....	64
3.4.1 O Processo de Avaliação do Produto pelos Professores do IBC.....	66
3.4.2 O Processo de Avaliação do Produto pelos Alunos do IBC.....	72
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
4.1 MAPAS TÁTEIS: UMA BUSCA MATERIAL E FUNCIONAL.....	79
4.2 A CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO EXPERIMENTAL.....	94
4.2.1 A Construção do Mapa CEMT e o Desenvolvimento de seu Design.....	96
4.2.2 O Desenvolvimento Estrutural dos Conteúdos no Mapa CEMT.....	106
4.3 OS RESULTADOS DA VALIDAÇÃO DO MAPA CEMT DE PROTÓTIPO PARA PRODUTO.....	124
4.3.1 A Validação do Protótipo pelo Professor do IBC.....	125
4.3.2. A Validação do Protótipo pelo Aluno do IBC.....	134
4.4 OS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO MAPA CEMT COMO PRODUTO.....	142
4.4.1 A Avaliação do Produto pelos Professores do IBC.....	142
4.4.2 A Avaliação do Produto pelos Alunos do IBC.....	159
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	178
5.1 CONCLUSÃO.....	178
5.2 PERSPECTIVAS.....	185

6. REFERÊNCIAS	188
7. APÊNDICES E ANEXOS	205
7.1 APÊNDICES	205
7.1.1 Cronograma Acadêmico	205
7.1.2 Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE (Aluno Participante)	206
7.1.3 Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE (Professor de Geografia).....	207
7.1.4 Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE (Responsável pelo Aluno)	208
7.1.5 Projeto de Pesquisa Resumido - IBC	209
7.2 ANEXOS.....	212
7.2.1 Declaração de Matrícula - UFF	212
7.2.2 Carta de Concessão de Pesquisa - UFF	213
7.2.3 Folha de Rosto - Plataforma Brasil.....	214
7.2.4 Declaração de Anuência - IBC	215
7.2.5 Envio de Pesquisa - Plataforma Brasil	216
7.2.6 Parecer do CEP - Plataforma Brasil	217
7.2.7 Carta de Revisão de Dissertação.....	218
7.2.8 Registro de Material Didático	219
7.2.9 Produções Acadêmicas	220

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Políticas Sociais e suas fases.	5
Figura 2: Proporção funcionários	9
Figura 3: Acuidade Visual pela distância - CBO.....	15
Figura 4: Teste de Snellen adaptado.	16
Figura 5: Teste de Acuidade Visual (AV) adaptado.....	16
Figura 6: Exemplos de Doenças Oculares - INSS.....	18
Figura 7: Proporção de pessoas com deficiência visual - Brasil e suas Regiões.....	21
Figura 8: Proporção de pessoas com deficiência visual e suas causas.	21
Figura 9: Grau de limitações ou impossibilidades de atividades habituais.	22
Figura 10: Reportagem sobre Educação - Jornal O Globo.....	27
Figura 11 - A integração dos Sentidos com o sistema nervoso central	29
Figura 12: Exemplos de Categorias de Tecnologia Assistiva.	35
Figura 13: Exemplos de TA para as pessoas com deficiência visual.	36
Figura 14: A computação Ubíqua.....	43
Figura 15: Dispositivos que utilizam a Computação Ubíqua.....	43
Figura 16: Plataforma Arduino UNO.	45
Figura 17: Arquitetura interna do Arduino UNO.	45
Figura 18: Modelos de Arduínos.	46
Figura 19: Modelos de Arduínos e suas configurações.....	46
Figura 20: Alguns tipos de sensores para Arduino.....	47
Figura 21: Shield Ethernet no Arduino Mega 2560.	47
Figura 22: Programação na Plataforma Arduino.	48
Figura 23: Paradigma da Prototipação.....	58
Figura 24: Fluxograma de validação - Professor Participante 01.	60
Figura 25: Fluxograma de Validação - Aluno Participante 01.....	62
Figura 26: Fluxograma de Avaliação – Professores Participantes.....	67
Figura 27: Questionário Aberto - Professores Participantes.....	69
Figura 28: Questionário Fechado - Características do Mapa CEMT.	70
Figura 29: Questionário Fechado - Dados dos Professores Participantes.....	71
Figura 30: Questionário Fechado - Dados dos Professores Participantes.....	71
Figura 31: Fluxograma de Avaliação – Alunos Participantes.....	73
Figura 32: Questionário de Observação do Pesquisador.	75
Figura 33: Roteiro Entrevista Estruturada - Dados Pessoais dos Alunos.	75
Figura 34: Roteiro Entrevista Estruturada - Características Mapa CEMT.....	76
Figura 35: Roteiro Entrevista Estruturada - Funcionalidades do Mapa CEMT.....	77
Figura 36: Resultado da Pesquisa - Palavras-Chave.	80
Figura 37: Resultado da Pesquisa - Busca pelas Strings.....	81
Figura 38: Resultado da Pesquisa - Análise dos Títulos.	81
Figura 39: Resultado da Pesquisa - Artigos completos e gratuitos.....	82
Figura 40: Resultado da Pesquisa - Remoção dos Artigos Repetidos.	82
Figura 41: Resultado da Pesquisa - Resultado final.....	83
Figura 42: Informação visual para dois tipos de informação tátil.	86
Figura 43: Cores e cromaticidade – NBR9050/2015.	89

Figura 44: Estratégias para o desenvolvimento de Mapas táteis Urbanos.	91
Figura 45: Estrutura de construção de Mapas Táteis.	92
Figura 46: Transcrição do mapa visual para o mapa tátil.	93
Figura 47: Modelo mental de um produto.	95
Figura 48: Hardware do mapa CEMT em suas primeiras versões.	97
Figura 49: Arduíno MEGA Base do hardware do Mapa CEMT.	98
Figura 50: Mapa da Região Sudeste do Brasil.	99
Figura 51: Construção em madeira do mapa CEMT.	100
Figura 52: Aplicando a textura e preparando o mapa CEMT.	101
Figura 53: Aplicando a computação embarcada no mapa CEMT.	102
Figura 54: Readaptação para a conexão dos estados no mapa CEMT.	103
Figura 55: Instalação dos conectores DB09 no mapa CEMT.	104
Figura 56: Acabamento na instalação dos conectores DB09 no mapa CEMT.	104
Figura 57: Mapa CEMT pronto para a pesquisa.	105
Figura 58: Conteúdo Mapa CEMT - Introdução/Passo 01.	108
Figura 59: Mapa CEMT - Controle de volume.	108
Figura 60: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 01/Passo 02.	109
Figura 61: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 02 - Minas Gerais.	110
Figura 62: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 02 - Minas Gerais/São Paulo.	111
Figura 63: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 02 - São Paulo/Rio de Janeiro.	111
Figura 64: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 02 - Rio de Janeiro/Espírito Santo.	112
Figura 65: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 02 - Espírito Santo/PASSO 03.	113
Figura 66: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 03 - Minas Gerais.	113
Figura 67: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 03 - Minas Gerais/São Paulo.	114
Figura 68: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 03 - São Paulo/Rio de Janeiro.	115
Figura 69: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 03 - Rio de Janeiro/Espírito Santo.	116
Figura 70: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 03 - Espírito Santo/PASSO 04.	117
Figura 71: Conteúdo Mapa CEMT - PASSO 04/FIM DO ESTUDO.	118
Figura 72: Conexão USB do Mapa CEMT ao computador.	120
Figura 73: Arquivos mp3 vinculados aos sensores do Mapa CEMT.	121
Figura 74: Arquivo 031.mp3 - Sensor Capital do Estado do Rio.	122
Figura 75: DSpeech - Programa para converter texto em áudio mp3.	123
Figura 76: Aprovação da pesquisa junto à Plataforma Brasil.	124
Figura 77: Mapa CEMT apresentado ao Professor Participante 01.	125
Figura 78: Símbolo tátil da escala do Mapa CEMT.	127
Figura 79: Espaçamento dos sensores táteis nos limites do Estado do Rio.	127
Figura 80: Título e fonte em Braille e em tinta.	128
Figura 81: Escrita em tinta preta em fundo branco e em Braille.	129
Figura 82: Nomes e siglas em tinta nos mapas dos estados.	131
Figura 83: Mudança na tonalidade da cor verde do Estado do Rio.	132
Figura 84: Nova versão da Rosa dos Ventos.	133
Figura 85: Evolução da Rosa dos Ventos do mapa CEMT.	135
Figura 86: Evolução nas cores do Rio e do Espírito Santo do mapa CEMT.	136
Figura 87: Correção do Braille no Espírito Santo do mapa CEMT.	137
Figura 88: Recurso para alterar a velocidade da voz no Mapa CEMT.	138
Figura 89: Orientações para a montagem de Minas Gerais.	139
Figura 90: Procedimento para o encaixe do Mapa de Minas Gerais.	140
Figura 91: Perfil dos Professores Participantes do IBC.	143

Figura 92: Questionário Aberto - Professores Participantes.....	148
Figura 93: Questionário Fechado - Professores Participantes.	152
Figura 94: Questionário Fechado - Professores Participantes.	153
Figura 95: Avaliação do Mapa CEMT - Professores Participantes.	154
Figura 96: Avaliação do Mapa CEMT - Professores Participantes - Média Geral.....	158
Figura 97: Perfil/Atraso escolar dos Alunos Participantes.	160
Figura 98: Questionário de observação do Pesquisador.....	161
Figura 99: Alunos Participantes - Tempo de Estudo.	162
Figura 100: Diferença de tempo em porcentagem – Alunos Participantes.	165
Figura 101: Avaliação do Mapa CEMT - Características.	167
Figura 102: Avaliação do Mapa CEMT - Funcionalidades.....	168
Figura 103: Avaliação dos Alunos Participantes - Baixa Visão Braille/Tinta.	169
Figura 104: Avaliação do Mapa CEMT - Baixa Visão - Não Lêem em Braille.....	170
Figura 105: Avaliação do Mapa CEMT - Alunos - Cegueira Congênita.	171
Figura 106: Avaliação do Mapa CEMT - Alunos - Cegueira Adquirida.	172
Figura 107: Avaliação do Mapa CEMT - Alunos Participantes - Média Geral.	173

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ADA – *American whit Disabilities Act*

AEE – Atendimento Educacional Especializado

AV – Acuidade Visual

AVR – Nome dado a uma família de micro controladores da Atmel.

AT – *Assistive Technology*

CMPDI – Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão

CBO – Conselho Brasileiro de Oftalmologia

CEB – Câmara de Educação Básica

CNE – Conselho Nacional de Educação

CNEC – Campanha Nacional de Educação dos Cegos

CNESP – Centro Nacional de Educação Especial

CONADE – Conselho Nacional de Direitos da Pessoa com Deficiência

DU – Desenho Universal

DV – Deficiência Visual

ECA – Estatuto da Criança e do Adolescente

GM – Gabinete do Ministro

HW – *Hardware*

IBC – Instituto Benjamin Constant

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEEE – *Standard Glossary of Software Engineering Terminology*

INES – Instituto Nacional de Educação dos Surdos

IdC – Internet das Coisas

IoT – *Internet of Things*

LBI – Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência

LED – Diodo Emissor de Luz

LIBRAS – Língua Brasileira de Sinais

MEC – Ministério da Educação

NBR – Norma Brasileira

ONU – Organização das Nações Unidas

OSEK – *Offene Systeme und deren Schnittstellen für die Elektronik in Kraftfahrzeugen*

PC – *Personal Computer*

PNS – Pesquisa Nacional de Saúde

RAM – *Random Access Memory*

RFID – *Radio-Frequency IDentification*

ROM – *Read-Only Memory*

RTOS – *Real Time Operating System*

SE – Sistema Embarcado

SW – *Software*

TA – Tecnologia Assistiva

TCLE – Termo de Consentimento Livre Esclarecido

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TI – Tecnologia da Informação

UFF – Universidade Federal Fluminense

RESUMO

O legislativo promulgou numerosas leis destinadas às pessoas com deficiência, desde o Brasil Imperial até os dias de hoje. Atualmente, a sociedade brasileira não garante às pessoas com deficiência os recursos educacionais e Tecnologias Assistivas que permitam uma educação inclusiva e igualitária a todos. A pesquisa contribui, apresentando uma solução computacional para a produção de materiais didáticos inclusivos, desenvolvendo uma Tecnologia Assistiva (TA) que aborda, como exemplo, o conteúdo geográfico e político da Região Sudeste do Brasil. Não existem limitações para a sua implantação, uma vez que essa tecnologia pode ser embarcada em mapas ou plantas táteis que abordem diversos temas. Esta TA explora uma arquitetura computacional baseada nos princípios da Internet das Coisas, sustentada pela Plataforma Arduino que controlam 46 sensores acionados pelo tato, embarcados em um mapa tátil educacional. Estimula uma interação entre o aluno e o mapa Computação Embarcada em Mapas Táteis (CEMT), através da união dos sentidos do tato e da audição. A tecnologia empregada no Mapa CEMT é explorada pelo docente para proporcionar mais qualidade no processo de ensino/aprendizagem e autonomia aos estudos dos seus discentes ouvintes com deficiência visual. O objetivo geral, desta pesquisa, foi criar um produto computacional embarcado num mapa tátil e político da Região Sudeste do Brasil para atender as especificidades das pessoas ouvintes com deficiência visual no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos dessa região do Brasil. A pesquisa foi conduzida no Instituto Benjamin Constant (IBC), utilizando a metodologia da prototipagem evolutiva, da pesquisa qualitativa e da técnica de entrevista livre para a condução da validação do Mapa CEMT de um protótipo experimental para um produto final. No processo de avaliação, desse produto, utilizamos a pesquisa quali-quantitativa, a técnica de entrevista livre e semiestruturada, o questionário aberto e fechado, além da observação sistematizada não-participante. Como participantes, foram convidados três Professores de Geografia e dez Alunos Ouvintes com Deficiência Visual que já tenham assimilado esses conteúdos. Obtivemos como resultado avaliativo do mapa CEMT, na opinião dos Professores Participantes, sobre as suas características 90,06% de aprovação e em suas funções 97% de aprovação. Já na opinião dos Alunos Participantes, o Mapa CEMT contabilizou, respectivamente, 94,54% e 99,25% de aprovação. A computação embarcada nos mapas táteis promoveu a qualidade do ensino ao aluno ouvinte com deficiência visual quando lhe permitiu a gerência de um grande volume de informações sobre a Região Sudeste do Brasil e aumentou a sua autonomia quando ele passou a ter a governança para repetir qualquer informação que ele não tenha assimilado, sem a necessidade de auxílio.

Palavras-Chave: Educação. Aprendizagem. Inclusão. Material Didático. Inovação. Computação Ubíqua.

ABSTRACT

The legislature enacted numerous laws aimed at people with disabilities, from Imperial Brazil to the present day. Currently, Brazilian society does not guarantee to persons with disabilities the educational resources and Assistive Technologies that allow an inclusive and egalitarian education for all. The research contributes, presenting a computational solution for the production of inclusive didactic materials, developing an Assistive Technology (TA) that addresses, as an example, the geographic and political content of the Southeastern Region of Brazil. There are no limitations to its implantation, since this technology can be embarked on maps or tactile plants that approach diverse subjects. This TA explores a computational architecture based on the principles of the Internet of Things, supported by the Arduino Platform that control 46 sensors triggered by touch, embedded in an educational tactile map. It stimulates an interaction between the student and the Mapped Computing map (CEMT), through the union of the senses of touch and hearing. The technology used in the CEMT Map is explored by the teacher to provide more quality in the process of teaching / learning and autonomy to the studies of their hearing students with visual impairment. The general objective of this research was to create a computational product embedded in a tactile and political map of the Southeastern Region of Brazil to meet the specificities of people with visual impairments in the teaching and learning process of the contents of this region of Brazil. The research was conducted at the Benjamin Constant Institute (IBC), using the methodology of evolutionary prototyping, qualitative research and the free interview technique for conducting the validation of the CEMT Map from an experimental prototype to an end product. In the evaluation process of this product, we used qualitative-quantitative research, the free and semi-structured interview technique, the open and closed questionnaire, and non-participant systematized observation. As participants, three Geography Professors and ten Visual Hearing Students who have already assimilated these contents were invited. We obtained as an evaluative result of the CEMT map, in the opinion of the Participating Teachers, on their characteristics 90.06% of approval and in their functions 97% of approval. In the opinion of the Participating Students, the CEMT Map accounted, respectively, 94.54% and 99.25% of approval. The computation embedded in the tactile maps promoted the quality of teaching to the hearing listener with visual impairment when he allowed the management of a large volume of information about the Southeast Region of Brazil and increased its autonomy when it started to have the governance to repeat any information which he has not assimilated, without the need for help.

Keywords: Education. Learning. Inclusion. Courseware. Innovation. Ubiquitous computing.

1. INTRODUÇÃO

O objeto de estudo para o programa do Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão (CMPDI) baseia-se, primeiramente, em dispositivos legais que foram construídos através de políticas públicas destinadas às pessoas com deficiência desde o Brasil imperial até os dias atuais, tais como, a Declaração de Salamanca que concede às pessoas com deficiências o direito a receberem a mesma educação sem divergências por suas deficiências e, assim, foi definida a base da educação inclusiva no Brasil (ONU, 1994). A Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996b), Lei nº 9394/96, que garante a todos os discentes, sem distinção, o seu ingresso na rede regular de ensino, dando a preferência em classes comuns. Como base sólida, a Lei nº 13.146, Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015), que assegura à pessoa com deficiência, garantindo-a condições de igualdade, o direito e liberdades fundamentais, visando incluí-la, definitivamente, como cidadã.

Nesse sentido, temos como realidade, leis que garantem o direito à educação igualitária para todos os educandos, mas em sala de aula falta recursos, formação adequada dos docentes e a construção de materiais didáticos específicos mais eficientes, conforme abordados pelos autores Fernandes (2011); Zucherato e Freitas (2011); Razuck e Guimarães (2014); Oliveira Batista *et al.* (2016); Abreu *et al.* (2017); e Ferreira *et al.* (2018).

Na época em que atuávamos como profissional de Tecnologia da Informação (TI) e discente no curso de Ciência da Computação em uma universidade particular e em um de nossos vestibulares, a instituição obteve a aprovação, a matrícula e o ingresso de um aluno com deficiência visual na ciência da computação. Esse acontecimento foi de grande valia e estímulo para os demais alunos, técnicos/funcionários e docentes, pois passamos por um processo de aprendizado árduo e de adaptação prática para melhor construir um ambiente acadêmico e experimental, na intenção de atender as necessidades desse aluno com deficiência visual e, somente assim, o mesmo pode obter êxito em seus objetivos educacionais.

No período de três anos (2007 até 2010) atuamos como servidor/professor, lecionando no curso Técnico Profissionalizante em Informática do Estado do Rio de Janeiro, onde os docentes careciam de recursos educacionais básicos, como os de audiovisuais, importantíssimos para um planejamento de aulas com o mínimo de qualidade e exposição das técnicas computacionais. Na educação técnica, tudo era bem difícil.

Apesar de não termos atuado na educação especial, hoje, sabemos o quanto é sofrido cumprir com os desafios de lecionar para os alunos com deficiência em nosso país.

A pesquisa apresentada encontra-se inserida na linha 3 do Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão - CMPDI: **“Produção de Materiais e Novas Tecnologias”** intitulado: **A internet das coisas e a Plataforma Arduíno como computação embarcada em mapas táteis: uma avaliação dessa Tecnologia Assistiva para o ensino das pessoas ouvintes com deficiência visual.**

A tecnologia, sem dúvida, é uma aliada no processo de inclusão, principalmente, no que se refere ao desenvolvimento de Tecnologias Assistivas (TA), na categoria de recursos de acessibilidade à computação. De acordo com Bersch (2017, p. 4) “os recursos de Tecnologia Assistiva são organizados ou classificados de acordo com objetivos funcionais a que se destinam”, nesse caminho, a pesquisa busca aprimorar as funcionalidades dos mapas táteis para ensino da pessoa ouvinte com deficiência visual se tornando relevante, pois promove a união dos sentidos do tato e da audição, contribuindo para o desenvolvimento sensorial do aluno que poderá usá-lo como benefício no seu processo de ensino e aprendizagem.

Assim, como os autores Baú *et al.* (2017), perceberam e apresentaram como um dos resultados em sua pesquisa, a grande relevância que se teve para o processo de ensino e aprendizagem quando os alunos tiveram acesso aos materiais educacionais através do toque das suas mãos, mais ainda, para os alunos com deficiência visual, pois esses materiais propiciam um apoio aos alunos e aos professores no intuito de simular uma realidade mais confortável por meio do sentido do tato para compensar a falta da visão.

Desta forma, elaboramos a seguinte questão: **como a computação embarcada, incorporada aos mapas táteis, pode agregar valor e propiciar**

uma maior qualidade no ensino/aprendizagem e autonomia nos estudos das pessoas ouvintes com deficiência visual?

Para atendermos o objetivo geral da pesquisa e buscar respostas para a questão, desenvolvemos um produto computacional que foi embarcado num mapa político da Região Sudeste do Brasil de forma a atender as especificidades das pessoas com deficiência visual no processo de ensino e aprendizagem que exploram os conteúdos dessa região do Brasil.

No processo de desenvolvimento desse produto, pautamos quatro objetivos específicos como premissas para a conclusão desta pesquisa em seu objetivo geral.

Superamos o primeiro objetivo específico quando realizamos uma busca material e funcional sobre os mapas táteis nas bases acadêmicas na intenção de obtermos informações confiáveis sobre as melhores práticas, uso de materiais, as principais funcionalidades e de como são produzidos mapas táteis que possam superar as barreiras e atender as especificidades das pessoas com deficiência visual.

A construção do protótipo experimental do Mapa de Computação Embarcada em Mapas Táteis - CEMT foi o resultado de nosso segundo objetivo específico que foi concluído, basicamente, através do conhecimento adquirido com o primeiro objetivo específico somados ao pensamento de interação, desenvolvido pelo renomado pesquisador e biólogo Jean Piaget e aos conceitos de *design* orientados pelo pesquisador americano Donald Norman.

Com o protótipo do Mapa CEMT construído, materializamos o objeto de nossa pesquisa que foi aplicada em campo no Instituto Benjamin Constant (IBC), permitindo a sua conclusão e o resultado do terceiro objetivo específico que foi o de validar o protótipo como um produto educacional. Para esse objetivo, contamos com um Professor de Geografia e um Aluno com deficiência visual como participantes e protagonistas nessa fase de validação.

Foi no último e quarto objetivo específico que avaliamos o Mapa CEMT como um produto educacional construído para atender as especificidades das pessoas com deficiência visual no processo de ensino e aprendizagem. Na avaliação, a pesquisa contou com a participação de três professores de geografia em conjunto com mais dez alunos com deficiência visual e todos

tiveram a oportunidade de conhecerem a proposta do Mapa CEMT nas dependências do IBC.

A metodologia utilizada foi a revisão de literatura; a busca nas bases acadêmicas; a pesquisa qualitativa; quantitativa e a prototipagem evolutiva. Utilizamos a entrevista; a observação e o questionário como técnicas de pesquisa para a coleta de dados.

Com a validação e a avaliação, comprovamos a eficácia de se incorporar esses recursos computacionais aos mapas táteis de forma a promover aos docentes várias alternativas para unir e estimular os dois sentidos: o auditivo e o tátil aos conteúdos acadêmicos para as pessoas ouvintes com deficiência visual, propiciando-lhes, mais autonomia e qualidade em seus estudos.

Não existem limitações para a sua implantação, uma vez que, essa tecnologia pode ser embarca em diversos mapas táteis e plantas táteis que abordem diversos assuntos.

As políticas públicas desenvolvidas no Brasil destinadas às pessoas com deficiência têm avançado e neste estudo, torna-se importante esclarecer que estas conquistas foram ao longo de décadas como veremos a seguir.

1.1 As Políticas Públicas Destinadas às Pessoas com Deficiência no Brasil

Para melhor compreendermos como as Políticas Públicas podem gerir a nossa vida como cidadãos numa sociedade organizada, nada melhor do que buscarmos definições dadas por autores de forma bem direta. No raciocínio de Mead (1995) define-a como um estudo da política que analisa o governo na visão de grandes questões públicas. Na visão de Lynn (1980), são ações providas pelo governo para produzir resultados específicos. Já para Peters (1986) as Políticas Públicas são resultados de um conjunto de ações dos governos que impactam diretamente na vida dos cidadãos.

Analisando esse conjunto de definições pode-se concluir que as Políticas Públicas buscam solucionar problemas específicos da sociedade organizada a partir de ações legais realizadas por nossos governantes.

Segundo Vivarta (2003, p.17), os conceitos que envolvem os direitos das pessoas com deficiência poderiam ser separados em três fases: “a política da

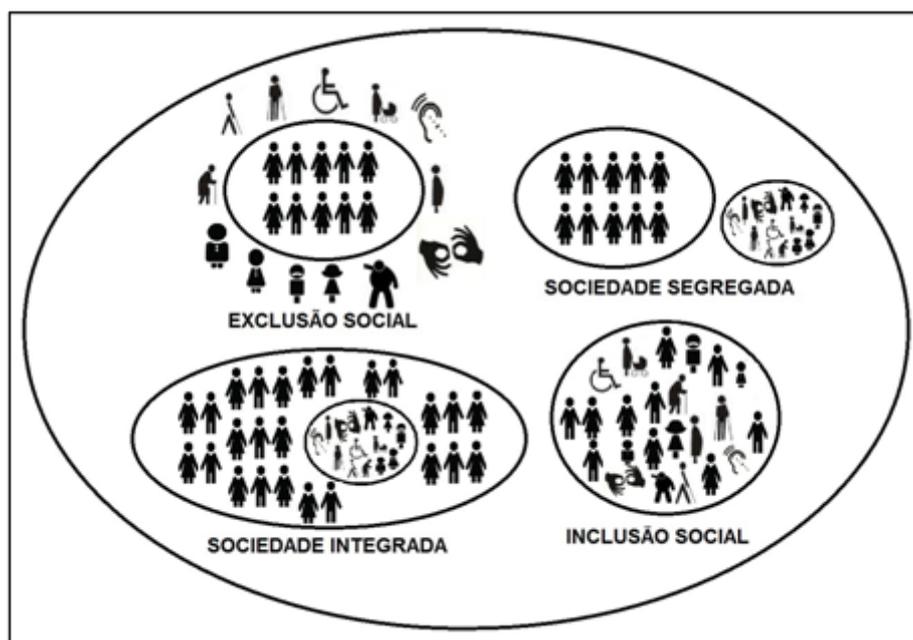
segregação, a política de integração e a política de uma sociedade inclusiva”. Para o autor, por séculos as pessoas com deficiência eram rotuladas como cidadãos imprestáveis, sendo inseridas num contexto de exclusão total.

Dessa forma, Vivarta (2003) diz que na tentativa de amenizar o processo de exclusão as políticas de segregação que foram idealizadas no final do século XIX e implantadas até a década de 1940 que impôs a internação das pessoas com deficiência em instituições fechadas e foram interpretadas como sendo um processo humanitário.

Para Vivarta (2003), após a fase das políticas de segregação vieram às políticas de integração que trouxeram a iniciativa do conceito de adaptação das pessoas com deficiência ao meio social. Ele esclarece que a partir da década de 1980 os limites da integração são ultrapassados, dando forma aos conceitos de sociedade inclusiva se convertendo em políticas de direitos humanos de organizações internacionais e em direitos assegurados na Constituição do Brasil propiciando às pessoas com deficiências o seu direito de cidadania plena.

Na figura 1, podemos ter uma visão mais ampla para diferenciar a exclusão social, da segregação social, da integração social e da inclusão social, anteriormente, comentadas por Vivarta (2003).

Figura 1: Políticas Sociais e suas fases.



Fonte: Adaptada de Nogueira (2012, p. 1).

Pode-se observar que a produção legislativa brasileira tem sido bem numerosa no quesito ao trato dos direitos reservados às pessoas com deficiência permitindo-lhes muitos avanços jurídicos podendo, assim, abrir um caminho para o Brasil transformar a sociedade atual numa sociedade inclusiva.

Vivarta (2003) expõe que o Brasil é signatário de diversos acordos internacionais que buscam incluir as pessoas com deficiência à sociedade, e desde 1990, o governo brasileiro assinou junto à Organização das Nações Unidas (ONU) a Resolução 45/91 que solicitou ao mundo passar da consciência para a ação sobre as políticas destinadas às pessoas com deficiência, assumindo o compromisso de se concluir com êxito uma sociedade global para todos por volta de 2010.

A seguir, acompanharemos a evolução de como o Brasil buscou evoluir as suas políticas públicas na intenção de atender, de alguma forma, às pessoas com deficiência, desde o Brasil Império até os dias atuais, poderemos observar que em algumas ações o Brasil consolidou acordos internacionais, nos quais, ele encontra-se como signatário.

O Brasil, num avanço histórico, através do Decreto nº 1.428 de 12 de setembro de 1854, inaugurou o Instituto denominado Imperial dos Meninos Cegos, tendo como uma de suas finalidades a de prover as pessoas com deficiência visual a instrução primária; a educação moral e religiosa; o ensino da música, algumas instruções secundárias e atividades fabris, hoje, o Instituto Benjamin Constant (IBC) nomeado por força de Decreto nº 1.320 em 24 de janeiro de 1891 (BRASIL, 1854); (BRASIL, 1891).

Em 1857 a Lei 939 de 26 de setembro, o mesmo Império criou o Instituto Imperial para Surdos-Mudos, que em 6 de julho de 1957, por força de Lei nº 3198, passou a ser chamado de Instituto Nacional de Educação dos Surdos (INES) (BRASIL, 1857); (BRASIL, 1957).

Em 10 de dezembro de 1948 a Organização das Nações Unidas (ONU) adotou e proclamou a Declaração Universal dos Direitos Humanos, observam-se em seu artigo 1º que todos os seres humanos nascem livres e iguais em seus direitos e dignidade, no artigo 2º todos gozam de direitos e liberdades expressos nessa Declaração, sem qualquer distinção, por raça, cor, sexo, idioma, religião, opinião política ou de outra natureza, origem nacional ou social, riqueza, nascimento, ou qualquer outra e em seu artigo 26º que todos

têm o direito à educação gratuita nos graus elementares, sendo a educação fundamental obrigatória e a técnico-profissional e a superior acessível a todos por mérito (ONU, 1948).

Em 1958 foi instituído no Instituto Benjamin Constant a Campanha Nacional de Educação e Reabilitação dos Deficitários Visuais, pelo Decreto nº 44.236 de 1º de agosto, que consistia em instalar e manter em funcionamento Centros de Reabilitação e Oficinas, também, promover reabilitações em domicílio, para reabilitar e integrar as pessoas com deficiência visual em atividades comerciais, industriais, agrárias, científicas, artísticas e educativas, nas empresas públicas e privadas. Esse Decreto visou à promoção para a integração das pessoas com deficiência visual em intuições de ensino regulares, promoção de eventos para a divulgação junto à sociedade sobre a temática, a reciclagem e formação de profissionais técnicos, de acadêmicos para a reabilitação das pessoas com deficiência visual e manter intercâmbios nacionais e internacionais dedicados ao tema (BRASIL, 1958).

No Decreto nº 48.252 de 31 de maio de 1960, o presidente, renomeia a Campanha Nacional de Educação e Reabilitação dos Deficitários Visuais, instituída pelo Decreto nº 44.236, de 1º de agosto de 1958 para Campanha Nacional de Educação dos Cegos (CNEC) e define que a mesma será diretamente subordinada ao Ministro de Estado da Educação e Cultura (BRASIL, 1960).

Com o Decreto nº 72.425 de 3 de julho de 1973 o legislativo cria o Centro Nacional de Educação Especial (CENESP) estando subordinado ao Ministério de Educação e Cultura, tendo como finalidade a de promover em todo o Brasil e expansão e melhoria do atendimentos às pessoas com deficiência, possuindo autonomia administrativa e financeira para as suas ações (BRASIL, 1973).

A constituição brasileira de 1988 possui em seu texto um reforço referente aos direitos das pessoas com deficiência e podemos destacar o seu artigo 3º que define como objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil a promoção do bem a todos sem qualquer tipo de discriminação. No Artigo 5º não deixa dúvidas que todos nós somos iguais perante a lei. Temos explícita a proibição de qualquer discriminação salarial e no critério de admissão do trabalhador com deficiência (artigo 7º, inciso XXXI). A educação,

direito de todos e dever do estado e da família, em seu artigo 205º. O ensino será ministrado em igualdade de condições de acesso e permanência na escola, descrito em seu artigo 208º (BRASIL, 1988).

Em 24 de outubro de 1989 foi sancionada a Lei Federal nº 7.853/89 que atribui ao Ministério Público a defesa das Pessoas com deficiência, materializando políticas públicas que visam proporcionar maior qualidade de vida, melhor acesso à saúde, educação e ao trabalho. Em seu artigo 8º, instituiu crime o ato de discriminar à pessoa com deficiência em escolas, no ambiente do trabalho, hospitalar e até mesmo em concurso público. Este ato regulamentou a acessibilidade para as edificações públicas e particulares de acesso público e criou, no Ministério da Justiça, o Conselho Nacional de Direitos da Pessoa com Deficiência – CONADE (BRASIL, 1989).

Na Declaração Mundial sobre Educação para Todos que ocorreu na cidade de Jomtien, Tailândia, de 5 a 9 de março de 1990 reforçando o compromisso de que a educação é para todos, mulheres e homens, de todas as idades, no mundo inteiro. Esse encontro visou mostrar a importância da educação para a conquista de um mundo mais seguro, mais sadio, mais próspero e ambientalmente mais puro, de forma a favorecer o progresso e o entendimento entre as nações (ONU, 1990).

O Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), Lei Federal nº 8.069/90 de 13 de julho de 1990, em seu artigo 5º definiu que nenhuma criança ou adolescente será objeto de negligência, discriminação, exploração, violência, crueldade, e opressão, punido na forma da lei qualquer atentado, por ação ou omissão, aos seus direitos fundamentais e esses direitos incluem as pessoas com deficiência (BRASIL, 1990).

No artigo 11º do ECA, que assegura o atendimento integral à saúde da criança e do adolescente, pelo sistema único de saúde, tendo o acesso universal e igualitário as ações e serviços para a promoção, proteção e recuperação da saúde e às pessoas com deficiência terão o direito ao atendimento especializado. Em seu artigo 55 obriga os pais ou responsáveis a matricular seus filhos ou pupilos na rede regular de ensino (BRASIL, 1990).

A Lei de cotas surgiu com a Lei Federal nº 8.213/91 de 24 de julho de 1991 onde tornou obrigatória a contratação de pessoas com deficiência por

empresas que possuem 100 ou mais funcionários em seus quadros, conforme apresentado na figura 2.

Figura 2: Proporção funcionários

até 200 funcionários.....	2%
de 201 a 500 funcionários.....	3%
de 501 a 1000 funcionários.....	4%
de 1001 em diante funcionários.....	5%

Fonte: Adaptado de Brasil (1991. Art. 93).

Na Lei Federal nº 8.742/93, de 7 de dezembro de 1993. Lei Orgânica da Assistência Social regulamentou as seguintes garantias às pessoas com deficiências, conforme Brasil (1993):

- A habilitação e reabilitação das pessoas com deficiência e a promoção de sua integração a sua comunidade;
- A garantia de um salário mínimo mensal em forma de benefício que comprove não possuir meios próprios para sua manutenção ou tê-la provida por sua família; e
- A acessibilidade assegurada nos espaços destinados aos Centros de Referências Especializados de Assistência Social e nos Centros de Referências de Assistência Social (BRASIL, 1993, p.1-5).

A Declaração de Salamanca apresentou padrões para nivelar as oportunidades para as pessoas com deficiência definindo que toda criança tem o direito à educação e a oportunidade de um nível adequado de aprendizado, assim como, o sistema educacional e os programas educacionais deveriam se adequar à diversidade, às características e às necessidades educacionais. Ainda menciona que as pessoas com deficiência devem ter acesso à escola regular e possuir uma pedagogia direcionada a ela, sendo capaz de satisfazê-la em suas necessidades, (ONU, 1994).

O Ministério da Educação encaminhou o aviso Circular nº 277/MEC/GM de 08 de maio de 1996 a todos os reitores das instituições de ensino superior, cobrando uma política adequada educacional aos educandos com deficiência

na intenção de se alcançar níveis cada vez mais altos de seu rendimento acadêmico e da importância de se promover o seu acesso e a sua permanência no ensino superior, (BRASIL, 1996a).

A Lei que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, Lei Federal nº 9.394/96 de 20 de dezembro de 1996 define a educação básica brasileira e podemos destacar como políticas destinadas às pessoas com deficiência que o Atendimento Educacional Especializado (AEE) gratuito deve ser realizado preferencialmente na rede regular de ensino, esta iniciativa busca incluir o estudante com deficiência à sociedade escolar, (BRASIL, 1996b).

O Decreto Federal nº 3.298/99 de 20 de dezembro de 1999 regulamenta a Lei nº 7.853 de 24 de outubro de 1989 explicitando normas de proteção e definindo a educação especial como transversalmente a todos os níveis de ensino, dando ênfase a atuação complementar da educação especial ao ensino regular. Essa lei possui uma política bem abrangente para as pessoas com deficiência abordando diversos temas, tais como saúde, acesso à educação, trabalho, desporto e outros, (BRASIL, 1999a).

A portaria nº 319 de 26 de fevereiro de 1999 do Ministério da Educação criou a Comissão Brasileira de Braille, subordinada à Secretaria de Educação Especial para a adoção de uma política de diretrizes e normas para o uso, o ensino, a produção e a difusão do sistema Braille em todas as modalidades de aplicação, especialmente a Língua Portuguesa, a Matemática e as outras Ciências, a Música e a Informática, (BRASIL, 1999b).

Através da Convenção da Guatemala ocorrida em 28 de maio de 1999 foi instituída a eliminação de toda a forma de discriminação contra as pessoas com deficiência e o incentivo para a criação de políticas que venham integrá-las à sociedade. A convenção definiu como discriminação toda a forma de diferenciação, exclusão ou restrição dada pela sua deficiência, à limitação de seus direitos fundamentais e seus direitos humanos, (OEA, 1999).

A Lei da Prioridade, Lei Federal nº 10.048/00 de 08 de novembro de 2000, promoveu o acesso ao atendimento prioritário a todas as pessoas com deficiência, aos idosos, às gestantes, às lactantes, às pessoas com crianças de colo, e aos obesos. Prevê também assentos prioritários em transportes, (BRASIL, 2000a).

A Lei da Acessibilidade, Lei Federal nº 10.098/00 de 14 de novembro de 2000, teve grande relevância sobre o tema de transposição das barreiras arquitetônicas que regulamentou não apenas as edificações, mas também todo o espaço urbano, como as vias públicas, transportes coletivos, edifícios de uso particular e públicos, sistemas de comunicação e outros, (BRASIL, 2000b).

Definiu-se nas Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica, Resolução do Ministério da Educação CNE/CEB 2 de 11 de setembro de 2001, que a política de inclusão de alunos que apresentam necessidades educacionais especiais na rede regular de ensino não está pautada somente a sua frequência nas aulas regulares, mas também no seu desenvolvimento educacional. No artigo 8º, Inciso III, temos que as Flexibilizações e adaptações curriculares que considerem o significado prático e instrumental dos conteúdos básicos, metodologias de ensino e recursos didáticos diferenciados e processos de avaliação adequados ao desenvolvimento dos alunos que apresentam necessidades educacionais especiais, em consonância com o projeto pedagógico da escola; respeitada a frequência obrigatória; respeitando suas diferenças e atendendo suas necessidades. Essa política visa incluir as pessoas com deficiências no ensino regular de forma que ocorra o desenvolvimento acadêmico do mesmo, (BRASIL, 2001).

A Lei sobre a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), Lei nº 10.436 de 24 de abril de 2002 provê o reconhecimento legal da comunicação e expressão a Língua Brasileira de Sinais e outros recursos de expressão a ela associados, não substituindo a Língua Portuguesa na forma escrita, (BRASIL, 2002a).

A Portaria do Ministério da Educação nº 2.678 de 24 de setembro de 2002, aprovou a grafia BRAILLE para a Língua Portuguesa recomendando o seu uso em todo o território nacional e em todas as formas de ensino, (BRASIL, 2002b).

Em 2004 o Decreto Federal nº 5.296/04 de 02 de dezembro regulamentou a Lei Federal nº 10.048/2000 estabelecendo normas gerais para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência e/ou com mobilidade reduzida, (BRASIL, 2004).

No Decreto nº 56.626 da Presidência da República de 22 de dezembro de 2005 regulamentou a Língua Brasileira de sinais e na inclusão da LIBRAS

como disciplina cursos de formação de professores para o exercício do magistério, em nível médio e superior, e nos cursos de Fonoaudiologia, de instituições de ensino, públicas e privadas, do sistema federal de ensino e dos sistemas de ensino dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, sendo uma disciplina optativa para os demais cursos superiores e na educação profissional, (BRASIL, 2005).

Decreto nº 5.904 de 21 de setembro de 2006 que regula o direito às pessoas com deficiência visual de frequentarem a ambientes acompanhados de cão-guia em locais públicos e privados, (BRASIL, 2006a).

Decreto nº 6.949 de 25 de agosto de 2009 que promulgou a Convenção internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, que foi assinado na cidade de Nova York, em 30 de março de 2007. Este Decreto garante e promove os direitos humanos e em específico os direitos das pessoas com deficiência em sua dignidade individual na intenção de repudiar a discriminação e geração de políticas que venham atender, em específico, as demandas desses cidadãos, (BRASIL, 2009).

Em 6 de julho de 2015 foi instituída a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI), Lei nº 13.146/15, sendo destinada a garantir e a promover igualmente o exercício dos direitos e da liberdade fundamentais às pessoas com deficiência, garantindo-lhes a sua inclusão e cidadania. A LBI qualifica as pessoas com deficiência como pessoas que possuem impedimentos de longo prazo, de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, que em interações com barreiras, podem limitar a sua plena e efetiva participação na sociedade em igualdade de condições em comparação com as outras pessoas, (BRASIL, 2015).

A LBI define que a pessoa com deficiência deve ser tratada como pessoa humana de acordo com as suas reais condições, sendo um concreto avanço para as pessoas com deficiência e em sua inclusão junto à sociedade, pois mudou o conceito de deficiência que deixa de ser característica da pessoa e passa a ser vista como a falta de acessibilidade da sociedade como um todo, isto é, a deficiência está no meio e não na pessoa, (BRASIL, 2015).

Para a aplicação dessa Lei, foi considerada a acessibilidade como possibilidade e condições para que as pessoas com deficiência possam utilizar, com segurança e autonomia, espaços, equipamentos urbanos,

edifícios, transportes, informação e comunicação, já o desenho universal como criação de produtos, ambientes, programas e serviços a serem utilizados por todos e a Tecnologia Assistiva (TA) como produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas, serviços que venham promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à inclusão da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida visando a sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social, (BRASIL, 2015).

Na LBI foi garantida a proibição de qualquer cobrança adicional para alunos com deficiência, a adoção de práticas pedagógicas inclusivas realizadas pelos programas de formação inicial e continuada de professores e a oferta de formação continuada para os profissionais de atendimento educacional especializado, a garantia de acesso das pessoas com deficiência aos sistemas educacionais no sentido de manter a sua permanência, participação e aprendizagem dado por serviços e recursos de acessibilidade que ultrapassem as barreiras e promovam a inclusão plena, e a oferta de profissionais de apoio escolar, (BRASIL, 2015).

Na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) Norma Brasileira (NBR), ABNT NBR 9050:2015 de 11 de outubro de 2015, prevê a acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, estabelecendo critérios e parâmetros a serem observados ao projeto, construção, instalação e adaptações, (ABNT, 2015).

A ABNT NBR 16.537:2016 de junho de 2016 estabelece os padrões para a devida sinalização de piso tátil na elaboração de projetos e na sua instalação, (ABNT, 2016).

No Brasil e no decorrer de sua história, houve uma evolução na maturação e desenvolvimento de sua sociedade na passagem pela exclusão total das pessoas com deficiência e pelas fases descritas por Vivarta (2003), da política da segregação, a política de integração e para a política de uma sociedade inclusiva.

Numerosas legislações são destinadas às pessoas com deficiência, desde o Brasil Imperial até os dias atuais e acompanhamos a evolução das principais leis que buscam proporcionar uma vida digna, acessível e o pleno exercício da cidadania para as pessoas com deficiência.

A Lei Brasileira de Inclusão é um avanço legislativo e um começo para que a sociedade brasileira venha evoluir saindo da fase de integração social para pertencer ao conjunto de uma sociedade realmente inclusiva.

O conceito e os números da deficiência visual serão tratados na próxima seção, pois as pessoas ouvintes com deficiência visual que são os maiores beneficiados e os principais consumidores do produto que foi desenvolvido por esta pesquisa.

1.2 A Deficiência Visual

Utilizamos o sentido da visão, segundo Brandão (2009), como meio de comunicação em amplos os aspectos, para a compreensão de conceitos, construção de representações e no entendimento das transformações sociais. A visão nos permite a apropriação das notícias, dos eventos, a observação dos acontecimentos; as pessoas com deficiência visual, portanto, são privados e limitados no aprendizado desses fenômenos de transferências de cultura e de conteúdo.

Algumas características sobre a deficiência visual (DV) são abordadas por Figueiredo (2017) quando a define pela:

[...] incapacidade de ver ou de ver bem, podendo limitar ou impedir o acesso direto a diversos fazeres do dia a dia, como: orientação e mobilidade independente, habilidades manuais, aquisição de conceitos e a palavra escrita (FIGUEIREDO, 2017, p. 35).

Nesse contexto, a lei nos resume numa visão mais técnica, as diferenças da cegueira e da baixa visão, em relação ao Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999 regulamenta em seu Art. 4º, Inciso III, as categorias das pessoas com deficiência visual, quando ele diz que a:

III – deficiência visual - Cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores (BRASIL, 1999a, Art. 4º Inciso III).

No entendimento do Conselho Brasileiro de Oftalmologia (CBO), informado por Costa e Coutinho (2018), a classificação da acuidade visual (AV) foi dividida em categorias mais específicas do que a lei brasileira, conforme ilustrado na figura 3.

Figura 3: Acuidade Visual pela distância - CBO.

Acuidade Visual pela distância			
	Categoria	Pior que:	Igual ou melhor que:
Melhor correção óptica	0 - Visão Normal a Baixa Visão Leve	-	20/70 ou 0,3
	1 - Baixa Visão Moderada	20/70 ou 0,3	20/200 ou 0,1
	2 - Baixa Visão Severa	20/200 ou 0,1	20/400 ou 0,05
	3 - Cegueira	20/400 ou 0,05	20/1200 ou 0,02
	4 - Cegueira	20/1200 ou 0,02	Percepção de luz
	5 - Cegueira	Sem Percepção de luz	
	9	Indeterminado	

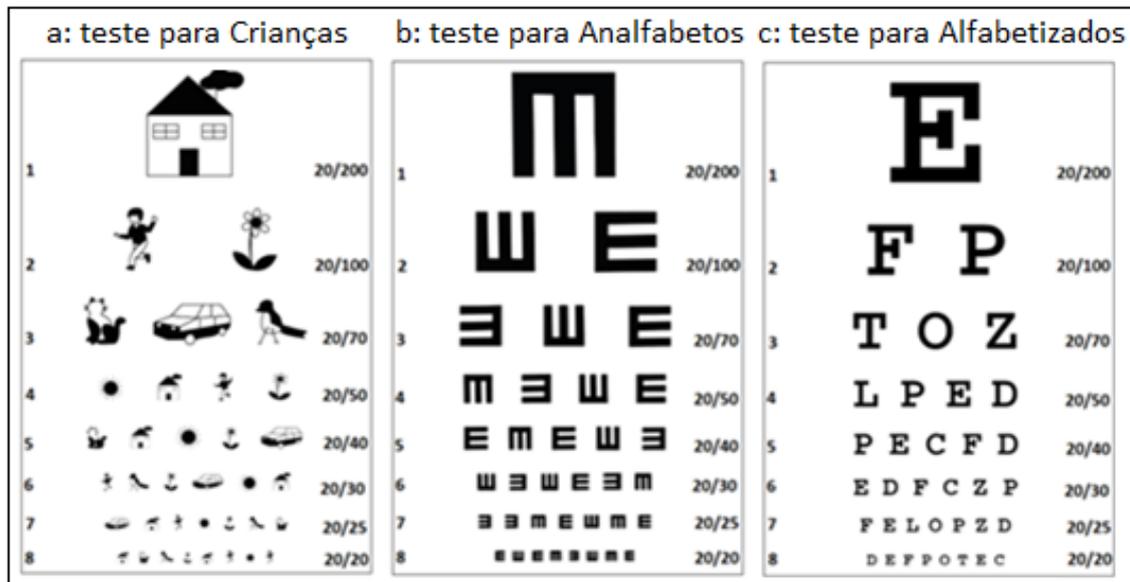
Fonte: Adaptado de Costa e Coutinho (2018, p. 69).

Neste sentido, Corrêa *et al.* (2015), nos explica que a Acuidade Visual (AV) é utilizada para o diagnóstico da baixa visão e ela:

[...] é feita com o auxílio de tabelas existentes de diversos tipos (Snellen, LEA symbols, ETDRS, dentre outras). Consiste na identificação de figuras ou letras (optotipos), em sequência do maior para o menor tamanho, com distância padronizada entre a pessoa em exame e uma tabela de optotipos fixada em um suporte ou parede (CORRÊA *et al.*, 2015, p. 204).

Logo, a tabela de Snellen, citada por Corrêa *et al.* (2015), possui altura e largura de 50x25cm, respectivamente, e que o examinado é posicionado a uma distância de seis metros dela. Eles nos apresentam três adaptações da tabela de Snellen para serem impressas no formato A4 e serem aplicadas a uma distância de três metros, onde são utilizadas em pessoas de até dois anos, como mostrado na figura 4a, pessoas analfabetas na figura 4b e em pessoas que foram alfabetizadas na figura 4c.

Figura 4: Teste de Snellen adaptado.

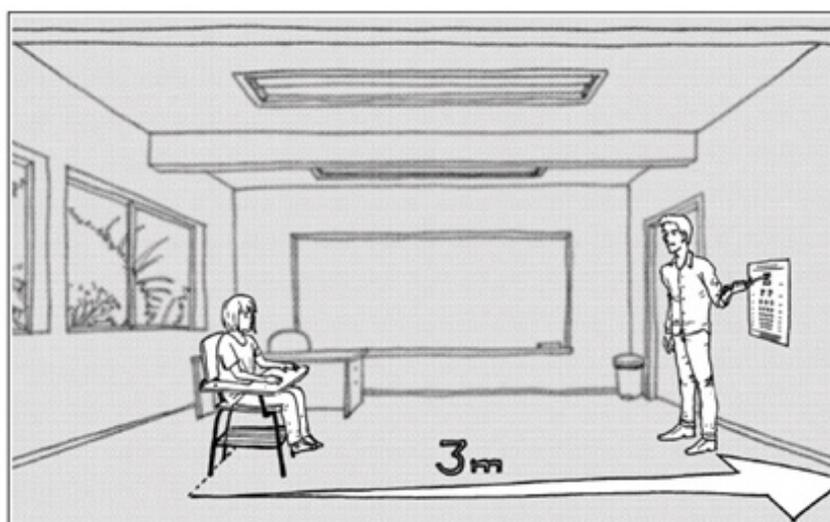


Fonte: Corrêa *et al.* (2015, p. 208).

Na figura 4 de Corrêa *et al.* (2015), em seu lado esquerdo, temos as linhas numeradas de 1 à 8 e em seu lado direito a escala de acuidade visual medidas em frações, onde o numerador é a distância padronizada entre o examinado e a tabela (20 pés = 6 metros, no caso da tabela adaptada são 3 metros) e o denominador é a distância, em pés, que uma pessoa de visão normal deveria conseguir ver o optotipo naturalmente.

Corrêa *et al.* (2015), figura 5, nos mostram como esse teste de acuidade visual deve ser realizado para que se obtenha os resultados corretamente.

Figura 5: Teste de Acuidade Visual (AV) adaptado.



Fonte: Corrêa *et al.* (2015, p. 205).

Na descrição da figura 5, vemos que o profissional aponta um dos optotipos começando pelos maiores e solicita ao examinado, a 3 metros de distância da tabela, que informe/sinalize o tipo de optotipo a ele apresentado. Esse teste deve aferir um olho por vez e os resultados são conseguidos mediante até a linha que o examinado consegue enxergar o menor optotipo.

As pessoas com deficiência visual cegas são incapazes de vêem, conforme dito por Figueiredo (2017), a sua acuidade visual são extremamente baixas, nestes casos, o teste de Snellen não pode ser aplicado (a cegueira inicia em 0,05 e está bem abaixo da AV mais baixa do teste de Snellen que vai de 0,1 até 1). Ainda temos os casos em que não se percebem a presença da luz ou até mesmo, não se a percebe de nenhuma forma. Constatamos estes parâmetros quando comparamos a figura 3 com a figura 4.

Já no diagnóstico da baixa visão (BV), a aferição da acuidade visual pode assumir inúmeras possibilidades escalares, pois ela é diagnosticada na condição de BV leve, BV moderada ou BV severa, partindo no nível de serem aferidas através do teste de Snellen ou possuírem uma AV bem abaixo deste teste, estando à beira do nível da cegueira (CORRÊA *et al.*, 2015).

Outra particularidade atribuída à pessoa com deficiência visual é que ela:

[...] pode ser classificada de acordo com a idade, sendo congênita ou adquirida, ambas com etiologias variadas. As congênitas podem ser de origem pré ou perinatais, e as adquiridas por acidentes físicos ou por problemas no aspecto funcional das estruturas do órgão (GORGATTI, 2008; FRANÇA, 2013 apud BARBIERI, 2016, p. 16).

Segundo o Manual Técnico de Procedimentos de Avaliação Médica Pericial das Funções da Visão, dispostas pelo Brasil (2014), apresentamos alguns exemplos de patologias congênitas e adquiridas oculares, acidentes que podem ocorrer no trabalho e doenças profissionais/ocupacionais que são mais recorrentes, na figura 6.

Figura 6: Exemplos de Doenças Oculares - INSS.

Tipos de doenças Oculares	
Origem / Ocorrência	Exemplos
Doenças Oculares Congênitas	Cataratas; Glaucomas; Tumores Oculares; Estrabismos Acomodativos e Paralíticos;
Doenças Oculares Adquiridas	Traumas; Corpos estranhos; Infecções; Doenças Sistêmicas (anemias, HAS, diabetes,
Acidentes de Trabalho	<u>Típico</u> : trumas diretos (emissão de partículas e corpo estranho), indiretos e queimaduras.
Doenças do Trabalho	<u>Substâncias Químicas</u> : (por ex: industriais, poeiras, vapores, gases tóxicos, aerossóis): chumbo, arsênio, mercúrio, ácido fluorídrico, metanol, manganês, hidrocarboretos, etc. <u>Agrotóxicos</u> : organafosfatos, organoclorados. <u>Radiações</u> : infravermelhas, ultravioleta, laser, soldas elétricas e de oxiacetileno, radiação ionizante, etc... <u>Intoxicação Profissional/infecciosa</u> : micro-organismos e parasitas. <u>Doenças Profissionais discutíveis</u> : astenopias de acomodação, nistagmos, conjuntivites atópicas.

Fonte: Brasil (2014, p. 39).

Até o momento, abordamos a deficiência visual numa visão mais clínica, contidas num conjunto de pessoas com deficiência visual que vão da cegueira total até as pessoas com deficiência visual que não possuem atributos de uma visão saudável.

Existem outros meios de classificação para a deficiência visual, assim, como nos atenta Figueiredo (2014) quando diz que, somente, após meados do século XX as potencialidades visuais das pessoas com deficiência visual foram analisadas frente ao seu rendimento educacional, valorizando e explorando os resíduos visuais existentes nessas pessoas, pois antes, elas recebiam o mesmo tipo de atendimento educacional (FIGUEIREDO, 2014).

Amiralian (1997) nos resgata esse raciocínio quando nos aponta que:

Até a década de 70, a classificação dos sujeitos como cegos, e sua indicação para o ensino pelo método Braille, se baseava no diagnóstico oftalmológico. Entretanto, a constatação de que muitas crianças “cegas” liam o Braille

com os olhos levou os especialistas a uma reformulação do conceito, que passou a centrar-se na maneira pela qual o sujeito apreende o mundo externo. Assim, passaram a ser considerados cegos aqueles para quem o tato, o olfato e a cinestesia são os sentidos primordiais na apreensão do mundo externo. E sujeitos com visão residual (baixa visão), aqueles que, embora, prejudicados na visão, a utilizam satisfatoriamente em seu processo de aprendizagem. (AMIRALIAN, 1997, p. 29)

Os autores nos apontam que a visão residual do aluno vai classificá-lo, a tal ponto, que o professor ao educá-lo, deverá conhecê-lo e explorá-lo em seus potenciais visuais residuais, independente de seu diagnóstico clínico, para um maior aproveitamento acadêmico.

Caminhando neste sentido, Bruno (1999), classifica o variado universo da deficiência visual de uma forma mais funcional/educacional. Aborda a cegueira total como uma perda funcional da visão que direciona a pessoa com deficiência visual a utilizar o Braille, recursos educacionais mais tecnológicos e especiais para transpor a barreira da comunicação, leitura e escrita. Define, também, a baixa-visão como uma visão prejudicada para as atividades educacionais e de locomoção, mesmo na melhor correção óptica e que necessita de Tecnologias Assistivas (TA) específicas no processo de ensino/aprendizagem (BRUNO, 1999).

Figueiredo (2014) contribui com essa questão quando aborda a DV, também, numa classificação educacional, dizendo que:

a) alta deficiência: sujeitos com cegueira congênita, sem nunca terem tido qualquer percepção de imagem; b) média deficiência: sujeitos com alguma percepção visual, mas não habilitados para a leitura e escrita no sistema comum; c) baixa deficiência: sujeitos com resíduo visual funcionalmente desenvolvido conseguem ler e escrever no sistema comum de leitura e escrita. (FIGUEIREDO, 2014, p. 45)

Finalizamos a conceituação da deficiência visual numa proposta de abordagem comparativa, clínica e educacional, visando expor que a deficiência

visual pode assumir diversas especificidades e que o grande desafio é diagnosticar, corretamente, essas pessoas para que atinjam o êxito educacional, explorando todas as suas potencialidades.

Na apresentação de um panorama numérico, comparamos a população brasileira, fazendo frente à população mundial sobre a questão da deficiência visual, onde Dias e Santos (2016) alegam que no mundo, temos:

Um relato, apresentado pelo *website* da ONU, feito pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2013, alega que existem 39 milhões de cegos no mundo, além de 246 milhões sofrerem de baixa visão, que seria a perda parcial da visão, e os países em desenvolvimento abrigam 90% desta população (DIAS; SANTOS, 2016, p. 2).

Em referência ao Brasil, Dias e Santos (2016) afirmam que:

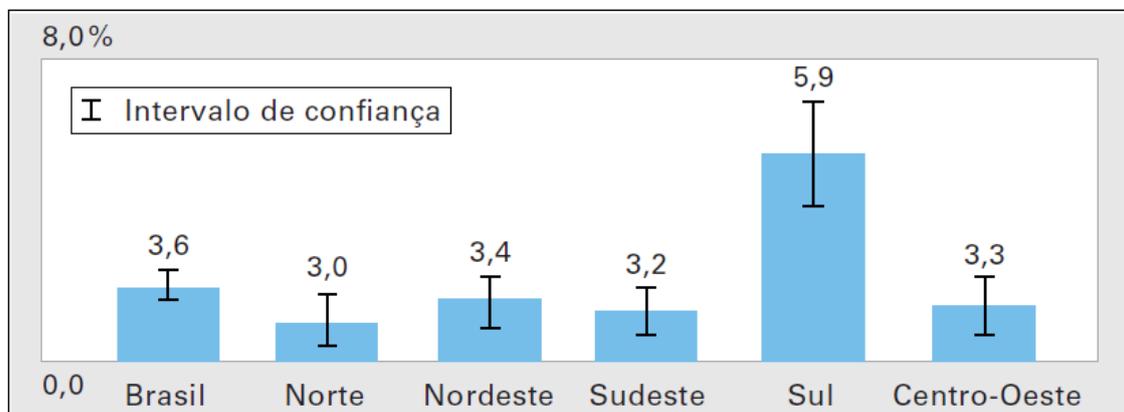
De acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, a deficiência visual foi a mais relatada entre os entrevistados, incluindo cegueira e baixa visão (dificuldade em enxergar), chegando a 35,7 milhões de pessoas em todo o país. Sendo, 18,8% dos entrevistados alegaram dificuldades para enxergar, ainda que utilizem lentes de correção. 506 mil pessoas informaram serem cegas. No município de Juiz de Fora, de acordo com o mesmo censo, existem 516.247 habitantes, destes 1.242 declararam-se cegos (0,24%) e os que possuem uma grande dificuldade de enxergar são 13.689 (2,65%) (IBGE, 2010 apud DIAS; SANTOS, 2016, p. 2).

Na Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) que analisou dados de 200,6 milhões de pessoas residentes em domicílios particulares e permanentes em todo o Território Nacional no ano de 2013, apontou que 6,2% possuíam pelo menos uma das quatro deficiências relacionadas na pesquisa, são elas: a deficiência intelectual, a deficiência física, a deficiência auditiva e a deficiência visual. Para a deficiência visual, foram consideradas as pessoas que possuíam a cegueira de ambos os olhos, cegueira de um só olho e visão reduzida do outro, cegueira de um olho e visão normal do outro olho e baixa visão de ambos os olhos (IBGE, 2015).

Segundo exposto pelo IBGE (2015) e na figura 7, em comparação aos outros tipos de deficiências abordadas pelo PNS 2013, a deficiência visual foi a mais frequente entre os brasileiros, tendo um índice de 3,6% da população

pesquisada, sendo mais concentrada na Região Sul com um índice de 5,9% da população dessa região. As pessoas com deficiência visual de sessenta anos ou mais representam 11,5% dos grupos de idade.

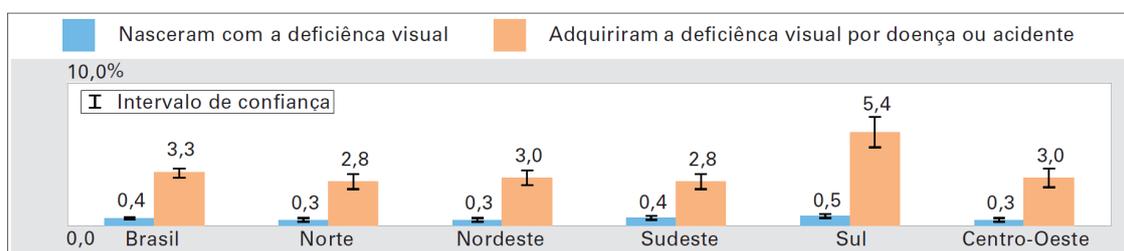
Figura 7: Proporção de pessoas com deficiência visual - Brasil e suas Regiões.



Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional de Saúde (2015, p. 28).

Os dados apontados pelo IBGE (2015) mostram que num total das deficiências abordadas, a deficiência visual foi a que teve maior incidência de pessoas que a adquiriram por causa de doença ou acidente, apresentando um índice de 3,3% e na Região Sul esse índice foi de 5,4%, em contra partida, o índice de 0,4% foi encontrado para as pessoas que a possuíam desde o seu nascimento. Conforme podemos analisar no gráfico da figura 8 que segue abaixo:

Figura 8: Proporção de pessoas com deficiência visual e suas causas.

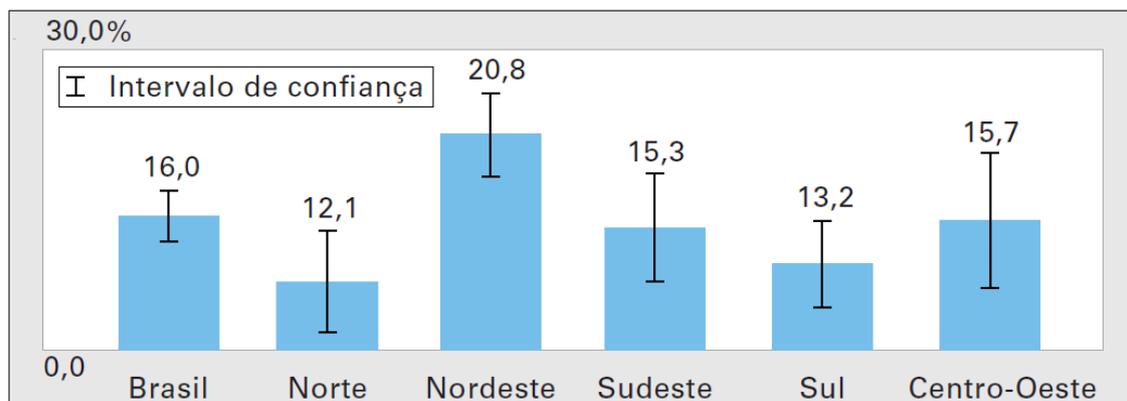


Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional de Saúde (2015, p. 29).

No Brasil, IBGE (2015), informa que 6,6% das pessoas com deficiência visual utilizam algum recurso para facilitar a sua locomoção, tais como, a bengala articulada ou o cão guia e 16% da população com deficiência visual apresentaram um grau intenso ou muito intenso de limitações ou não são

capazes de realizarem suas atividades habituais, podemos observar no gráfico da figura 9 que a Região Nordeste se sobressai às outras regiões nessa particularidade.

Figura 9: Grau de limitações ou impossibilidades de atividades habituais.



Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional de Saúde (2015, p. 29).

O IBGE (2015) registrou que as pessoas com deficiência visual que frequentaram o serviço de reabilitação teve o índice de 4,8%, sendo o menor índice apontado entre as quatro deficiências abordadas pelo estudo do IBGE.

Os dados divulgados pelo IBGE (2015), providos para a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), colhidos em 2013, indicam que a população brasileira com deficiência são, em sua maioria, pessoas com deficiência visual. Em um cálculo básico temos aproximadamente 7,2 milhões de brasileiros que são pessoas com deficiência visual e possuem seus direitos garantidos por lei.

As pesquisas apresentadas por Dias e Santos (2016) e por IBGE (2015) comprovam que não somente no Brasil, mas no mundo, temos um número expressivo de pessoas com deficiência visual e a comunidade mundial tem o dever de atendê-las em suas necessidades/particularidades e de construir um ambiente/sociedade mais acessível para que elas possam exercer a sua cidadania.

Dentre as inúmeras leis e políticas públicas podemos destacar a Lei Brasileira de Inclusão (LBI) que explicita de forma transparente, para toda a sociedade brasileira, que as pessoas com deficiência devem ser tratadas como pessoa humana de acordo com as suas reais condições. Nesta lei, muda-se o conceito de deficiência que deixa de ser a característica da pessoa e passa a

ser vista como a falta de acessibilidade da sociedade e/ou do ambiente como um todo, isto é, a deficiência está no meio e não na pessoa (BRASIL, 2015).

A mudança de paradigma da deficiência também influencia na sua educação; veremos na seção seguinte os percursos e as vitórias conquistadas pelas pessoas com deficiência ao longo das últimas décadas.

1.3 A Educação para as Pessoas com Deficiência Visual

Nas seções anteriores, tomamos ciência de que as legislações garantem as pessoas com deficiência, sem qualquer restrição, o direito à educação com a garantia de sua plena participação e evolução em seu aprendizado em igualdade aos demais educandos. Afinal, somos todos iguais perante a lei.

Compreendemos que os números apresentam uma parcela considerável da população brasileira possui especificidades que demandam por políticas públicas que, na prática, possam facilitar o pleno exercício de sua cidadania e a garantia de seus direitos fundamentais.

Sendo assim, a Declaração de Salamanca (1994) determina que:

- toda criança tem direito fundamental à educação, e deve ser dada a oportunidade de atingir e manter o nível adequado de aprendizagem,
- toda criança possui características, interesses, habilidades e necessidades de aprendizagem que são únicas,
- sistemas educacionais deveriam ser designados e programas educacionais deveriam ser implementados no sentido de se levar em conta a vasta diversidade de tais características e necessidades,
- aqueles com necessidades educacionais especiais devem ter acesso à escola regular, que deveria acomodá-los dentro de uma Pedagogia centrada na criança, capaz de satisfazer a tais necessidades,
- escolas regulares que possuam tal orientação inclusiva constituem os meios mais eficazes de combater atitudes discriminatórias criando-se comunidades acolhedoras, construindo uma sociedade inclusiva e alcançando educação para todos; além disso, tais escolas provêm uma educação efetiva à maioria das crianças e aprimoram a eficiência e, em última instância, o custo da eficácia de todo o sistema educacional (ONU, 1994, p. 1).

Franco e Dias (2007) descrevem que os serviços educacionais destinados às pessoas com deficiência visual cegas no Brasil, a partir do

século XIX até o final do século XX e para isso recorrem a vários teóricos como (SILVA, 1986; ROCHA, 1987; ANACHE, 1994; FERREIRA; LEMOS, 1995), afirmando que no Brasil, a primeira preocupação oficial com a educação de pessoas com deficiência visual cegas, se deu com o projeto de Lei apresentado pelo deputado Cornélio Ferreira França a assembleia legislativa em 1835. Tinha como objetivo que as pessoas com deficiência auditivas e cegas tivessem o acesso ao ensino das primeiras letras, na capital do Império e nas capitais das províncias, porém a proposta foi arquivada.

Em 1854, ainda de acordo com Franco e Dias (2007), iniciou-se no Brasil o atendimento escolar as pessoas com deficiência visual cegas, implantado pelo Imperador D. Pedro II, que se inspirou em José Alves de Azevedo (Jovem com deficiência visual cego que estudou na França no Instituto Real de Jovens cegos de Paris); onde inaugurou a primeira escola no Rio de Janeiro para pessoas com deficiência visual cegas, o Imperial Instituto de Meninos Cegos, hoje conhecido como Instituto Benjamin Constant (IBC).

Em 1872, O imperial Instituto dos meninos Cegos, atendia 35 alunos, e 20 desses 35 pagavam pelos seus estudos. Bueno (1993) e Anache (1994) apud (FRANCO; DIAS, 2007), afirmam que até a chegada da República, as pessoas com deficiência visual recebiam um maior apoio do Estado, porém com as transformações sociais e outras deficiências começaram a surgir: como as intelectuais, as auditivas e as físicas ficando escasso apoio para todos.

Os autores Franco e Dias (2007) relatam que no ano de 1926 foi fundado o Instituto São Rafael, em Belo Horizonte, onde o Instituto Benjamin Constant, era o único instituto no país para pessoas com deficiência visual.

No ano de 1945, Franco e Dias (2007) nos esclarece que houve a implantação do Instituto de Educação Caetano de Campos, em São Paulo, que foi o primeiro curso de especialização de professores para o ensino de pessoas com deficiência visual e que com as mutilações ocorridas após a II guerra mundial, houve um aumento de atendimento nos programas de reabilitação, tanto de pessoas com deficiência visual cegas, como de outras deficiências oriundas da guerra.

No mês de setembro de 1945 o Instituto Benjamin Constant (IBC) inaugurou o seu curso ginásial que foi equiparado ao ensino do Colégio Pedro II, em junho do ano seguinte (1946), sendo um importante marco histórico

inclusivo brasileiro, pois permitiu que as pessoas com deficiência visual, através desse dispositivo legal, seguissem com seus estudos em escolas secundárias, possibilitando, posteriormente, o acesso às universidades (IBC, 2018).

Para Rocha (1987 apud FRANCO; DIAS, 2007), a década de 50 foi um marco na vida das pessoas com deficiência visual, pois deu origem a sua emancipação. Foi nessa década que o Conselho Nacional de Educação permitiu que estudantes com deficiência visual ingressassem nas Faculdades de Filosofia, materializando assim, o acesso ao ensino superior.

Em São Paulo, na mesma época, se deu a primeira turma em Braille no ensino regular, funcionando em regime de experimentação e em 1953, foi oficializada (ROCHA, 1987 apud FRANCO; DIAS, 2007).

Em 1956 foi instituída a Campanha Nacional de Educação e Reabilitação das pessoas com deficiência visual, em 1960 passando a ser denominada Campanha Nacional de Educação dos Cegos, subordinada ao ministro de estado de educação e cultura (ROCHA, 1987; BUENO, 1993; MAZZOTTA, 1996 apud FRANCO; DIAS, 2007).

Dessa forma, nos esclarece Franco e Dias (2007) que as décadas de 60 e 70 houve um aumento dos serviços de reabilitação com apoio do estado. Na década de 70, investimentos na Formação de professores de educação especial para nível superior e em 1973 o Ministério de Educação e Cultura criou o Centro Nacional de Educação Especial – CENESP.

Com a Lei de Diretrizes e bases nº. 4.024/61, a partir de 1961, o Estado passa a garantir a pessoa com deficiência à educação, no sistema regular de ensino.

Em 1986 com a criação da Coordenadoria Nacional para Integração das pessoas com deficiência (CORDE) e o CENESP, que foi substituído pela Secretaria de Educação Especial, a SESP. Em 1990, houve uma reestruturação do Ministério da Educação e a SESP foi extinta, e sob uma nova organização do magistério, surgiu em 1992 a Secretaria de Educação Especial, a SEESP (MAZZOTTA, 1996 apud FRANCO; DIAS, 2007).

Franco e Dias (2007) observam que ao longo da história houve um baixo investimento financeiro e o não atendimento das demandas existentes, o que acarretou na luta constante das pessoas com deficiência contra a desvantagem

social/educacional e na conquista de sua cidadania. Como solução para essas questões, Franco e Dias (2007); propõe um movimento associado a propostas inclusivas com objetivos de aceitação da diversidade social, coligadas a escolas acessíveis a todos; esse processo de mudança visa superar as dificuldades educacionais com um suporte político e legal para que de fato, se conquiste uma educação de qualidade a todos.

Para que o ambiente de ensino-aprendizagem seja inclusivo, afirma Prado (2013), é preciso adaptar o meio educacional utilizando as Tecnologias Assistivas (TA) que ultrapassem as barreiras apresentadas pelos discentes com deficiência, para isso, são utilizados recursos técnicos, recursos didáticos específicos e ambientes apropriados que garantam o aprendizado inclusivo e a todos.

Numa pesquisa realizada para a construção de materiais didáticos acessíveis, as autoras Soares, Castro e Delou (2015) constaram que:

[...] este estudo apresenta novas possibilidades para um ensino de Astronomia mais inclusivo, contemplando através dos materiais produzidos, alunos com e sem deficiência visual. A replicação destes materiais assim como o incentivo a novas ideias são extremamente importantes para aumentar a acessibilidade de conteúdos tão abstratos. Portanto, ressalta-se aqui a importância de iniciativas que estimulem a elaboração de materiais didáticos acessíveis, englobando os temas mais variados e contribuindo para uma maior acessibilidade do conhecimento científico (SOARES; CASTRO; DELOU, 2015, p. 389).

Apesar da iniciativa de professores/pesquisadores em estimularem essa prática, a realidade escolar brasileira é preocupante, pois Ferreira (2018) conclui, em sua recente pesquisa, que ainda temos escolas, onde há falta de acessibilidade aos conteúdos, às adaptações realizadas são poucas e/ou não atendem as especificidades dos discentes com deficiência numa proposta inclusiva com todos e para todos.

Numa recente matéria do jornal O Globo de 31 de janeiro de 2018, Lontra (2018), publica a análise dos dados do Censo Escolar do ano de 2017 divulgados pelo Ministério da Educação. A capa da matéria encontra-se ilustrada na figura 10.

Figura 10: Reportagem sobre Educação - Jornal O Globo.

The image shows a screenshot of a news article from the website 'O GLOBO'. The page has a blue header with the 'O GLOBO' logo, a menu icon, and the word 'SOCIEDADE'. There are also buttons for 'COMPARTILHAR' and 'BUSCAR', and a green 'ASSINE JA 80% OFF' button. The main headline is 'EDUCAÇÃO' followed by 'Aumenta inclusão de alunos com deficiência, mas escolas não têm estrutura para recebê-los'. Below the headline is a sub-headline: 'Censo Escolar foi divulgado pelo Ministério da Educação nesta quarta-feira'. The article is attributed to 'POR O GLOBO' and dated '31/01/2018 11:23 / atualizado 31/01/2018 20:19'. There are social media sharing icons for Facebook, Twitter, Google+, and LinkedIn. The main image shows a classroom with a teacher in a yellow shirt standing at a chalkboard, and two students in blue shirts sitting at desks. One student is in a wheelchair. The caption below the image reads: 'A Escola municipal Governador Leonel de Moura Brizola, em Austin, foi construída dentro dos padrões de acessibilidade - Thiago Lontra / .'

Fonte: Lontra (2018, p. 1).

Lontra (2018) inicia a sua matéria elogiando o Brasil pelo aumento da educação inclusiva, mesmo que discreto, nas matrículas de alunos com deficiência em sua rede básica de ensino. O Índice foi de 827.243 em 2017 e em 2016 os números foram 751.065, aumento de 76.178 novas matrículas e que apresenta crescimento durante os últimos quatro anos.

O autor (LONTRA, 2018) nos relata que apesar dos números positivos, as escolas apresentam uma estrutura precária para o atendimento desses alunos. Dados do Censo Escolar da educação Básica apresentados pelo Ministério da Educação informam que o índice de inclusão de pessoas com deficiência em classes regulares aumentou de 85,5% em 2013 para 90,9% em

2017, mas somente 40,1% desses alunos possuem o Atendimento Educacional Especializado (AEE).

No ensino médio, em 2013 frente a 2017, as matrículas dos alunos com deficiência saltaram de 48.589 para 94.274, mas correspondem somente apenas 1,2% do total de matrículas. Apenas 46,7% das escolas de ensino médio possuem estrutura física adequada para o melhor atendimento. O banheiro adaptado só existe em 62,2% dessas escolas (LONTRA, 2018).

Nas escolas de ensino fundamental as matrículas desse perfil foram de 2,8% do total geral, maior que no ensino médio, mas o ritmo de crescimento total diminuiu, pois em 2016 foram 709.805 matrículas e em 2017 temos a marca de 768.360 matrículas. A estrutura física das escolas é ainda menor que no médio, apenas 29,8% e somente 39,9% de escolas possuem banheiros adequados (LONTRA, 2018).

As matrículas na educação infantil também sofreram altas, em 2016 tiveram 69.784 e em 2017 foram 79.749. A falta de estrutura é uma realidade escolar também na educação infantil, pois apenas 26,1% das creches e 25,1% das pré-escolas possuem estruturas físicas que atendam os alunos com deficiência, já os banheiros adaptados, somente 32,1% estão disponíveis nessas escolas (LONTRA, 2018).

O repórter descreve que a falta de estrutura nas escolas não é somente um problema da educação voltada para as pessoas com deficiência, segundo Lontra (2018), nas escolas dos municípios que corresponde a 71,5% da educação infantil no país, apenas 29,7% possui bibliotecas/sala de leitura. No ensino fundamental 54,3% possuem um local reservado para a leitura dos alunos, 11,5% laboratório de ciências e somente 41,2% têm quadra esportiva.

Analisando o ensino médio o autor relata que 88% têm biblioteca/sala de leitura; 45,4% têm laboratórios e 76,9%% uma quadra esportiva (LONTRA, 2018).

O autor (LONTRA, 2018) resume que no desafio de atender bem aos alunos com deficiência, na realidade, as escolas não possuem os recursos mais elementares. Nos números do censo (Educação infantil 8,5% e Ensino fundamental 10%) ainda existem escolas que não possuem nem tratamento de esgoto, banheiro e energia elétrica.

Vemos, em números recentes, que o Brasil não consegue disponibilizar uma estrutura mais elementar para todos os seus educandos e muito menos promover a inclusão aos alunos com deficiência.

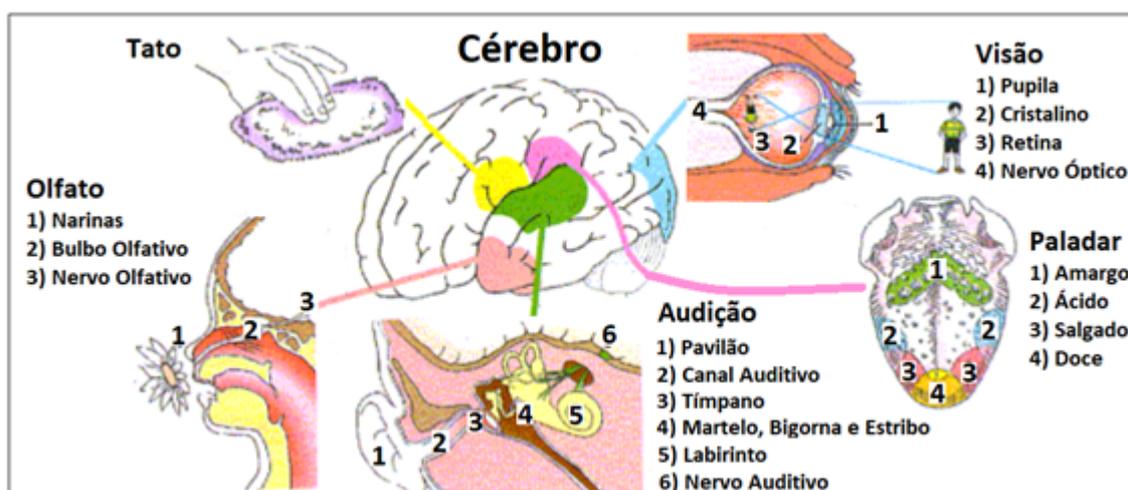
As pessoas com deficiência visual devem ser estimuladas a desenvolverem técnicas que visem suprir a falta da visão, que a tornará mais sensível aos outros sentidos do corpo de forma a permitirem o seu desenvolvimento como cidadãos.

Discorreremos, na seção seguinte, como os sentidos desempenham um importante papel no ensino e na aprendizagem.

1.4 Os Sentidos no Processo de Ensino e Aprendizagem

Percebemos o mundo através de nossos sentidos sensoriais: audição, tato, paladar, olfato e visão. O processo de aprendizagem do aluno é facilitado com a união e estímulo desses sentidos, pois o conhecimento do mundo é transmitido e interpretado pelo cérebro proveniente desses sentidos, sendo captados por células sensoriais, conforme apresentamos na figura 11. Dessa forma o corpo é exposto como um instrumento de aprendizagem (GOLDSCHMIDT *et al.*, 2008).

Figura 11 - A integração dos Sentidos com o sistema nervoso central



Fonte: Adaptada de Barros e Paulino (2000).

Os órgãos dos sentidos possuem a função de captarem os estímulos externos ao nosso corpo e convertê-los em sinais que são processados pelo nosso sistema nervoso central, onde temos: a pele para o tato; a língua para o

paladar; as fossas nasais para o olfato; os ouvidos para a audição e os olhos para a visão (BARROS; PAULINO, 2000).

Sendo assim, os cinco sentidos são a porta de entrada para a aprendizagem. As técnicas que exploram o uso dos sentidos auxiliam a absorção dos mais diversos conteúdos. Goldschmidt *et al.* (2008) recorda que Maria Montessori, educadora, argumentava que “o caminho do intelecto passa pelas mãos, porque é por meio do movimento e do toque que as crianças exploram e decodificam o mundo ao seu redor. A criança ama tocar os objetos para depois poder reconhecê-los” (NOVA ESCOLA, 2006 apud GOLDSCHMIDT *et al.*, 2008, p. 32).

Segundo Goldschmidt *et al.* (2008), quando utilizamos as atividades práticas de características lúdicas ou científicas o gosto do educando pela aprendizagem são estimulados. O cérebro é facilitado na interpretação no processo cognitivo quando a atividade prática é executada e explora a maior parte dos sentidos sensoriais possíveis.

Muller *et al.* (2017), relatam que Vygotsky tinha a ideia de que pessoas com deficiência visual são capazes de reorganizar todo seu cérebro ao ponto de desenvolverem meios alternativos para atingirem determinados objetivos. Elas podem se beneficiar do processo de aprendizagem assim como qualquer pessoa, isso ocorre, pela complexidade e pela plasticidade do sistema psicológico humano.

Santin e Simmons (1977) recorrem aos estudos de Piaget (1952) e afirmam que a visão não pode ser isolada, mas precisa ser considerada como um sentido que deixa a sua contribuição ao funcionamento sensorial total.

A audição, tato, paladar e olfato funcionarão mesmo sem o sentido da visão, mas as suas respostas serão interpretadas de forma fragmentada. Não teremos uma compensação sensorial nesse processo (GIBSON, 1969 apud SANTIN; SIMMONS, 1977).

Alguns autores defendem que os outros sentidos parecem diminuídos na ausência da visão, e as crianças com deficiência visual necessitam de estimulações adicionais (CAROLAN, 1973; CHASE, 1972; KEELER, 1958 apud SANTIN; SIMMONS, 1977).

Kastrup (2007) relata que:

Diversos estudos têm indicado que a perda de visão produz uma reorganização do sistema cognitivo em função de novos investimentos da atenção, que são condição para a reinvenção da vida cotidiana dessas pessoas (KASTRUP, 2007, p. 1).

Os estudos sobre a psicologia cognitiva da deficiência visual; surge no espaço da questão existente sobre o dilema da compensação sensorial. Essas teorias defendem que a compensação na falta de um dos sentidos, a pessoa com deficiência visual, possui um melhor desempenho principalmente no do tato e a na da audição do que as pessoas que enxergam (KASTRUP, 2007).

Vygotsky (1997 apud KASTRUP 2007) afirmam que o progresso na execução dos outros sentidos, não é um presente dos deuses e nem pode ser explicada por uma reconquista fisiológica, mas decorre da sua formação e destacamos os meios sociais e culturais onde a pessoa com deficiência vive.

Os autores estão fazendo referência a Neuroplasticidade, Relvas (2008) define-a como a capacidade de adaptação do sistema Nervoso Central em modificar a sua forma de funcionamento e estrutura. Esta transformação ocorre ao longo da vida com a aprendizagem e a reabilitação das atividades motoras/sensoriais (RELVAS, 2008).

A neuroplasticidade pode ser compreendida através do funcionamento do neurônio em suas conexões sinápticas e pela forma em que o cérebro se organiza. A pessoa quando se depara com situações inéditas, as suas redes neurais são reorganizadas, outras sinapses são reforçadas e várias respostas ao meio são possibilitadas (RELVAS, 2008).

A autora reforça que o cérebro das crianças são mais plásticos em relação aos dos adultos, por isso, o processo de aprender a aprender é primordial e necessita ser desenvolvido desde muito cedo (RELVAS, 2008).

Como exemplo, temos um experimento realizado com ratos de visão saudáveis, Paddock (2014), relata que “[...] os ratos que passaram por uma semana de cegueira simulada, tiveram alterações nos circuitos cerebrais no córtex auditivo primário, uma parte do cérebro que permite a percepção consciente do tom e do volume”, o que ocasionou uma melhora de desempenho de discriminação das frequências dos sons captados pelos ratos. Os resultados eram reversíveis, pois ao retornarem aos ambientes iluminados, eles perderam essa capacidade mais apurada (PADDOCK, 2014, p.1).

A pesquisa, publicada no jornal - O Estado de São Paulo - por Gonçalves e Thomé (2011), aponta “cegos usam técnica para “ver” com audição”. A publicação descreve como pessoas cegas conseguem ver com os ouvidos, reprogramando o cérebro no processamento da visão para o processamento dos sons (GONÇALVES; THOMÉ, 2011).

Dessa forma, os repórteres relatam a habilidade de Daniel Kish que consegue usar a sua audição como um sonar, assim, como os morcegos e os golfinhos. Ele emite um barulho produzido por sua boca que reverberava no ambiente, através de sua audição, capta o som e consegue processar dados desse ambiente, tais como: localização, dimensão e profundidade dos objetos; conseguindo aumentar a sua independência e mobilidade (GONÇALVES; THOMÉ, 2011).

Pesquisadores Canadenses concluíram, por meio de ressonância magnética, que Daniel Kish faz uso da ecolocalização, processando as informações de sons como se fossem imagens, pois o cérebro, geralmente, processa as imagens com a luz, diferentemente dele (GONÇALVES; THOMÉ, 2011).

Observamos com as pesquisas apresentadas que, na falta da visão, o cérebro pode se adaptar, mas para tornar este processo mais produtivo é necessária a sua estimulação. As pessoas com deficiência visual necessitam ter acesso às técnicas mais eficientes e eficazes para a transposição de suas barreiras.

Em se tratando de barreiras a serem vencidas e o perfil do aluno no sentido de seu desenvolvimento intelectual, a deficiência visual possui várias variáveis consideráveis, pois Brasil (2006b) nos relata que:

O portador de cegueira congênita, ou aquele que perdeu a visão nos primeiros anos de vida, não conserva imagens visuais úteis. Experimenta o mundo que o cerca através do tato, da audição, do olfato, do paladar, percebendo-o e interpretando-o, muitas vezes, de maneira diferente daquela que os demais o fazem. Frequentemente, também, terá que representar o mundo através de uma linguagem cujos signos nem sempre coincidem com suas vivências pessoais (BRASIL, 2006b, p. 36).

Já no caso da perda da visão após a experiência de vida, temos o relato que:

[...] depois de alfabetizado por tipos impressos, por exemplo, - a bagagem de informações visuais deve constituir elemento facilitador para a continuidade do processo educacional. Entretanto, a perda pode acarretar sérias consequências emocionais e pedagógicas. A não aceitação da deficiência, muitas vezes leva o aluno a oferecer resistência à utilização de recursos e técnicas que favoreçam a minimização das limitações impostas pelo distúrbio visual (BRASIL, 2006b, p. 36).

Percebemos, nesta seção, que o aluno em seu processo de ensino e aprendizagem obtém um maior ganho quando seus sentidos são estimulados, desde cedo e juntamente, no desenvolvimento de uma determinada tarefa. Os conteúdos trabalhados pelos professores, para o ensino das pessoas com deficiência visual; muitas vezes são focados nos meios sensoriais, dando mais ênfase ao tato e à audição.

Sendo assim, os docentes precisam ter acesso e suporte a materiais didáticos, que estejam de acordo com as necessidades de cada aluno que serão estimulados, em seus sentidos, para o seu aprendizado pleno.

Essas adaptações são uma forma de Tecnologia Assistiva que estimula a aprendizagem das pessoas com deficiência visual, o que veremos a seguir na próxima seção.

1.5 A Tecnologia Assistiva Incluindo as Pessoas com Deficiência Visual

A nomeação desta tecnologia nos é dada por Sartoretto e Bersch (2017, p. 1), quando afirmam que “o termo *Assistive Technology*, traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva, sendo criado em 1988 como importante elemento jurídico dentro da legislação norte-americana conhecida como *Public Law 100-407* e renovado em 1998”, tendo seu termo atualizado para “*Assistive Technology Act* de 1998 (P.L. 105-394, S.2432)”.

Os autores ainda complementam que, a lei atualizada, faz parte do ADA - *American with Disabilities Act* que é uma regulamentação americana que trata

da deficiência nos Estados Unidos da América e que conduz os recursos destinados para esses fins (SARTORETTO; BERSCH, 2017).

A legislação norte-americana define a *Assistive Technology* como recursos e serviços e no contexto da *American with Disabilities Act (ADA)*, esses recursos são:

Todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, produto ou sistema fabricado em série ou sob-medida utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência. Serviços são definidos como aqueles que auxiliam diretamente uma pessoa com deficiência a selecionar, comprar ou usar os recursos acima definidos (ADA - AMERICAN WITH DISABILITIES ACT, 2010).

Cook e Hussey (1995, p. 5) definem a TA como “uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas funcionais encontrados pelos indivíduos com deficiência”, ou seja, os autores generalizam esses conceitos ao entenderem que todos os recursos que promovem o bem estar das pessoas com deficiência é uma TA.

Desde julho de 2015 o Brasil, através da Lei Brasileira de Inclusão (LBI), define a TA como:

[...] produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2015, Art. 3º Inciso III).

Para Sartoretto e Bersch (2017, p. 1), os recursos de TA “são todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, produto ou sistema fabricado em série ou sob medida utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência” e “os Serviços, são definidos como aqueles que auxiliam diretamente uma pessoa com deficiência a selecionar, comprar ou usar os recursos acima definidos”. Para os autores esses recursos podem sofrer uma variação de complexidade que pode ir de uma simples bengala a até um sistema computacional mais elaborado.

De acordo com Bersch (2017, p. 4) a TA é classificada em categorias, e “os recursos de tecnologia assistiva são organizados ou classificados de

acordo com objetivos funcionais a que se destinam”. Segundo a autora, “várias classificações de TA foram desenvolvidas para finalidades distintas” e ela cita a “ISO 9999/2002 como uma importante classificação internacional de recursos, aplicada em vários países”.

Ainda de acordo com Bersch (2017, p.4), a *Internacional Organization for Standardization* (ISO) “ao apresentar uma classificação de TA, seguida de redefinições por categorias, destaca-se que a sua importância está no fato de organizar a utilização, prescrição, estudo e pesquisa de recursos e serviços em TA”, e disponibilizar “ao mercado focos específicos de trabalho e especialização”. Exemplos de categorias de TA são listados na figura 12.

Figura 12: Exemplos de Categorias de Tecnologia Assistiva.

CATEGORIA	EXEMPLOS
Auxílios para a vida diária e vida prática	talheres modificados, suportes para utensílios domésticos, roupas desenhadas para facilitar o vestir e despir, abotoadores, velcro, recursos para transferência, barras de apoio, etc.
CAA – Comunicação Aumentativa e Alternativa	Pranchas de comunicação impressa; vocalizadores de mensagens gravadas, etc.
Recursos de acessibilidade para computador	Teclados modificados, os teclados virtuais com mouses adaptados, software sintetizador de voz, órteses e ponteiras para digitação, softwares leitores de tela, entre outros.
Sistemas de controle de ambiente	Casas inteligentes com controle de ambientes, controle de ambiente a partir do controle remoto.
Projetos arquitetônicos para acessibilidade	Projetos adaptados em casas e/ou ambiente de trabalho Rampas, elevadores, adaptações em banheiros e mobiliário.
Órteses e próteses	Próteses de membros superiores e órtese de membro inferior, que permitem digitar, manter a postura correta, comer, ler, etc.
Adequação Postural	Sistemas especiais de assentos e encostos em cadeiras de rodas, estabilizadores ortostáticos, entre outros.
Auxílios de mobilidade	Bengalas, muletas, andadores, carrinhos, cadeiras de rodas manuais ou elétricas, scooters, etc.
Auxílios para a habilidade visual e recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas	Auxílios ópticos, lentes, lupas manuais e eletrônicas; ampliadores de tela. Material gráfico com texturas e relevos, mapas e gráficos táteis, software OCR em celulares para identificação de texto informativo, etc.
Auxílios para pessoas com surdez ou com déficit auditivo	Equipamentos (infravermelho, FM), aparelhos para surdez, telefones com teclado-teletipo (TTY), sistemas com alerta tátil-visual, celular com mensagens escritas e chamadas por vibração, etc.
Mobilidade em veículos	Carros e elevadores adaptados, rampas, entre outros.
Esporte e Lazer	Cadeira de rodas/basquete, bola sonora, auxílio para segurar cartas, etc.

Fonte: Bersch (2017, p. 5-10).

De uma forma geral as TA's disponíveis no mercado para as pessoas com deficiência visual são: computadores com *softwares* para leitura de tela utilizando sintetizadores de voz (JAWS, Virtual Vision e DOSVOX); aplicativos com retorno de voz; scanner para digitalização de textos; conversão de texto escrito para texto falado (.DOC para .MP3, em português) usando o serviço Robobrilie; Mecdaisy que possibilita os livros digitais falados; acervo de livros falados ou em Braille em várias bibliotecas; fones de ouvido para audição dos livros falados e de textos; Themorform; o sorobã; gravadores; máquina de datilografia Perkins Braille; Regletes; punções; a escrita em Braille; lupas e lentes de aumento, bengalas e impressoras Braille. Podemos ver alguns exemplos de TA utilizados por pessoas com deficiência visual na figura 13 (BERSCH, 2017).

Figura 13: Exemplos de TA para as pessoas com deficiência visual.



Fonte: Bersch (2017, p. 10).

Uma TA é destinada à educação quando beneficia o aluno na intenção de vencer as barreiras geradas por suas limitações ocorridas pela deficiência em seus sentidos, em suas capacidades motoras e até cognitivas que interferem no seu processo de ensino e aprendizagem, promovendo uma maior autonomia, participação, interação e assimilação de conteúdos inseridos nesse processo (BERSCH, 2017).

Um bom exemplo funcional da TA foi apresentado na pesquisa realizada por Baú *et al.* (2017), onde as autoras revelaram que os alunos sem deficiência

visual costumam apresentarem dificuldades para dominarem os conceitos sobre frações e conjuntos numéricos abordados na matemática e essas dificuldades são maximizadas quando os alunos não possuem o sentido da visão.

As autoras na intenção de proporcionarem uma maior qualidade aos alunos com deficiência visual cegos no processo de ensino e aprendizagem desenvolveram uma TA de baixo custo batizada de “Tábuas de Frações” para melhor atenderem a esses educandos (BAÚ, *et al.*, 2017, p. 6).

Baú, *et al.* (2017) apresentaram como resultado da sua pesquisa que:

[...] os alunos passaram a compreender o conteúdo, proporcionando uma interação, essa que é indispensável para melhorar a aprendizagem. Logo, os alunos passaram a ter a possibilidade compreender a Matemática passando a vê-la de forma simples e agradável, e assim, contribui para estabelecer uma relação de confiança entre professor/alunos. É indiscutível que ao trabalharmos o conteúdo de frações com o suporte do material foi de grande importância não só para o aprendizado dos discentes como também para nossa formação enquanto futuros professores. Assim como, permite minimizar o chamado choque de realidade ao atuar na profissão docente quando nos depararmos com alunos com deficiência em nossas salas de aula (BAÚ, *et al.*, 2017, p. 12).

As professoras/pesquisadoras desenvolveram ferramentas/materiais didáticos que realmente aumentaram a qualidade e ajudaram no processo de ensino/aprendizagem dos discentes com deficiência visual utilizando-se de técnicas que foram além da barreira da perda da visão no processo de estimulação dos outros sentidos de forma simultânea.

A escola indicada para receber os materiais para a implantação da sala de recursos tipo II¹, do governo Federal, deve ser pública do ensino regular e ter respondido o censo escolar sobre a existência de alunos com deficiência (BRASIL, 2010).

¹Sala de recursos tipo II, é a sala de recursos equipada com Impressora Braille; máquina de datilografia Braille; Reclete de mesa; Punção; sorobã; guia de assinatura; Kit de desenho geométrico e Calculadora Sonora (BRASIL, 2010).

Percebe-se que a tecnologia ao longo dos anos tem se modificado e oportunizado uma melhoria na qualidade educacional e de vida das pessoas com deficiência visual.

Nesse sentido o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), em sua sétima ata, aponta que a Tecnologia Assistiva conta com a colaboração de diversas ciências, quando afirma que a:

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (CAT ATA VII, 2007 apud BERSCH, 2017, p. 2).

Os integrantes do CAT e a autora concordam que a TA é uma área de conhecimento interdisciplinar, veremos ao longo das próximas seções como que a computação e a eletrônica podem, também, vencer barreiras, auxiliando no desenvolvimento e no processo de ensino/aprendizagem das pessoas com deficiência visual.

1.6 A IdC e a Plataforma Arduíno no Desenvolvimento de Projetos Inclusivos

Os Sistemas Embarcados (SE) que foram aplicados ao produto desta pesquisa demonstram que eles visam solucionar problemas específicos, garantindo uma maior confiabilidade, disponibilidade e precisão.

Os conceitos e funcionalidades da Internet das coisas foram utilizados para melhor entendermos como interconectamos os 64 sensores que fizeram parte do produto construído no desenvolvimento desta pesquisa.

Os autores que apresentaram a Plataforma Arduíno explicam os pontos positivos, motivo pelo qual essa plataforma foi escolhida como *hardware* do produto de nossa pesquisa, e como podemos utilizá-la para a produção de modelos computacionais de baixo custo e de fácil construção, além de possuir, uma numerosa quantidade de exemplos de código aberto/gratuito na Internet.

No decorrer da pesquisa, mostraremos como que essas três tecnologias e esses conceitos computacionais foram utilizados em nosso produto, podendo servir de base para a construção e desenvolvimento de projetos inclusivos.

1.6.1 A Computação Embarcada

Cirilo (2008) nos explica que o conceito de computação pervasiva (embarcada) está presente no computador embarcado ao ambiente de forma imperceptível ao usuário, possuindo a capacidade de processar informações desse ambiente.

A interação do ser humano com o computador no conceito de computação embarcada foi batizada como “tecnologia calma” pelo fato de que a computação não venha monopolizar a atenção das pessoas como seus usuários. Em várias aplicações os sistemas computacionais são silenciosos ao ponto de serem executados sem que seus usuários percebam esse processo e tornar seu resultado acessível à percepção periférica desse usuário (WEISER;SEELY BROWN, 1997 apud CIRILO, 2008, p. 7).

IEEE (1990 apud ZURITA, 2011, p. 1), apontam a definição um Sistema Embarcado (SE), pela *Standard Glossary of Software Engineering Terminology* (IEEE) como “um sistema computacional que faz parte de um sistema maior e implementa alguns dos requerimentos deste sistema”.

Nesta linha, temos:

Um sistema baseado em um microprocessador, que é projetado para controlar uma função ou uma gama de funções, e não para ser programado pelo usuário final como ocorre com os PCs (HEATH STEVE, 2003 apud ZURITA, 2011, p. 2).

Para definir sistemas embarcados, Berger *et al.* (2002 apud ZURITA,2011), enumeraram doze características que a diferem de um computador pessoal. Dessa forma, poderemos entender na prática essa diferença e melhor conceituá-lo, são elas:

1. Dedicção exclusiva para as tarefas específicas enquanto PCs são plataformas genéricas de computação;

2. Possuem suporte a várias arquiteturas de processadores, existindo mais de 40 empresas de semicondutores no mercado de microprocessadores e micro controladores. Cada uma oferece várias soluções distintas, onde os projetistas podem encontrar as soluções mais apropriadas a cada projeto;

3. São geralmente sensíveis aos custos, pois a maioria dos sistemas embarcados possui menos componente e custam bem menos do que um PC.

4. Possuem requisitos de tempo real. Essa característica pode ser dividida em dois grupos: os de “tempo sensível” e os de “tempo crítico”. As tarefas de tempo crítico não podem possuir atrasos e devem ser realizadas dentro de um intervalo preciso de tempo. O sistema de dos *airbags* de um carro são um bom exemplo disso. Nele, alguns milissegundos podem fazer a diferença entre salvar ou não a vida do motorista. Tarefas de tempo sensível são mais tolerantes. Se o fechamento da válvula de água de uma máquina de lavar atrasar um ou dois segundos, a roupa será lavada com um pouco mais de água além do necessário, perdendo somente a sua eficiência de lavagem;

5. Na maioria dos casos utilizam um Sistema Operacional de Tempo Real (RTOS – *Real Time Operating System*) que aplica a finalização de uma tarefa a um valor que varia com o tempo. Este valor geralmente é descrito em termos de deadlines para finalização de cada tarefa. O tempo de resposta é visto como parte crucial do software (SW). Assim como os micro-controladores, os RTOS existem em grande variedade. A indústria automotiva, por exemplo, possui um padrão chamado *Offene Systeme und deren Schnittstellen für die Elektronik in Kraftfahrzeugen* (OSEK), no qual são definidas por uma série de especificações a serem seguidas pelos seus RTOS.

6. As implicações de uma falha de software são muito mais severas do que num desktop e muitos SE's interagem-se com o ambiente ou seres humanos, como é o caso de sistemas de vida-críticos (*life-critical systems*). Falhas podem ter consequências no ambiente, no próprio sistema ou até mesmo nas pessoas em torno dele. Um erro no *software* do sistema de injeção eletrônica de um automóvel, por exemplo, pode danificar os componentes do motor e aumentar o consumo e a emissão de gases poluentes. Muitos SE possuem mecanismos de segurança para detectar e contornar falhas, tal como o *watchdog timer*. Neste aspecto, temos como estabelecer 5 parâmetros dos SE:

•**Confiabilidade:** é a possibilidade do sistema de não falhar;

•**Manutenibilidade:** na condição de uma falha, o sistema a corrige em certo intervalo de tempo;

•**Disponibilidade:** é a capacidade de o sistema estar disponível. Será tanto maior quanto for maior a sua confiabilidade e manutenibilidade;

•**Segurança:** O sistema de não causar algum tipo de dano a alguém ou a outro sistema;

•**Confidencialidade:** descreve a capacidade do sistema em manter os dados confidenciais e de garantir uma comunicação autenticada e segura;

7. Costumam ter restrições no consumo de energia. Ao contrário dos PCs, a maioria dos sistemas embarcados são alimentados, unicamente, por baterias de baixa autonomia.

8. Devem operar em condições ambientais extremas, pois a condição de serem portáteis implica que eles devem ser capazes de suportar as mesmas condições que seus usuários ou sistemas receptores.

9. Seus recursos de sistema são extremamente reduzidos, comparados aos de um computador comum. Num exemplo, a memória RAM não chega a quinhentos bytes, todo o SW deve caber em alguns poucos kB e rodar em um processador cujo clock mal chega a 20 MHz. A quantidade de teclas é bastante limitada fazendo com que precisem acumular funções. Muitos não possuem sequer um monitor e a interface com o usuário se dá através de LED e sons.

10. O *software*, geralmente, fica armazenado em uma ROM limitando os sistemas. A primeira seria o tamanho do código. A outra está ligada aos métodos usados para projetá-lo. Um código armazenado numa ROM não pode ser executado da mesma maneira como ocorre nos PCs.

11. Demandam ferramentas e métodos específicos para serem eficientemente projetados, pois os sistemas embarcados são compostos por *hardware* e *softwares* integrados exigem mudanças na sua forma de concepção, teste e depuração, em relação a um projeto de *hardware* e um projeto de *software* feito isoladamente.

12. Os microprocessadores projetados para aplicações embarcadas costumam incluir circuitos especialmente dedicados à depuração.

A computação embarcada é amplamente utilizada em soluções específicas na indústria, comércio e em vários outros segmentos de mercado,

tendo como umas de suas funções a teoria da “Tecnologia calma”, pelo seu tratamento das falhas e outros fatores (WEISER; SEELY BROWN, 1997 apud CIRILO, 2008, p. 7).

Utilizar a computação embarcada em projetos eletrônicos e computacionais inclusivos pode agregar mais funcionalidades tecnológicas permitindo às pessoas com deficiência não somente ferramentas e equipamentos mais funcionais, mais melhoria na sua qualidade de vida e um maior desempenho acadêmico.

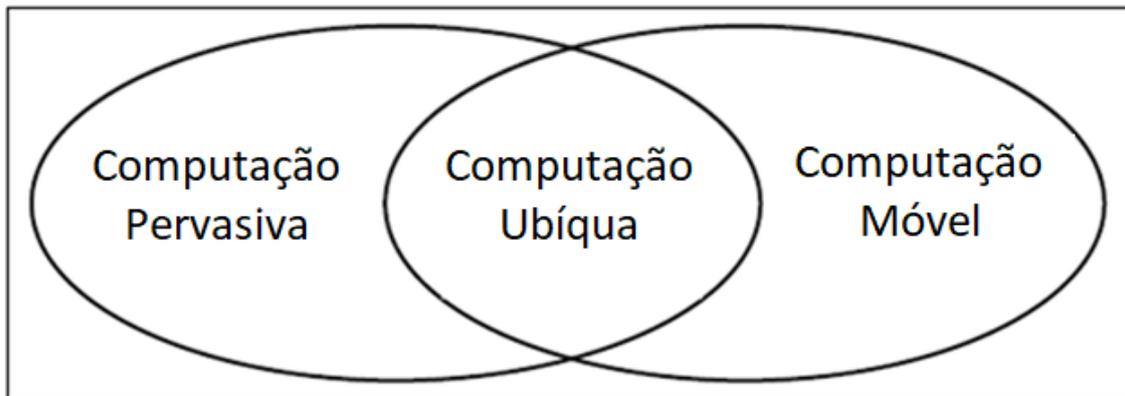
1.6.2 A Internet das Coisas (IdC)

Segundo Castells (2003 apud LACERDA; LIMA-MARQUES, 2015) a Internet das Coisas (IdC), em inglês, *Internet of Things* (IoT) é vista como a Internet Ubíqua por ser um sistema que são interligados entre si em diversas escalas para formarem ecossistema com fatores biológicos, materiais e urbanos que estão presentes por toda a parte.

A computação ubíqua, definida por Kahl e Floriano (2012), mostram os conceitos de que os computadores estarão presentes em todos os lugares e momentos ajudando aos humanos, sem que ele tenha a percepção que isso esteja ocorrendo. A sua importância se dará não pela sua abstração ocorrida pelo seu tamanho físico, mas pela sua capacidade de assimilar informações sem a intervenção de seu usuário e sim pelo ambiente.

Segundo Kahl e Floriano (2012) a computação ubíqua é proveniente da união entre a Computação Pervasiva e a Computação Móvel. A Computação Pervasiva sustenta o conceito de que os meios computacionais estarão distribuídos pelo local de trabalho do usuário de forma perceptível ou imperceptível. Já a Computação Móvel para o conceito da capacidade de um dispositivo computacional se deslocar pelo ambiente e manter-se conectado à sua rede local ou a Internet. A Computação Ubíqua é demonstrada na figura 14 que se encontra abaixo.

Figura 14: A computação Ubíqua.



Fonte: Domingues, (2008) apud Kahl; Floriano (2012, p. 2).

Borges (2003 apud KAHL; FLORIANO, 2012) afirmam que os dispositivos computacionais trabalham em forma de cooperação para contribuir com a inteligência do ambiente computacional, sendo refletida nas aplicações distribuídas entre eles. A diversidade de dispositivos que podem formar a computação ubíqua vai, desde pequenos sensores até computadores de grande porte. Observamos alguns exemplos de dispositivos utilizados na computação ubíqua, conforme a tabela apresentada na figura 15.

Figura 15: Dispositivos que utilizam a Computação Ubíqua.

Controles Inteligentes	Utensílos Inteligentes
Controles de Processo de Manufatura	Quiosques
Controles Residenciais	Terminais de Ponto de Venda
Termostatos	Centrais de Telecomunicações
Etiquetas Inteligentes	Eletrodomésticos da Linha Branca
Controles de Bombas de Ar, Água e Gás	Terminais Eletônicos
Cartões Inteligentes	Máquinas de Venda Automática
Controles de Sistemas Automotivos	Máquinas de Monitoramento Médico
Dispositivos de Acesso a Informação	Sistemas de Entreterimento
Telefones Celulares	TV
Telefones de Tela	Caixas Digitais - Set Top Boxes
Agentes Pessoais Digitais - PDA	Console de Jogos
Notebook	Câmeras Digitais
Pagers	Brinquedos Inteligentes
Computadores Pessoais	Reprodutores de Mídia

Fonte: Borges, (2003) apud Kahl; Floriano (2012, p. 3).

De uma forma mais concreta, Lacerda e Lima-Marques (2015), descrevem que a IdC tem a funcionalidade de alcançar o ser humano em

diferentes vertentes. Envolve desde a incorporação de *chips* em seres vivos a coisas de uso comum interconectados, como sensores e identificadores por rádio frequência (RFID - Radio-Frequency IDentification) capazes de trocarem informações entre si com as pessoas ou ambientes.

Ainda, segundo Lacerda e Lima-Marques (2015) as formas da IdC são heterogêneas, incluindo dispositivos de múltiplas funções (celulares, *tablets*, etc.) especializados (sensores de temperatura, dispositivos passivos e ativos) suportados por uma Plataforma de *software* e *hardware*.

A IdC, no elementar de seus conceitos computacionais, contribuiu nessa pesquisa para a construção do Mapa CEMT que foi dotado de uma rede de 46 sensores que atuam num conceito de trabalho tão imperceptível e natural para o usuário, ao ponto do mesmo não perceber que um sistema computacional atua por trás da solução que está sendo utilizada por ele.

Esta pesquisa se apropriará do conceito da IdC no sentido da Computação Ubíqua para a concepção de uma rede de sensores para a construção de um sistema computacional embarcado em mapas táteis que venha garantir uma maior qualidade no processo de ensino/aprendizagem e independência aos estudos dos discentes com deficiência visual.

1.6.3 A Plataforma Arduíno

É uma plataforma que se divide em *hardware* e *software* abertos que são destinados a criação de projetos de fácil implementação (ARDUINO, 2018).

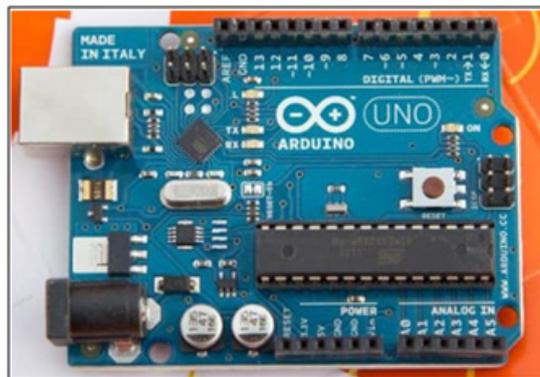
O Arduíno foi idealizado e lançado em 2005, na Itália, pelos pesquisadores Massimo Banzi; David Cuartielles; Tom Igoe; Gianluca Martino e David Mellis no *Ivrea Interaction Design Institute*, como uma plataforma fácil de ser compreendida e de utilização voltada para as aplicações (ARDUINO, 2018; THOMSEN, 2014).

Conforme exposto por Moreira *et al.* (2013), a Plataforma Arduíno possui uma tecnologia *open hardware* (*hardware* livre) que utiliza um micro controlador da família AVR que permite desenvolver projetos eletrônicos e programáveis mais simples e intuitivos. Com essa plataforma podemos monitorar sensores, efetuar a comunicação com celulares e computadores, inclusive, podemos ligar

e desligar lâmpadas, abrir fechaduras elétricas, controlar o acionamento de relés, etc.

A plataforma Arduino possui baixo custo em suas placas (menos de 50 dólares); a compatibilidade com os sistemas operacionais mais difundidos no mercado (Windows, MAC OSX e Linux); aprendizado fácil para iniciantes; infinitudes de possibilidades para usuários mais avançados; o idioma da ferramenta pode ser ampliado pelas bibliotecas C++; e possui uma grande disposição de kits que são vendidos no mercado para a realização de novos projetos (ARDUINO, 2018). O Arduino UNO pode ser observado na figura 16.

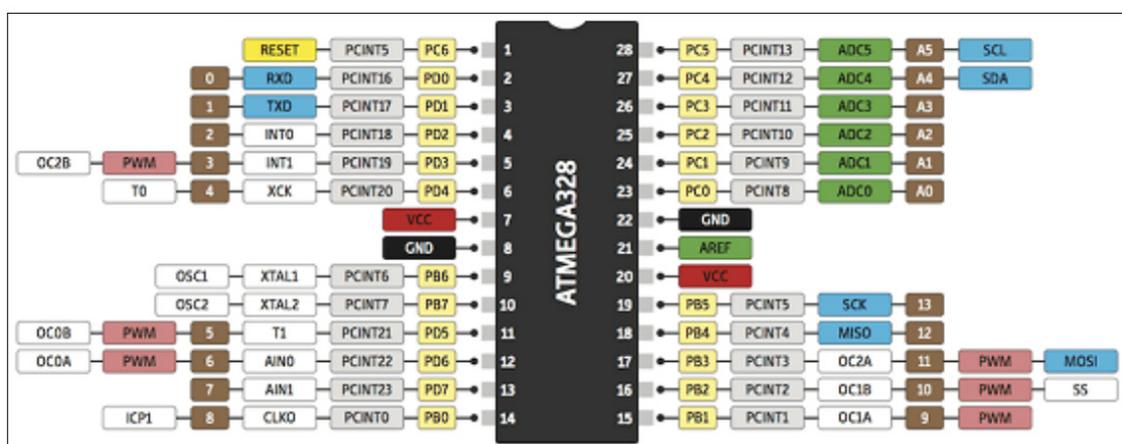
Figura 16: Plataforma Arduino UNO.



Fonte: Souza (2013, p. 1).

O cérebro do Arduino UNO, segundo Souza (2013), é o microcontrolador ATMEGA328 que é da família AVR de 8 bits de arquitetura RISC num encapsulamento DIP28. A sua arquitetura foi ilustrada na figura 17.

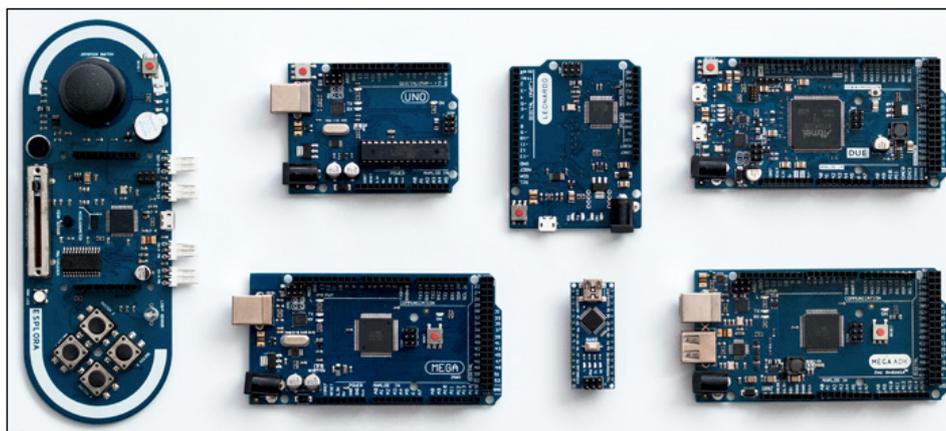
Figura 17: Arquitetura interna do Arduino UNO.



Fonte: Souza (2013, p. 1).

Esta plataforma está disponível, no mercado, de várias formas, tamanhos e configurações, permitindo ao desenvolvedor optar pelo *hardware* que melhor atenda as necessidades e as configurações de seu projeto. Observamos na figura 18 os principais modelos de Arduínos existentes no mercado (THOMSEN, 2014).

Figura 18: Modelos de Arduínos.



Fonte: Thomsen (2014. p. 1).

As especificações técnicas, segundo Thomsen (2014), são variadas de modelo para modelo e se diferenciam em capacidade de processamento; armazenamento; portas digitais; portas analógicas; tipo de conexão; tensão e corrente de operação. Para cada projeto, o projetista poderá escolher o tipo de plataforma Arduino que melhor atenda a sua demanda de *hardware*. Podemos visualizar alguns modelos e suas especificações na figura 19.

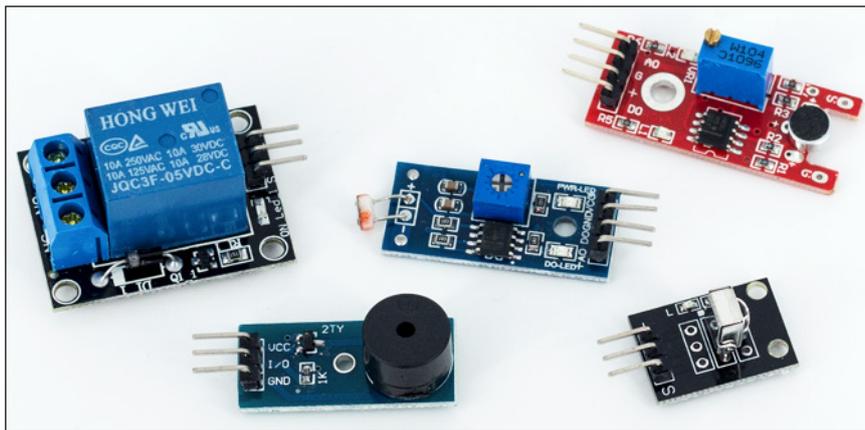
Figura 19: Modelos de Arduínos e suas configurações.

	UNO	Mega2560	Due	Nano	Mini
Microcontrolador	ATmega328	ATmega2560	AT91SAM3X8E	ATmega168 ATmega328	ATmega168
Portas digitais	14	54	54	14	14
Portas analógicas	6	15	12	6	6
Memória	32k	256k	512k	16k ou 32k	16k
Clock	16Mhz	16Mhz	84Mhz	16Mhz	8 ou 16Mhz
Conexão	USB	USB	micro USB	USB mini-B	serial
Conector Alimentação	sim	sim	sim	não	não
Tensão	5v	5v	3.3v	5v	3.3v ou 5v
Corrente E/S	40mA	40mA	130mA	40mA	40mA
Alimentação	7 - 12vdc	7 - 12vdc	7 - 12vdc	7 - 12vdc	5 - 3.35 - 12vdc

Fonte: Adaptado de Thomsen (2014, p. 1).

Para a Plataforma Arduino é concebida uma infinidade de sensores, disponíveis no mercado, podendo ser escolhidos, pelos projetistas, para compor as suas aplicações possibilitando infinitas funcionalidades aos seus projetos. Podemos conferir alguns exemplos na figura 20 (THOMSEN, 2014).

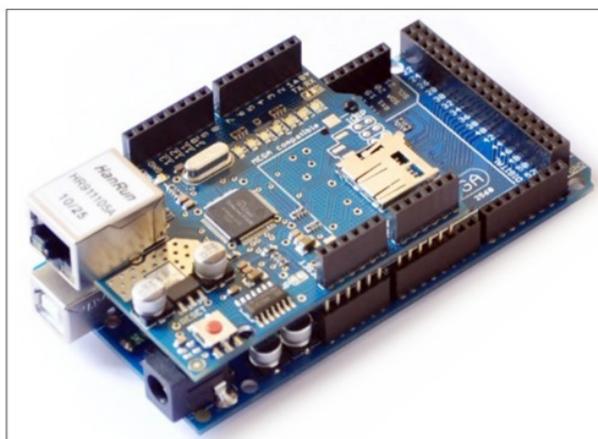
Figura 20: Alguns tipos de sensores para Arduino.



Fonte: Thomsen (2014, p. 1).

Além de uma grande variedade de sensores, afirma Thomsen (2014), temos ainda os *Shields* que são inúmeras placas acopláveis à Plataforma Arduino, permitindo-lhes uma adição imensa de funções. Na figura 21, temos o exemplo do Arduino *Ethernet Shield* que foi encaixado num Arduino Mega 2560. Esta placa permite ao Arduino ter acesso a rede local ou até mesmo à Internet, podendo implementar, ao seu projeto, um controle de qualquer lugar do planeta.

Figura 21: Shield Ethernet no Arduino Mega 2560.

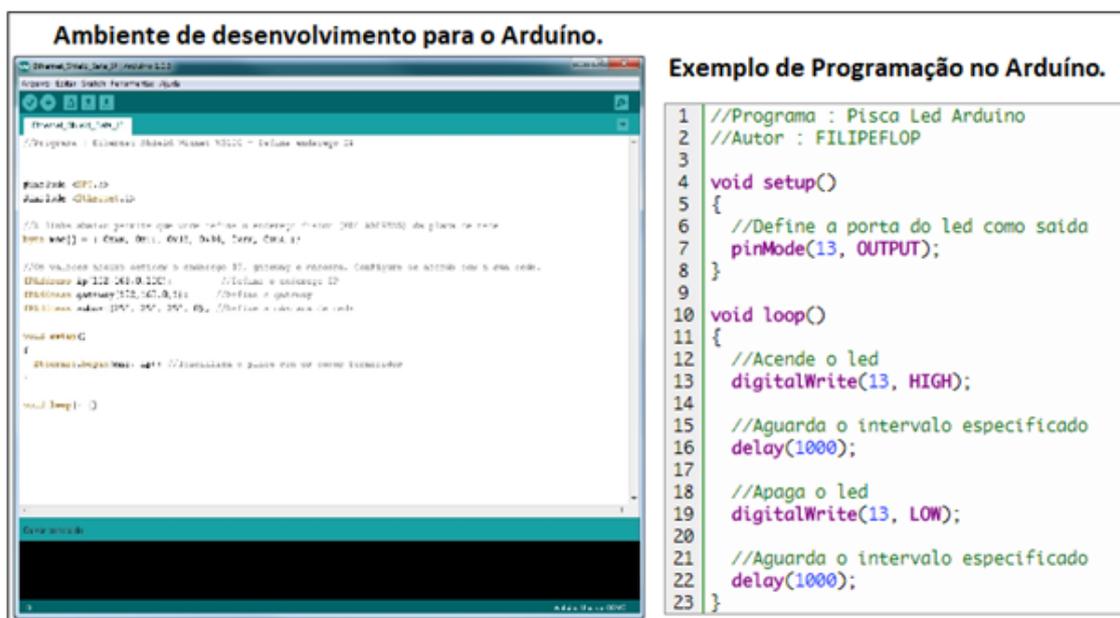


Fonte: Thomsen (2014, p. 1).

A Plataforma Arduino é completa, pois fornece suporte para a construção do *hardware* e também possui um ambiente de desenvolvimento integrado que permite ao projetista desenvolver o *software* que irá comandar o Arduino em seu projeto, figura 22 (THOMSEN, 2014).

Possui, ainda, em sua estrutura, basicamente, dois blocos de programação onde no *SETUP*, temos as instruções iniciais do programa, tais como: variáveis, portas de entrada e saída, mensagens para o usuário, etc. No bloco *LOOP*, temos todas as instruções que serão repetidas, continuamente, enquanto o Arduino estiver ligado ou até segunda ordem de comando. O exemplo de programação está exposto na figura 22 (THOMSEN, 2014).

Figura 22: Programação na Plataforma Arduino.



Fonte: Thomsen (2014, p. 1).

Vemos, em nossa pesquisa, que a plataforma Arduino teve condições técnicas de atender as expectativas como um *hardware* em nosso projeto, vencendo as barreiras no propósito de incluir as pessoas com deficiência visual no ensino e nos estudos do mapa político da Região Sudeste do Brasil. Esse fato comprova a eficácia do uso dessa plataforma como uma opção positiva para o desenvolvimento de projetos inclusivos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Criar um produto computacional, utilizando os fundamentos da Internet das Coisas sustentada pela Plataforma Arduino, que funcionará embarcado em um mapa tátil, abordando características da Região Sudeste do Brasil, visando garantir a qualidade no ensino, provendo uma maior autonomia aos estudos dos discentes ouvintes com deficiência visual.

2.2 Objetivos Específicos

1. Realizar uma busca material e funcional sobre os mapas táteis.
2. Desenvolver um protótipo computacional experimental, utilizando os fundamentos da Internet das Coisas sustentada pela Plataforma Arduino, na construção de um *hardware*, que funcionará embarcado em um mapa tátil e abordará as características políticas da Região Sudeste do Brasil;
3. Validar o protótipo experimental como um produto;
4. Avaliar o produto em seu desempenho alcançado no processo de ensino-aprendizagem;

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para Marconi e Lakatos (2011, p. 83) o método científico não é exclusividade da ciência, porém “não há ciências sem o emprego de métodos científicos”. Dessa forma, para o autor, método é um conjunto de atividades sistematizadas “e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo - conhecimentos válidos e verdadeiros -, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista”.

Para navegar, com êxito, no imenso e profundo oceano científico, fundamentamos a pesquisa por meio de autores que já se dedicaram ao desenvolvimento de seus estudos, apresentando relatos que apoiem e venham engrandecer todo o processo científico. Esses foram os parâmetros e a direção percorrida por essa pesquisa.

O levantamento bibliográfico abordou uma visão mais ampla sobre os diversos assuntos, visando serem capazes de fornecer dados relevantes sobre a temática apresentada por esta pesquisa e, também, relacionados ao processo evolutivo do protótipo CEMT até a sua maturação como um produto.

Os critérios de seleção utilizados nas obras, nas bases de dados acadêmicas (Google Acadêmico, SciELO e Periódicos da CAPES) e nos *sites* para a escolha dos autores citados foram propositais para que o leitor, desta pesquisa, obtenha um entendimento conceitual e característico sobre as Políticas Públicas destinadas às pessoas com deficiência, a deficiência visual, a educação para as pessoas com deficiência visual, os sentidos no processo de ensino e aprendizagem, a Tecnologia Assistiva incluindo as pessoas com deficiência visual, a Computação Embarcada, a Internet das Coisas e a Plataforma Arduíno.

Com a base introdutória fornecida, o leitor terá condições de se situar sobre o problema que gerou esta pesquisa, todas as suas especificidades, o seu propósito, o seu desenvolvimento e os seus resultados.

Minayo (2012) afirma que toda investigação é iniciada por um problema, articulados a conhecimentos já estudados, denominado de teoria. Portanto, a teoria é um conhecimento que utilizamos como ferramenta de investigação com

um conjunto organizado de asserções, que orientam na obtenção de dados, na análise e nos conceitos que direcionam o seu sentido. Na utilização de um conjunto de proposições relacionadas, a teoria busca uma ordem e uma tentativa de ser compreendida pelos membros de uma comunidade que seguem o mesmo caminho de reflexão e ação.

Em atendimento aos preceitos éticos, por envolver pessoas como participantes, esta pesquisa foi submetida, dia 03/07/2017, ao Comitê de Ética na Pesquisa da UFF (CEP, 2017), através da Plataforma Brasil.

Na Plataforma Brasil, efetuamos o cadastro da pesquisa e apresentamos os seguintes documentos:

- Declaração de matrícula do mestrado, emitido pela UFF;
- Carta de apresentação para concessão de pesquisa de mestrado profissional, emitido pelo orientador;
- Folha de rosto para a pesquisa envolvendo seres humanos;
- Carta de anuência da pesquisa, emitida pelo IBC;
- Projeto de pesquisa completo;
- Termo de assentimento livre e esclarecido – TALE (Aluno);
- Termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE (Professor);
- Termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE (Responsável legal do aluno); e
- Currículo do pesquisador.

A Plataforma Brasil exigiu que o pesquisador limitasse a pesquisa e que cumprisse uma série de regras durante o desenrolar da pesquisa, são elas:

- A pesquisa será conduzida no IBC;
- Definimos como **Professores Participantes**, um total de até dez professores de Geografia que lecionavam do 6º ao 9º ano no IBC e que assinaram o TCLE;
- Definimos como **Alunos Participantes**, um total de até dez alunos que já tivessem estudado os conteúdos apresentados pelo CEMT (6º ao 9º ano), de faixa etária compreendida entre onze a dezessete anos e que seus responsáveis assinaram o TCLE;

- O pesquisador deverá ter o cuidado para preservar os dados pessoais dos participantes e os dados gerados por esta pesquisa a fim de resguardar a identidade dos participantes; e
- Minimizar o risco desta pesquisa, condicionado ao momento da apresentação do protótipo e na coleta de dados, pois o pesquisador terá que ter o cuidado para evitar termos que possam gerar algum constrangimento aos participantes.

Para o atendimento do nosso objetivo geral, descrito nesta pesquisa, iremos discorrer a metodologia aplicada a cada um dos objetivos específicos no intuito de atendê-los.

As metodologias aplicadas aos quatro objetivos específicos dessa pesquisa estão relacionadas, respectivamente, nas seções 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4 e nas suas subseções subsequentes apresentadas abaixo.

3.1 A Busca Material e Funcional dos Mapas Táteis

No intuito de atingirmos o primeiro objetivo específico desta pesquisa (realizar uma busca material e funcional sobre os mapas táteis) fizemos uma pesquisa nas bases acadêmicas para obtermos informações sobre as melhores práticas, uso de materiais, as principais funcionalidades e de como produzir mapas táteis que atendam as especificidades das pessoas com deficiência visual, fornecendo-nos o conhecimento necessário para o desenvolvimento do protótipo experimental do Mapa CEMT.

Essa pesquisa foi desenvolvida através do entendimento dos tópicos já estruturados no levantamento bibliográfico que nos permitiu conhecer, com mais detalhes, a deficiência visual e as suas características, nos fornecendo a base necessária para melhor escolhermos as palavras-chave que utilizamos na pesquisa das bases, são elas: mapas táteis; cegueira; baixa visão; congênita e adquirida.

Na composição das palavras-chave de língua portuguesa, usamos as seguintes *Strings*:

- “mapas táteis” and “cegueira” and “congênita”;
- “mapas táteis” and “cegueira” and “adquirida”; e

- “mapas táteis” and “baixa visão”.

Na composição das palavras-chave de língua inglesa, usamos as seguintes *Strings*:

- “tactile maps” and “blindness” and “congenital”;
- “tactile maps” and “blindness” and “acquired”; e
- “tactile maps” and “low vision”.

Com as *Strings* previamente estabelecidas foram pesquisadas nas seguintes bases acadêmicas:

- Scientific Electronic Library Online, (<http://www.scielo.org/php/index.php>);
- Google acadêmico (<https://scholar.google.com.br/>); e
- Periódicos da CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>)

Como critérios de exclusão e nessa ordem:

- Removemos os artigos com títulos sem relevância para a pesquisa;
- Removemos os artigos repetidos;
- Removemos os artigos que não estavam disponíveis na sua versão completa; e
- Removemos os artigos que após leitura completa não apresentou nenhuma contribuição para o tema pesquisado.

As questões que respondemos com a pesquisa nas bases acadêmicas são:

- Como produzir mapas táteis que atendam as especificidades das pessoas com deficiência visual cega congênita?
- Como produzir mapas táteis que atendam as especificidades das pessoas com deficiência visual cega adquirida?
- Como produzir mapas táteis que atendam as especificidades das pessoas com deficiência visual de baixa visão?
- Como criar mapas táteis mais seguros?

- Quais são as cores recomendadas para a pintura dos mapas táteis?
- Como devemos produzir as texturas num mapa tátil?
- Quais são as melhores práticas para se construir um mapa tátil?

O levantamento registrou as pesquisas/artigos, compreendidos entre o ano de 2016 até maio de 2017 que se dedicaram/destacaram na construção de mapas táteis, escolha de materiais e boas práticas no sentido de nos guiar (O que fazer? O que não fazer? Como fazer?) na construção de mapas/plantas táteis que se destinaram a incluir as pessoas com deficiência visual congênita ou adquirida no que diz respeito a transpor as barreiras que são impostas pela cegueira e pela baixa visão.

3.2 A Construção do Protótipo Experimental do Mapa CEMT

O segundo objetivo específico destinado a esta pesquisa (desenvolver um protótipo computacional experimental, utilizando os fundamentos da Internet das coisas sustentadas pela plataforma Arduíno na construção de um *hardware*, que funciona embarcado em um mapa tátil e que aborda as características da Região Sudeste do Brasil) foi estruturado nas boas práticas, sugestões de materiais, cores, texturas, funcionalidades e nas pesquisas abordadas por outros autores que tivemos acesso a partir do trabalho realizado para a obtenção dos resultados do primeiro objetivo.

Seguimos, também, os pensamentos de Norman (2006) para o desenvolvimento do melhor *design* para o mapa CEMT, visando torná-lo eficaz no sentido de aplicar o conceito de *affordances*² para que o aluno ouvinte com deficiência visual possa ter um produto de maior qualidade, fácil utilização e de

² Definido por J. J. Gibson e significa: “As *affordances* do meio ambiente são o que ele oferece para o animal, aquilo que o ambiente fornece ou de que dispõe, seja para o bem, seja para o mal. O verbo *afford* (dispor) encontra-se em nos dicionários, mas o substantivo não. Eu o inventei. Por meio dele quero dizer algo que se refere ao mesmo tempo ao ambiente e ao animal, de uma forma que nenhum termo existente o faz. Implica a complementaridade do animal e do ambiente...”. GIBSON, James. J. **The Ecological Approach to Visual Perception**, New York: Psychology Press, 1979, p. 127.

“O termo *Affordance* se refere às propriedades percebidas e reais de um objeto, principalmente as propriedades fundamentais que determinam de que maneira o objeto poderia ser usado.” (NORMAN, 2006, p. 33).

ajudar a atender a teoria piagetiana, em nosso estudo, promovendo um maior aproveitamento do conhecimento proposto sobre a Região Sudeste do Brasil através da interação entre o aluno ouvinte com deficiência visual e o mapa CEMT.

Nas seções seguintes, explicaremos os conceitos de Norman (2006) e de Piaget (1971) que fundamentaram a lógica de funcionamento e construção do mapa CEMT.

3.2.1 O *Design* Estrutural dos Conteúdos Aplicados ao Mapa CEMT

O conceito aplicado na construção do protótipo inicial do Mapa CEMT foi o da interação do sujeito com os objetos na formação de um conhecimento, conceito desenvolvido por Piaget (1971).

Esse conceito nos permitiu criar um esquema de conteúdo em ações estruturadas e executadas pelo protótipo, através das suas audiodescrições, desencadeadas pelo do tato do aluno no objeto, de forma a facilitar o aprendizado do aluno ouvinte com deficiência visual e a sua interação com o mapa, gerando um ambiente produtivo para o aprendizado desse aluno mediante aos conteúdos exposto sobre a Região Sudeste do Brasil.

Segundo Norman (2006, p.1) “a missão do *design* é a de colaborar na criação de produtos cada vez mais úteis, bons, bonitos, baratos e eficazes.”

O Protótipo Experimental do Mapa CEMT foi desenvolvido de forma a ser um produto eficaz, com um visual que atendesse os alunos com deficiência visual de baixa visão e com um relevo/textura que incluísse os alunos com deficiência visual cegos, além de permitir o uso, também, de qualquer educando com ou sem deficiência visual, numa proposta ambiciosa de se construir um material provido de um *Design* Universal (DU).

Todo o conteúdo adicionado ao mapa CEMT foi estruturado de forma a melhor atender ao seu *design* e com isso, promover uma maior facilidade no seu uso e a estimulação de uma interação natural entre o mapa CEMT e o aluno que o utiliza.

A proposta do Mapa Computação Embarcada em Mapas Táteis (CEMT), como produto e nesta pesquisa, é de fazer uso, como exemplo, do Mapa Político da Região Sudeste do Brasil, de suas características básicas, tais

como: os seus quatro estados, as suas capitais, os seus limites, os seus contornos fronteiros, e o seu referencial da direção Norte (orientação geográfica), utilizando símbolos táteis de forma leve e limpa na intenção de não poluir o mapa tátil com excesso de informações.

Todo o processo de construção e *design* agregado ao produto foi pensado de modo que pudéssemos criar uma primeira versão do protótipo do CEMT que melhor atendesse as demandas e necessidades do professor e dos alunos ouvintes com deficiência visual e na intenção de tornar o processo de pesquisa da prototipagem evolutiva menos custosa e complexa minimizando as fazes da pesquisa em campo.

3.3 A Pesquisa e a Prototipagem Evolutiva na Validação do Mapa CEMT

As metodologias aplicadas ao terceiro objetivo específico desta pesquisa (validar o protótipo experimental como um produto) foram a pesquisa qualitativa; a técnica de pesquisa de entrevista livre; e a prototipagem evolutiva.

A escolha da pesquisa qualitativa, no processo de validação, se justifica quando Minayo (1994) argumenta que uma amostra qualitativa:

a) privilegia os sujeitos sociais que detêm os atributos que o investigador pretende conhecer; b) considera-os em número suficiente para permitir reincidências de informações, porém não despreza informações ímpares cujo potencial explicativo ter que ser levado em conta; c) entende que na sua homogeneidade fundamental relativa aos atributos, o conjunto de informantes possa ser diversificado para possibilitar a apreensão de semelhanças e diferenças; d) esforça-se para que a escolha do lócus e do grupo de observação e informação contenham o conjunto das experiências e expressões que se pretende objetivar com a pesquisa (MINAYO, 1994, p.102).

Minayo (2012) é sucinta em suas palavras quando afirma que a base para a pesquisa qualitativa é a interpretação da realidade, privilegiando a compreensão do comportamento e depoimentos por meio dos participantes investigados.

No processo de validação, realizado em campo no IBC, a coleta dos dados aplicada, com a anuência dos participantes, foi a entrevista livre e gravada para, posteriormente, ser e transcrita à pesquisa.

Escolhemos essa técnica para promover uma interação mais próxima e igualitária com o Professor Participante e com o Aluno ouvinte com deficiência visual Participante, seguindo o raciocínio de Severino (2013) quando afirma que a entrevista é uma técnica de coleta de dados que pode abordar um determinado assunto, sendo aplicadas aos sujeitos pesquisados numa interação direta entre o pesquisador e os participantes da pesquisa.

Para Rosa e Arnoldi (2008), os principais tipos de entrevistas qualitativas aplicadas são: estruturadas; semiestruturadas e livre.

Decidimos optar pela entrevista livre para a coleta dos requisitos e no sentido de deixar os participantes mais à vontade para expor as suas considerações sobre o protótipo experimental.

Nas entrevistas livres não existe listagem de perguntas, são feitas por meio de relato oral. (ROSA; ARNOLDI, 2008).

O terceiro pilar metodológico aplicado no processo de desenvolvimento e validação do mapa tátil CEMT foi a metodologia amplamente conhecida e utilizada pela Engenharia de *Software*, abordada por Sommerville (2011) e Pressman (2011), a Prototipagem Evolutiva.

O paradigma da prototipagem evolutiva foi escolhido como metodologia de desenvolvimento do protótipo por acreditarmos ser o melhor caminho para incluir o professor e o aluno do IBC como protagonistas na construção e evolução de um produto que serão utilizados por eles mesmos.

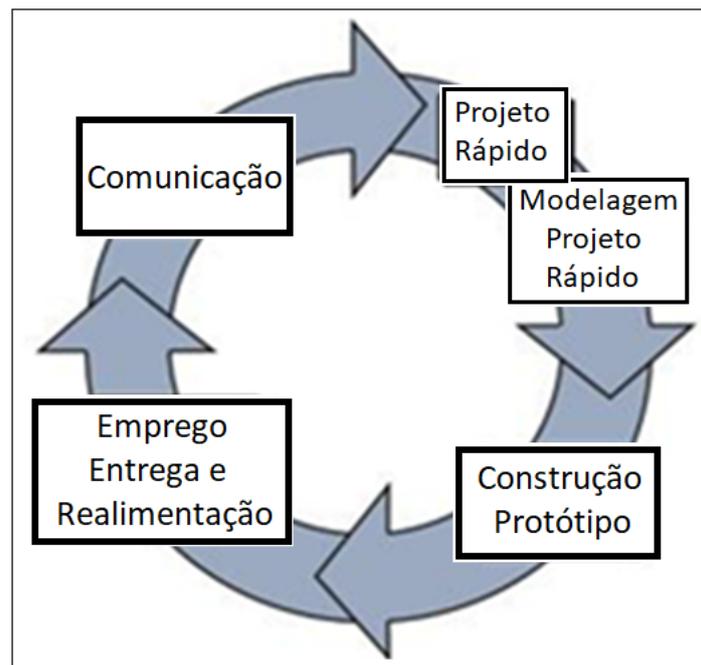
Sommerville (2011) justifica a nossa escolha quando afirma que um protótipo visa antecipar todas as funcionalidades de um produto desejado por seus usuários na construção da primeira versão do protótipo e à medida que os usuários vão interagindo com esse protótipo, novos requisitos são descobertos e incorporados às próximas versões. O processo de prototipagem só se encerra quando o protótipo alcança a maturidade, isto é, no momento em que todas as necessidades dos seus usuários são atingidas, transformando-o num produto pronto para ser usufruído pelos seus consumidores.

Na conceituação do protótipo Sommerville (2011, p. 30) é “uma versão inicial de um sistema de *software*”, ele é usado para a apresentação de um

conceito, na experimentação das variações do projeto, descobrindo dessa forma, os problemas e as suas soluções.

O paradigma da Prototipação, apresentado na figura 23, inicia-se com a comunicação que pode ser uma reunião com os envolvidos para se discutir as definições gerais do *software* e identificar quais são as características conhecidas e quais necessitam de uma definição mais abstrata. Um projeto rápido é elaborado a partir dos dados obtidos na comunicação. O projeto rápido, que após a sua modelagem, resulta na construção de um protótipo que é apresentado e validado pelos envolvidos que fornecem um *feedback* que serão utilizados para aprimorar os requisitos. O paradigma da prototipação se repete, neste ciclo, até que se obtenham os resultados de sistema esperados pelo seu cliente (PRESSMAN, 2011).

Figura 23: Paradigma da Prototipação.



Fonte: Pressman (2011, p. 63).

Chamamos a metodologia escolhida de prototipagem evolutiva e o protótipo de experimental, porque o modelo adotado, na pesquisa, foi que o protótipo jamais seria descartado e o próprio Pressman (2011) deixa claro que o protótipo pode ser “descartável”, sendo utilizado somente para que o projetista tenha uma noção do sistema a ser desenvolvido ou ser

evolucionários, onde evoluem lentamente até se transformarem no sistema real (produto final).

O sucesso da prototipagem está atrelado à definição correta dos requisitos logo no início; isso significa que todos eles devem estar a favor do protótipo como solução para o atendimento dos problemas, visando um *software* de qualidade e totalmente funcional para o usuário final (PRESMAN, 2011).

Nas seções 3.3.1 e 3.3.2, definimos a metodologia aplicada para a validação do protótipo experimental como um produto. Realizado, respectivamente, com a participação ativa do professor e do aluno do Instituto Benjamin Constant.

3.3.1 O Processo de Validação do Protótipo pelo Professor do IBC

Com o segundo objetivo desta pesquisa atingido, concluímos o Protótipo Experimental do Mapa CEMT, material necessário para a aplicação da pesquisa de campo a ser validado pelo Professor Participante 01 do IBC.

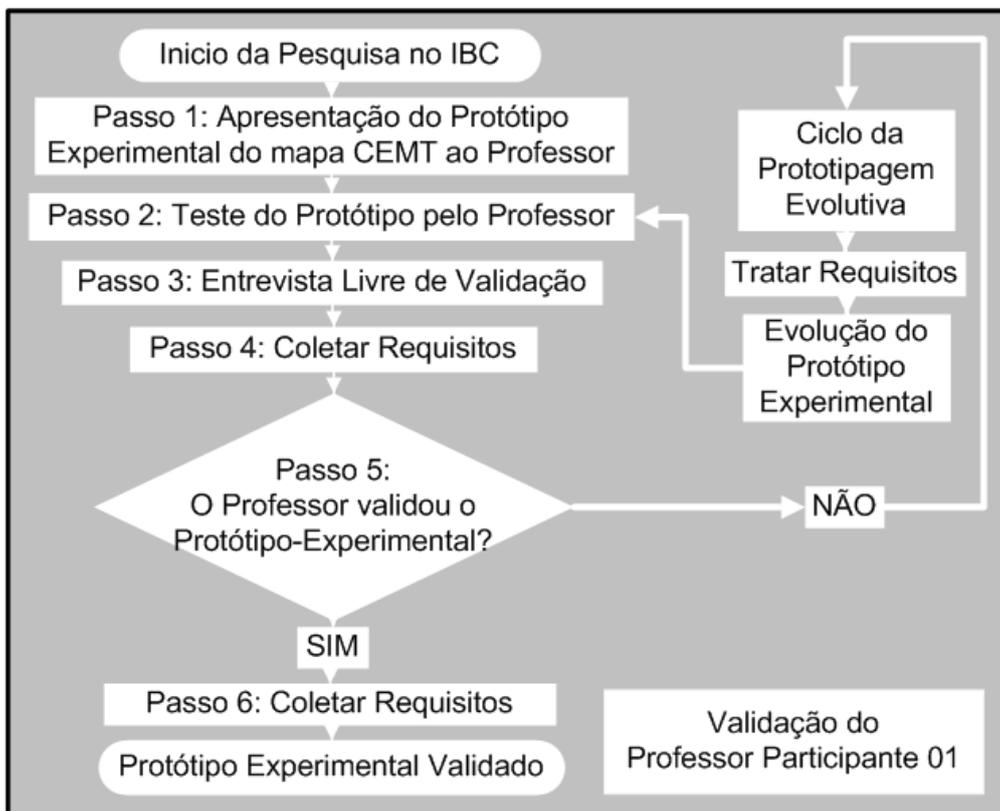
A pesquisa de campo atendeu a todos os preceitos éticos, pois envolvemos pessoas como participantes, somente iniciamos a pesquisa de campo após o parecer favorável do Comitê de Ética na Pesquisa da UFF (CEP, 2017), que foi submetido à Plataforma Brasil.

Como primeiro colaborador dessa pesquisa, tivemos o Professor Participante 01; professor de Geografia; professor do Instituto Benjamin Constant do 6º ao 9º ano; voluntário; de acordo e ter assinado o TCLE; que acompanhou o pesquisador por toda a pesquisa no IBC; e que abordou a temática da Geografia sobre as características da Região Sudeste do Brasil em suas aulas.

A validação do Protótipo Experimental do Mapa CEMT que foi realizada pelo Professor Participante 01 consistiu-se no utilizar e conhecer, o referido protótipo, para que ele pudesse expor, naturalmente, todos os requisitos necessários à prototipagem evolutiva, permitindo a sua evolução, a sua validação e o avanço da pesquisa para a validação do aluno ouvinte com deficiência visual.

Como pode ser observado na figura 24, no modelo de validação, todo o processo inicia-se com a pesquisa no IBC e possuem seis passos que são descritos abaixo:

Figura 24: Fluxograma de validação - Professor Participante 01.



Fonte: Produzido pelo Autor.

- **Passo 1:** O Protótipo Experimental do Mapa CEMT é apresentado ao Professor Participante 01, pelo pesquisador, sendo explicado todo o seu princípio de funcionamento;
- **Passo 2:** O participante deve testar o protótipo, usando-o da mesma forma que o aluno;
- **Passo 3:** O pesquisador, numa entrevista livre, pergunta ao participante o que pode ser melhorado no protótipo;
- **Passo 4:** O pesquisador registra todos os requisitos gravando os depoimentos do participante;
- **Passo 5 – SIM:** O pesquisador analisa os requisitos e caso o participante tenha aprovado a proposta sem propor qualquer oportunidade de melhoria o protótipo está validado pelo professor;

- **Passo 5 – NÃO:** O pesquisador analisa os dados e caso o participante tenha proposto sugestões de melhoria, que tenham viabilidade de serem feitas, concluiremos que ele não validou o protótipo;
- **Caso NÃO:** O processo de prototipagem evolutiva é iniciado, o pesquisador analisa como o requisito pode ser atribuído ao protótipo, promove a evolução do protótipo experimental e um novo teste deve ser realizado pelo participante;
- **Caso SIM:** O passo 6 será executado, o pesquisador coleta os requisitos, onde o participante informa que não existe mais nenhuma possibilidade de melhoria e o protótipo é validado.

Vemos que o Protótipo Experimental do Mapa CEMT só é validado pelo professor de Geografia, caso o mesmo tenha aprovado a proposta do protótipo e não relate qualquer possibilidade de melhoria a ser incorporada ao mapa.

No caso do pesquisador receber vários requisitos numa só entrevista, ele deverá tratar cada requisito de forma individual, isto é, para cada requisito deve-se executar o modelo de prototipagem e ser testado pelo professor, assim como está direcionado no fluxograma.

Na possibilidade do participante apontar um requisito que seja inexecutável ao projeto, o pesquisador deve registrar o mesmo e justificar a sua incapacidade em atendê-lo.

Finalizamos a metodologia a ser seguida para validação do Protótipo Experimental do Mapa CEMT e descrevemos a seguir, como se deve fazer a validação a ser realizada pelo aluno ouvinte com deficiência visual no IBC.

3.3.2 O Processo de Validação do Protótipo pelo Aluno do IBC

O processo de validação realizado pelo Aluno Participante 01, só pode ser iniciado após a validação do Protótipo Experimental do Mapa CEMT realizado pelo Professor Participante 01.

Como segundo integrante dessa pesquisa, o Aluno Participante 01; aluno do Instituto Benjamin Constant do 6º ao 9º ano; de faixa etária de onze a dezessete anos; voluntário; seu responsável ciente, de acordo e ter assinado o

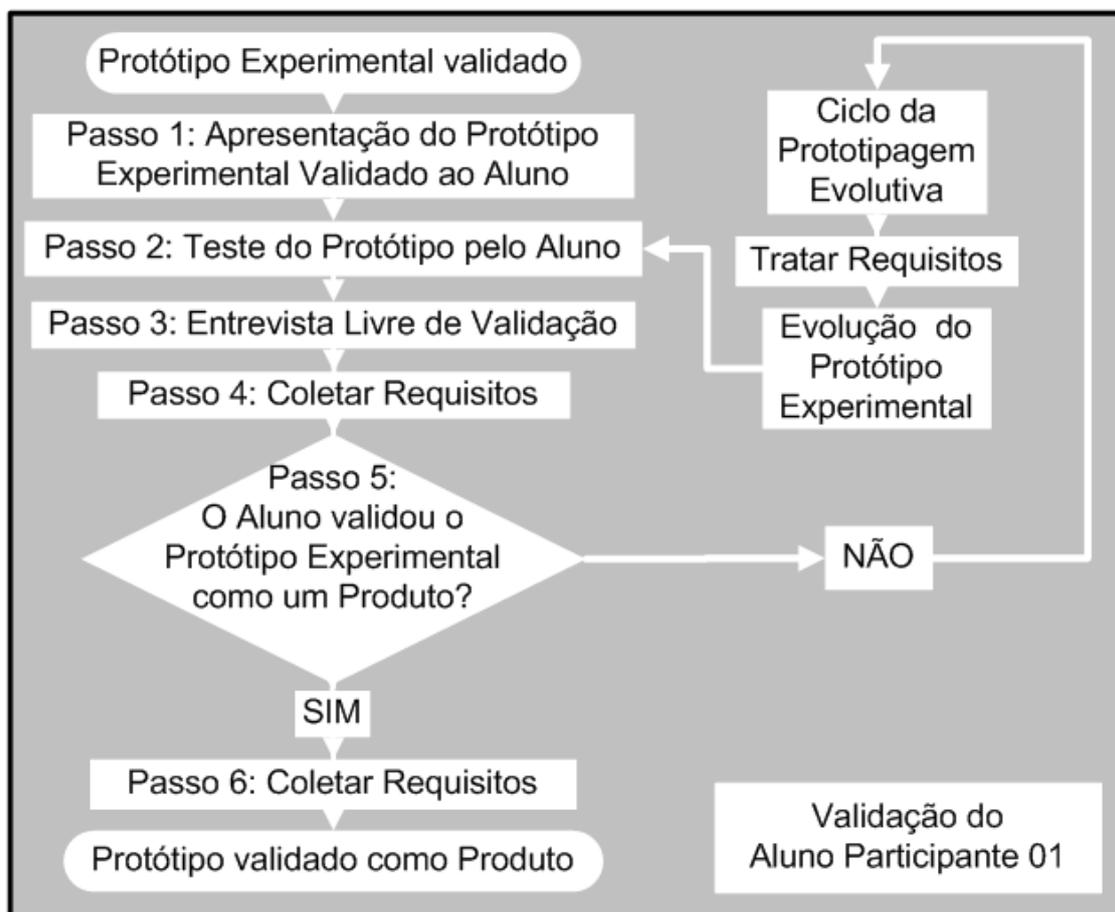
TCLE; e que já tenha estudado a temática da Geografia sobre as características da Região Sudeste do Brasil.

Além dos requisitos relacionados, o Aluno Participante 01 deve ser ouvinte; ter baixa visão (podendo ser leve, moderada ou severa); e saber ler no sistema Braille. Este processo visa validar o Protótipo Experimental do Mapa CEMT em todas as suas funcionalidades e características destinadas à deficiência visual.

O Aluno Participante 01 deve utilizar e conhecer, o referido protótipo, para que ele possa expor, naturalmente, todos os requisitos necessários a prototipagem evolutiva, permitindo a sua evolução e validação de protótipo experimental para um produto final pronto para ser avaliado.

Observamos na figura 25 o modelo do processo de validação do aluno, ele é iniciado com a validação do protótipo experimental que foi realizado pelo Professor Participante 01 e possuem seis passos que são descritos abaixo:

Figura 25: Fluxograma de Validação - Aluno Participante 01.



Fonte: Produzido pelo Autor.

- **Passo 1:** O Protótipo Experimental do Mapa CEMT validado é apresentado ao Aluno Participante 01, pelo pesquisador, sendo explicado todo o seu princípio de funcionamento;
- **Passo 2:** O participante deve testar o protótipo, usando-o da mesma forma que em sala de aula;
- **Passo 3:** O pesquisador, numa entrevista livre, pergunta ao participante o que pode ser melhorado no protótipo experimental;
- **Passo 4:** O pesquisador registra todos os requisitos gravando os depoimentos do participante;
- **Passo 5 – SIM:** O pesquisador analisa os requisitos e caso o participante tenha aprovado a proposta sem propor qualquer oportunidade de melhoria o protótipo está validado como um produto pelo aluno;
- **Passo 5 – NÃO:** O pesquisador analisa os dados e caso o participante tenha proposto sugestões de melhoria, que tenham viabilidade de serem feitas, concluiremos que ele não validou o protótipo;
- **Caso do NÃO:** O processo de prototipagem evolutiva é iniciado, o pesquisador analisa como o requisito pode ser atribuído ao protótipo, promovendo a evolução do protótipo experimental e um novo teste deve ser realizado pelo participante;
- **Caso do SIM:** O passo 6 será executado, o pesquisador coleta os requisitos, onde o participante informa que não existe mais nenhuma possibilidade de melhoria e o protótipo é validado como um produto pelo aluno do IBC.

O Protótipo Experimental do Mapa CEMT só é validado como produto, caso o Aluno Participante 01 tenha aprovado a proposta do protótipo e não relate qualquer possibilidade de melhoria a ser incorporada ao mapa.

No caso do pesquisador receber vários requisitos numa só entrevista, ele deverá tratar cada requisito de forma individual, isto é, para cada requisito deve-se executar o modelo de prototipagem e ser testado pelo aluno, assim como está direcionado no fluxograma.

Na possibilidade do participante apontar um requisito que seja inexecutável ao projeto, o pesquisador deve registrar o mesmo e justificar a sua incapacidade em atendê-lo.

Expomos a metodologia para validação do Protótipo Experimental do Mapa CEMT como um produto e descreveremos a seguir como realizamos a avaliação do Mapa CEMT executados pelos professores e alunos do IBC.

3.4 A Pesquisa no Processo de Avaliação do Mapa CEMT

O quarto e último objetivo específico desta pesquisa (avaliar o produto em seu desempenho alcançado no processo de ensino-aprendizagem) foi estruturado, metodologicamente, utilizando a pesquisa qualitativa e quantitativa; as técnicas de pesquisa de entrevista livre e semiestruturada a todos os participantes, adicionando aos Professores Participantes o questionário aberto e fechado e aos Alunos Participantes a entrevista estruturada e a observação sistemática não-participante.

Nas seções anteriores fundamentamos a metodologia da pesquisa qualitativa e a técnica de pesquisa de entrevista livre.

Sobre o tipo de pesquisa, Minayo (2012) faz uma diferenciação entre a pesquisa qualitativa e a quantitativa. A primeira se preocupa com um nível de apresentação que não pode ser representado por variáveis, a outra, se opõe e utiliza-se de representações matemáticas para a compreensão da realidade.

Para a coleta de dados dos Professores Participantes foram utilizados os questionários fechado e aberto que segundo Severino (2013), um questionário é composto por um conjunto por questões, sistematicamente construídas, com o objetivo de levantar informações escritas por parte dos participantes. As questões devem ser objetivas e de fácil entendimento para que respostas dos sujeitos possam ser claras, evitando, assim, respostas ambíguas, respostas duvidosas e vagas.

Severino (2013) complementa que as questões podem ser fechadas ou abertas, no primeiro caso, as respostas são fornecidas mediante as opções pré-estabelecidas pelo pesquisador, no caso seguinte, o participante responde, livremente, utilizando o seu vocabulário.

Demos preferência ao uso da entrevista estruturada para permitir maior conforto aos Alunos Participantes em suas respostas que poderiam estar no formato de um questionário fechado, pois de acordo com Rosa e Arnoldi (2008, p. 29-30) as entrevistas estruturadas são imperativas e o seu roteiro é estabelecido por questões formalmente elaboradas, “que seguem uma sequência padronizada, com uma linguagem sistematizada e de preferência fechada, voltando-se para a obtenção de informação, através de respostas curtas e concisas”. Na opinião de Severino (2013, p. 125) são “questões direcionadas e previamente estabelecidas, com determinada articulação interna. Aproxima-se mais do questionário, embora sem a impessoalidade deste.”

Como método investigativo, utilizamos técnica de pesquisa da observação sistemática não-participante. Ela é sistemática porque o pesquisador montou um roteiro de observação para guiá-lo e Marconi e Lakatos (2011, p. 193) explica que “o observador sabe o que procura e o que carece de importância em determinada situação; deve ser objetivo, reconhecer possíveis erros e eliminar sua influência sobre o que vê ou recolhe.”

Já a observação não-participante, Marconi e Lakatos (2011, p. 193) contribui dizendo que o pesquisador “presencia o fato, mas não participa dele; não se deixa envolver pelas situações; faz mais o papel de espectador”.

Usamos, também, com os Alunos Participantes, a entrevista semiestruturada para abordar os assuntos mais pontuais sobre algumas características do Mapa CEMT, assim, como aborda Rosa e Arnoldi (2008, p. 30) quando elas relatam que a entrevista semiestruturada “deverão ser formuladas de forma a permitir que o sujeito discorra e verbalize seus pensamentos, tendências e reflexões sobre os temas apresentados”.

Nas seções 3.4.1 e 3.4.2, definimos a metodologia que foi aplicada para a validação do protótipo experimental como um produto. Realizado, respectivamente, com a participação ativa dos professores e dos alunos do Instituto Benjamin Constant (IBC).

3.4.1 O Processo de Avaliação do Produto pelos Professores do IBC

O processo de avaliação do Mapa CEMT somente foi iniciado quando o Aluno Participante 01 validou o Protótipo Experimental do Mapa CEMT como um produto.

Seguindo os parâmetros definidos na Plataforma Brasil, para esta fase da pesquisa, foram selecionados três professores de Geografia que lecionam no Instituto Benjamin Constant. O Professor Participante 01 nos informou que o IBC só dispõe de cinco professores de Geografia, sendo que dois professores estariam de licença no período da pesquisa.

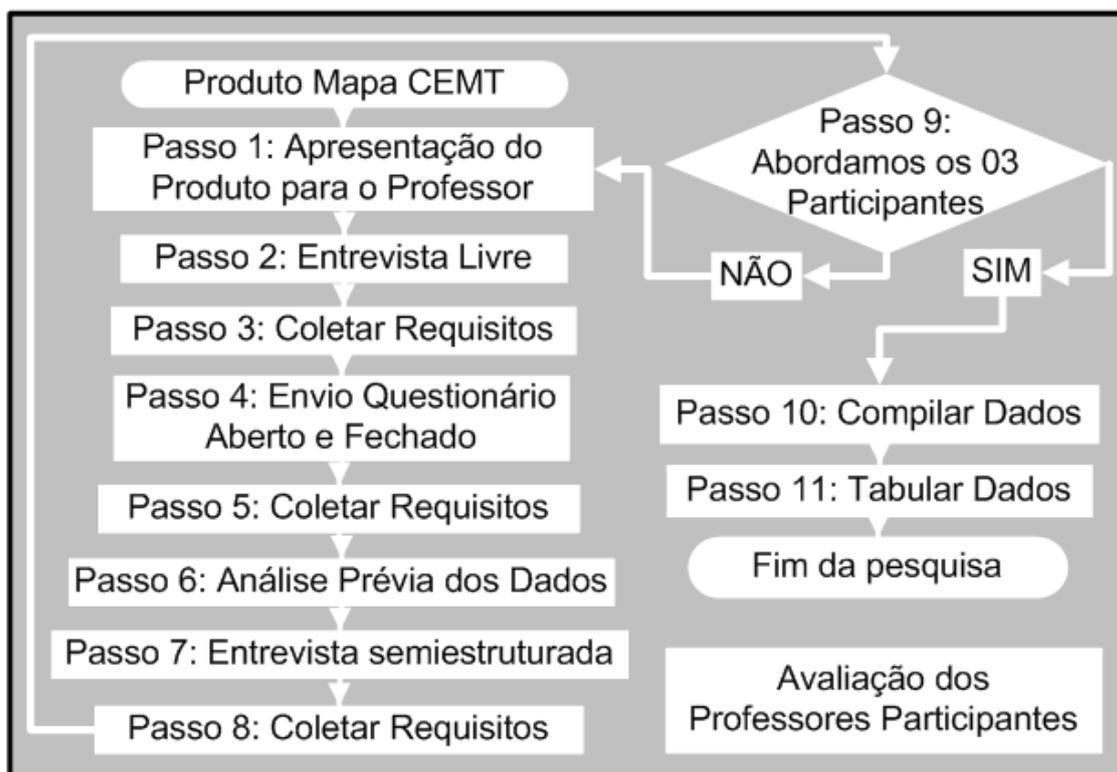
O Professor Participante 01 que realizou o processo de validação também participou do processo de avaliação, no intuito de mantermos uma sequência de requisitos sobre quem validou e avaliou o produto e também porque ele nos acompanhou por toda a pesquisa, então, foi pedido ao Professor Participante 01 que convidasse os outros dois professores restantes para colaborarem com a nossa pesquisa.

Sendo assim, foram selecionados como Professores Participantes (02 e 03); os professores de Geografia; que lecionam do Instituto Benjamin Constant do 6º ao 9º ano; voluntários; de acordo e terem assinado o TCLE; e que tenham abordado a temática da Geografia sobre as características da Região Sudeste do Brasil em suas aulas.

A avaliação do produto Mapa CEMT foi realizada pelos três Professores Participantes que consistiu no utilizar e conhecer, o referido produto, para que eles pudessem expor, naturalmente, todos os requisitos necessários para a avaliação de seu desempenho num ambiente de ensino-aprendizagem e por isso realizamos esta etapa de forma individualizada.

Observamos na figura 26 o modelo utilizado no processo de avaliação do produto aplicado aos três Professores Participantes, em seus onze passos:

Figura 26: Fluxograma de Avaliação – Professores Participantes.



Fonte: Produzido pelo Autor.

- **Passo 1:** O Produto foi apresentado ao Professor Participante, pelo pesquisador, sendo explicado todo o seu princípio de funcionamento. O participante testou e usou o produto da mesma forma que o aluno usaria em sala de aula. Ele fez uso do *design* que foi projetado para a apresentação dos seus conteúdos;
- **Passo 2:** O pesquisador, numa entrevista livre, perguntou ao participante o que ele achou da proposta do produto;
- **Passo 3:** O pesquisador registrou todos os requisitos gravando os depoimentos do participante;
- **Passo 4:** O pesquisador, por meio eletrônico, enviou o questionário aberto e fechado ao participante;
- **Passo 5:** O pesquisador coletou os dados enviados, por meio eletrônico, pelo participante;
- **Passo 6:** O pesquisador realizou uma breve análise dos dados enviados pelo Professor Participante, comparando os valores das notas atribuídas ao Mapa CEMT, identificando os padrões a serem investigados. O principal padrão procurado são as notas

atribuídas ao Mapa CEMT que foram abaixo da nota 9; e padrões nas respostas que tenham fugido às respostas, anteriormente, dadas pelos outros participantes e/ou respostas consideradas discrepantes pelo pesquisador;

- **Passo 7:** O pesquisador aplicou ao Professor Participante uma entrevista semiestruturada que foi construída após a análise preliminar dos dados obtidos. Todos os itens que fugiram do padrão, o pesquisador perguntou ao participante o motivo pelo qual, em sua opinião, um determinado item não pôde ser bem avaliado.
- **Passo 8:** O pesquisador coletou os requisitos gravando a entrevista semiestruturada.
- **Passo 9 – SIM:** O pesquisador executou o passo 10.
- **Passo 9 – NÃO:** O pesquisador retomou toda a pesquisa com o próximo Professor Participante até serem entrevistados os três professores voluntários nesta pesquisa;
- **Passo 10:** O pesquisador compilou todos os dados da pesquisa, transcreveu os relatos qualitativos relevantes e organizou os dados quantitativos;
- **Passo 11:** O pesquisador tabulou os dados, organizou todos os dados qualitativos para a construção dos gráficos.

Durante a pesquisa o pesquisador enviou via e-mail dois questionários um aberto e outro fechado para cada um dos três Professores Participantes. Este procedimento foi adotado para minimizar o tempo disponibilizado pelo Professor Participante com o pesquisador durante o processo de avaliação.

Na figura 27 temos o questionário aberto onde cada Professor Participante responderam as cinco questões abordadas de forma mais confortável e utilizando as suas próprias palavras.

Foi uma forma encontrada pelo pesquisador para que os Professores Participantes respondessem os questionários sem estarem na presença do pesquisador, buscando uma metodologia mais imparcial.

Figura 27: Questionário Aberto - Professores Participantes.

Prezado (a) Professor Participante,

Agradecemos a sua participação em contribuir com a nossa pesquisa que desenvolveu um produto computacional embarcado em um mapa tátil, abordando as características da Região Sudeste do Brasil, visando garantir maior qualidade ao ensino e provendo uma maior autonomia aos estudos dos discentes ouvintes com deficiência visual.

Pedimos a sua disponibilidade em nos responder o questionário apresentado abaixo:

- 1) Qual a importância do mapa tátil para o aprendizado das pessoas com deficiência visual?
- 2) Qual a relevância dos sentidos do tato e da audição para os alunos ouvintes e com deficiência visual?
- 3) O que pode proporcionar ao aluno ouvinte com deficiência visual a soma dos sentidos do tato e da audição em seu aprendizado?
- 4) Quais atributos podem ser destacados sobre o mapa CEMT no sentido de contribuir para o ensino das pessoas ouvintes com deficiência visual?
- 5) O CEMT tem potencial para proporcionar mais qualidade no processo de ensino-aprendizagem e autonomia aos estudos dos alunos ouvinte com deficiência visual? Por quê?

Atenciosamente,

Pesquisador.

Fonte: Produzido pelo Autor.

O questionário fechado foi desenvolvido para que os Professores Participantes da pesquisa atribuíssem notas (0 a 10) ao produto CEMT e fornecessem dados para a pesquisa quantitativa. Eles foram utilizados para a tabulação e apresentação através de gráficos. Esses dados foram distribuídos em três partes, onde na figura 28 são avaliadas as características do Mapa CEMT.

Figura 28: Questionário Fechado - Características do Mapa CEMT.

QUESTIONÁRIO - CARACTERÍSTICAS CEMT - PROFESSORES		NOTA
COMO VOCÊ AVALIA (NOTA de 0 à 10)	A Região Sudeste em seu formato e na textura utilizada?	
	A Região Sudeste em sua escrita em Braille?	
	A Região Sudeste em sua escrita em tinta?	
	A Região Sudeste na escolha de suas cores?	
	A cor utilizada para representar o litoral?	
	A qualidade da voz do Mapa CEMT?	
	A Velocidade da voz do Mapa CEMT?	
	Minas Gerais em seu formato e na textura utilizada?	
	Minas Gerais em sua escrita em Braille?	
	Minas Gerais em sua escrita em tinta?	
	Minas Gerais na escolha de suas cores?	
	São Paulo em seu formato e na textura utilizada?	
	São Paulo em sua escrita em Braille?	
	São Paulo em sua escrita em tinta?	
	São Paulo na escolha de suas cores?	
	O Rio de Janeiro em seu formato e textura utilizada?	
	O Rio de Janeiro em sua escrita em Braille?	
	O Rio de Janeiro em sua escrita em tinta?	
	O Rio de Janeiro na escolha de suas cores?	
	O Espírito Santo em seu formato e na textura utilizada?	
	O Espírito Santo em sua escrita em Braille?	
	O Espírito Santo em sua escrita em tinta?	
	O Espírito Santo na escolha de suas cores?	
	A Rosa dos Ventos em seu formato e na textura utilizada?	
	A Rosa dos Ventos em sua escrita em Braille?	
	A Rosa dos Ventos em sua escrita em tinta?	
	A Rosas dos Ventos na escolha de suas cores?	

Fonte: Produzido pelo Autor.

Nesta parte do questionário fechado, os Professores Participantes responderam duas perguntas sobre as suas experiências profissionais, conforme mostrado na figura 29.

Figura 29: Questionário Fechado - Dados dos Professores Participantes

QUESTIONÁRIO - DADOS PESSOAIS - PROFESSORES	RESP.
Quantos anos atua em sala de aula?	
Quantos anos atua na educação de alunos com deficiência visual?	

Fonte: Produzido pelo Autor.

Na figura 30, temos exposto o questionário fechado que colheu os dados referentes à funcionalidade do Produto Mapa CEMT.

Figura 30: Questionário Fechado - Dados dos Professores Participantes

	QUESTIONÁRIO - FUNCIONALIDADES CEMT - PROFESSORES	NOTA
(Nota de 0 à 10)	De uma forma geral, O Mapa CEMT para o ensino da Região Sudeste do Brasil.	
	A facilidade em conhecer a Região Sudeste através do Mapa CEMT.	
	A tecnologia aplicada na união do tato e da audição empregada no Mapa CEMT.	
	O potencial do Mapa CEMT como uma promissora TA educacional.	
	A capacidade do Mapa CEMT em estimular ao aluno a obter uma maior qualidade e independência em seus estudos.	
	O Mapa CEMT em permitir o fácil manuseio e usabilidade ao aluno.	
	A tecnologia utilizada no Mapa CEMT em estimular ao aluno em seu aprendizado.	
	O uso dos sensores e dos conectores plugáveis em permitirem explorar melhor os conteúdos acadêmicos por parte dos alunos.	
	O uso do Mapa CEMT como uma inovadora proposta pedagógica.	
	A importância dos Mapas táteis para o estudo dos alunos com deficiência visual.	
	O Mapa CEMT como uma proposta mais fácil de se trabalhar os conteúdos frente a outros métodos.	

Fonte: Produzido pelo Autor.

Para a apresentação do roteiro da entrevista semiestruturada, como informado no passo seis do fluxograma da figura 26, precisamos realizar uma análise previa dos resultados obtidos, então, este modelo foi mostrado como um resultado desta pesquisa e pode ser visto na seção 4.4.1.

Terminamos de documentar a metodologia que foi aplicada na avaliação do produto pelos Professores Participantes e na próxima seção falaremos sobre o modelo de avaliação utilizado pelos Alunos Participantes.

3.4.2 O Processo de Avaliação do Produto pelos Alunos do IBC

Ao contrário de todos os processos anteriores desta pesquisa, a avaliação do Mapa CEMT que foi realizado pelos Alunos Participantes não dependeu do término da avaliação realizada pelos Professores Participantes, portanto nada impediu que os processos de avaliação realizados pelos professores e alunos pudessem ser realizados de forma simultânea.

Seguindo os parâmetros definidos na Plataforma Brasil, para esta fase da pesquisa, foram selecionados nove Alunos participantes e mais a participação do Aluno Participante 01 que realizou o processo de validação, mantendo o intuito de seguir uma sequência de requisitos sobre quem validou e avaliou o produto.

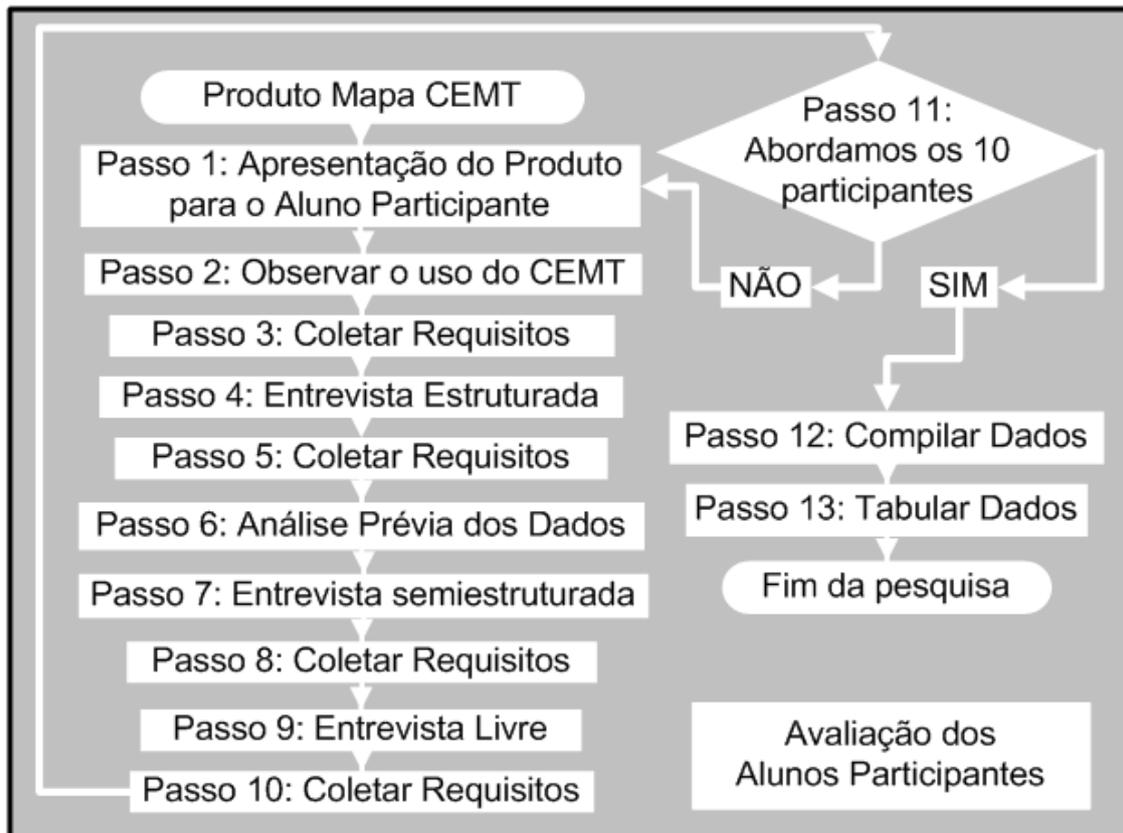
Neste universo foi pedido ao Professor Participante 01, nosso colaborador nesta pesquisa, que os alunos selecionados fossem alunos do Instituto Benjamin Constant do 6º ao 9º ano; de faixa etária de onze a dezessete anos; voluntários; seus responsáveis cientes, de acordo e terem assinado o TCLE; e que já tenham estudado a temática da Geografia sobre as características da Região Sudeste do Brasil.

Além dos requisitos relacionados, todos os Alunos Participantes são ouvintes; seguimos um critério para seleção desses dez alunos, são eles: ter baixa visão (leve, moderada ou severa) e saber ler no sistema Braille; ter baixa visão (leve, moderada ou severa) e não ler no sistema Braille; e ser cego e ler no sistema Braille. Estes critérios visaram avaliar o Mapa CEMT em todas as suas funcionalidades e características com todos os seus futuros e possíveis consumidores.

A avaliação do produto Mapa CEMT realizada pelos Alunos Participantes consistiu em utilizar e conhecer, o produto, para que eles pudessem expor, naturalmente, todos os requisitos necessários para a avaliação de seu desempenho num ambiente de ensino-aprendizagem e por isso realizamos esse processo de forma individualizada.

Na figura 31, observamos o modelo do processo de avaliação do produto realizada pelos dez Alunos Participantes, em seus treze passos:

Figura 31: Fluxograma de Avaliação – Alunos Participantes.



Fonte: Produzido pelo Autor.

- **Passo 1:** O Produto foi apresentado ao Aluno Participante, pelo pesquisador, sendo explicado todo o seu princípio de funcionamento. O participante testou e usou o produto da mesma forma que em sala de aula. Ele fez uso do *design* que foi projetado para a apresentação dos conteúdos políticos da Região Sudeste do Brasil;
- **Passo 2:** O pesquisador, observou como o Aluno Participante que interagiu com o Mapa CEMT;
- **Passo 3:** O pesquisador registrou os requisitos no questionário de observação da pesquisa;
- **Passo 4:** O pesquisador iniciou, numa entrevista estruturada, as perguntas dos questionários sobre as características e as funcionalidades do Mapa CEMT; e nos questionários dos dados sobre a deficiência e dos dados pessoais do Aluno Participante;

- **Passo 5:** O pesquisador coletou os requisitos, gravando a entrevista estruturada aplicada ao Aluno Participante;
- **Passo 6:** O pesquisador realizou uma breve análise dos dados relatados pelo Aluno Participante, comparando os valores das notas atribuídas ao Mapa CEMT, identificando os padrões a serem investigados. O principal padrão procurado são as notas atribuídas ao Mapa CEMT que foram abaixo de 9; e padrões nas respostas que tenham fugido às respostas, anteriormente, dadas pelos outros participantes e/ou respostas consideradas discrepantes pelo pesquisador;
- **Passo 7:** O pesquisador aplicou ao Aluno Participante uma entrevista semiestruturada que foi construída após uma análise preliminar dos dados obtidos. Todos os itens que fugiram do padrão, o pesquisador perguntou ao Aluno Participante o motivo pelo qual, em sua opinião, um determinado item não pôde ser bem avaliado.
- **Passo 8:** O pesquisador coletou os requisitos, gravando a entrevista semiestruturada aplicada ao Aluno Participante;
- **Passo 9:** O pesquisador, numa entrevista livre, perguntou ao participante o que ele achou da proposta do produto do Mapa CEMT;
- **Passo 10:** O pesquisador coletou os requisitos, gravando a entrevista livre aplicada ao Aluno Participante;
- **Passo 11 – SIM:** O pesquisador executou o passo 12;
- **Passo 11 – NÃO:** O pesquisador retomou toda a pesquisa com o próximo Aluno Participante até serem entrevistados os dez Alunos voluntários dessa pesquisa;
- **Passo 12:** O pesquisador compilou todos os dados da pesquisa, transcreveu os relatos qualitativos relevantes e organizou os dados quantitativos;
- **Passo 13:** O pesquisador tabulou os dados, organizou todos os dados qualitativos para a construção dos gráficos.

Como foi apresentado no fluxograma da figura 31, o pesquisador fez uma observação sistematizada não participante com os Alunos Participantes, onde foram levantados os requisitos sobre como foi, observado pelo pesquisador, a interação desses alunos com o Mapa CEMT. As questões elaboradas podem ser observadas na figura 32.

Figura 32: Questionário de Observação do Pesquisador.

QUESTIONÁRIO DE OBSERVAÇÃO DO PESQUISADOR		RESP.
OBSERVAÇÃO	Repetiu algum procedimento no estudo? Qual/Quais?	
	Errou algum procedimento? Qual/Quais?	
	Dificuldade em montar algum estado? Qual/Quais?	
	Dificuldade em compreender o Mapa CEMT? Qual dos mapas?	
	TEMPO PASSO 01	
	TEMPO PASSO 02	
	TEMPO PASSO 03	
	TEMPO PASSO 04	
	TEMPO PASSO 05	
	Deixou de acionar algum sensor? Qual dos 46 sensores?	

Fonte: Produzido pelo Autor.

Após a observação e a coleta dos requisitos, realizamos uma entrevista estruturada com os Alunos Participantes. O pesquisador perguntou algumas questões de cunho pessoal, como podemos visualizar na figura 33 abaixo:

Figura 33: Roteiro Entrevista Estruturada - Dados Pessoais dos Alunos.

ROTEIRO DE ENTREVISTA - DADOS PESSOAIS - ALUNOS	RESP.
Qual a sua idade?	
Qual a sua série?	
A sua deficiência visual é congênita ou adquirida?	
Qual a doença que ocasionou a sua deficiência visual?	
A sua deficiência visual pode ser classificada como cegueira ou baixa visão leve, moderada ou severa?	
Você sabe Ler em Braille, ler em tinta aumentada ou os dois?	

Fonte: Produzido pelo Autor.

Para cada participante, só foi perguntado o que poderia ser respondido devido cada perfil, pois tivemos alunos com deficiência visual cegos, de baixa visão que lêem no sistema Braille e os que não lêem. No intuito de avaliar o Mapa CEMT de uma forma que, esses participantes, pudessem atribuir notas (0 a 10) as características do mapa. Todas as perguntas realizadas podem ser observadas no roteiro de entrevista como mostrado na figura 34 abaixo:

Figura 34: Roteiro Entrevista Estruturada - Características Mapa CEMT.

ENTREVISTA - CARACTERÍSTICAS CEMT - ALUNOS		NOTA
COMO VOCÊ AVALIA (NOTA de 0 à 10)	A Região Sudeste em seu formato e na textura utilizada?	
	A Região Sudeste em sua escrita em Braille?	
	A Região Sudeste em sua escrita em tinta?	
	A Região Sudeste na escolha de suas cores?	
	A cor utilizada para representar o litoral?	
	A qualidade da voz do Mapa CEMT?	
	A Velocidade da voz do Mapa CEMT?	
	Minas Gerais em seu formato e na textura utilizada?	
	Minas Gerais em sua escrita em Braille?	
	Minas Gerais em sua escrita em tinta?	
	Minas Gerais na escolha de suas cores?	
	São Paulo em seu formato e na textura utilizada?	
	São Paulo em sua escrita em Braille?	
	São Paulo em sua escrita em tinta?	
	São Paulo na escolha de suas cores?	
	O Rio de Janeiro em seu formato e textura utilizada?	
	O Rio de Janeiro em sua escrita em Braille?	
	O Rio de Janeiro em sua escrita em tinta?	
	O Rio de Janeiro na escolha de suas cores?	
	O Espírito Santo em seu formato e na textura utilizada?	
	O Espírito Santo em sua escrita em Braille?	
	O Espírito Santo em sua escrita em tinta?	
	O Espírito Santo na escolha de suas cores?	
	A Rosa dos Ventos em seu formato e na textura utilizada?	
	A Rosa dos Ventos em sua escrita em Braille?	
	A Rosa dos Ventos em sua escrita em tinta?	
	A Rosas dos Ventos na escolha de suas cores?	

Fonte: Produzido pelo Autor.

Finalizando a entrevista estruturada, na ilustração da figura 35, temos o roteiro que foi utilizado na abordagem dos Alunos Participantes que atribuíram notas (0 a 10) as funcionalidades do Mapa CEMT.

Figura 35: Roteiro Entrevista Estruturada - Funcionalidades do Mapa CEMT.

ROTEIRO DE ENTREVISTA - FUNCIONALIDADES CEMT - ALUNOS		NOTA
(Nota de 0 à 10)	De uma forma geral, O Mapa CEMT para o ensino da Região Sudeste do Brasil.	
	A facilidade em conhecer a Região Sudeste através do Mapa CEMT.	
	A tecnologia aplicada na união do tato e da audição empregada no Mapa CEMT.	
	O potencial do Mapa CEMT em lhe ajudar a compreender o mapa tátil da Região Sudeste?	
	A capacidade do Mapa CEMT em aumentar a qualidade dos seus conhecimento sobre a Região Sudeste?	
	A capacidade do Mapa CEMT em permitir que você estude sozinho a Região Sudeste?	
	A facilidade em montar os estados na Região Sudeste no Mapa CEMT?	
	A facilidade em reconhecer, diferenciar e estudar cada estado e a Rosa dos Ventos no Mapa CEMT?	

Fonte: Produzido pelo Autor.

Para a apresentação do roteiro da entrevista semiestruturada, como informado no passo seis do fluxograma da figura 31, precisamos realizar uma análise previa dos resultados obtidos, então, este modelo foi mostrado como um resultado desta pesquisa e pode ser visto na seção 4.4.2.

Terminamos de documentar a metodologia que foi aplicada na avaliação do Produto Mapa CEMT pelos Alunos Participantes e na próxima seção falaremos sobre os resultados e discussão da pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado, geramos o registro de um material didático, sendo intitulado como: Computação Tátil no Mapa Político da Região Sudeste do Brasil, junto à Biblioteca Nacional, sob o protocolo (006709-1/6), disposto no anexo 7.2.8 e os demais resultados serão apresentados em função dos objetivos específicos dessa pesquisa, respectivamente, nas seções 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 e nas suas subseções subsequentes apresentadas a seguir.

A computação embarcada em mapas táteis que se utiliza dos conceitos computacionais da IdC, sendo sustentada pela Plataforma Arduino é a nossa proposta de Tecnologia Assistiva que foi desenvolvida para ser implantada em qualquer mapa/planta tátil, podendo abordar as mais diversas áreas do conhecimento.

Para abarcar, desenvolver e estudar a eficiência e eficácia da proposta do Mapa CEMT, escolhemos, como exemplo, a Geografia (tema específico, o Mapa Político da Região Sudeste do Brasil) por ser uma área do conhecimento bem evoluída e amplamente estudada pelas pessoas com deficiência visual, permitindo ao pesquisador a aquisição de um grande volume de parâmetros já validados, cientificamente, através de buscas sistematizadas nas bases acadêmicas (passo realizado no primeiro objetivo específico).

A Geografia nos permitiu, em um só produto-modelo, testar diversos parâmetros, tais como: cores, texturas, formatos, recortes, símbolos táteis, escrita em tinta, escrita em Braille, legendas, sensores eletrônicos, montagem de mapas, sinalização das divisas dos mapas, tamanho, peso e, assim, proporcionar uma interação muito mais amigável entre o mapa e o aluno.

O modelo de designer aplicado ao produto foi um meio, amplamente, explorado na pesquisa, na intenção de simplificar a validação e avaliação das funcionalidades e das características dotadas ao Mapa CEMT, na sua missão de aumentar a qualidade e prover uma maior autonomia aos estudos das pessoas com deficiência visual.

Sendo assim, o propósito da utilização do Mapa Político da Região Sudeste do Brasil, em nossa investigação, foi o de explorar um modelo de designer já consolidado na intenção de se criar um ambiente experimental mais

seguro e inserir a computação e as suas funcionalidades à prova, através das opiniões dos participantes dessa pesquisa.

O motivo pelo qual escolhemos o Instituto Benjamin Constant (IBC) para ser o ambiente de campo em nossa pesquisa se justifica pelas palavras de Figueiredo (2017) quando afirma que:

[...] o Instituto Benjamin Constant é hoje um Centro de Referência na área da deficiência visual, ligado diretamente ao Ministério da Educação. Seus trabalhos garantem que as pessoas cegas e com baixa visão possam ter espaços garantidos em todo o Território Nacional, garantindo sua inclusão (FIGUEIREDO, 2017 p. 35)

Figueiredo (2017) relata quais são as importantes ações que fazem do IBC um ícone na inclusão das pessoas com deficiência visual no Brasil, quando explica que:

[...] a partir dos estudos e técnicas desenvolvidos no Instituto Benjamin Constant, as Redes de Educação, estaduais e municipais, têm a oportunidade de atenderem melhor aos com deficiência visual, permitindo, de fato, que eles sejam incluídos. Desta forma, a inclusão passa de um planejamento teórico para uma realidade possível. As relações estabelecidas entre os diferentes entes que atendem ao aluno com deficiência da visão fortalecem este processo, fazendo com que, por fim, o processo inclusivo deixe de ser um ato de matrícula escolar, mas uma realidade educacional em nosso país (FIGUEIREDO, 2017 p. 35-36)

Toda a pesquisa foi conduzida no Instituto Benjamin Constant (IBC), tendo como seus participantes, três professores de Geografia e dez alunos ouvintes com deficiência visual, onde validamos e avaliamos o Mapa CEMT no ambiente de ensino-aprendizagem.

Apresentaremos nas seções seguintes os resultados propostos por nossos objetivos específicos desta pesquisa.

4.1 Mapas Táteis: Uma Busca Material e Funcional

Como resultado do primeiro objetivo específico desta pesquisa, realizamos uma busca nas bases acadêmicas (Google Acadêmico, SciELO e

Periódicos da CAPES), visando encontrar artigos que demonstrassem as melhores práticas no uso de materiais, as principais funcionalidades e de como produzir mapas táteis que atendam as especificidades das pessoas com deficiência visual, fornecendo-nos o conhecimento necessário para o desenvolvimento do protótipo experimental do Mapa CEMT, resultado de nosso segundo objetivo específico.

Utilizamos as palavras-chave: mapas táteis; cegueira; baixa visão; congênita e adquirida na língua portuguesa e inglesa, totalizando 858.289 artigos como podemos conferir na figura 36.

Figura 36: Resultado da Pesquisa - Palavras-Chave.

Critério de Inclusão - Palavras relevantes para a pesquisa em Português								
Ano	BASES	"mapas táteis"	"cegueira"	"baixa visão"	"congênita"	"adquirida"	TOTAL	
2016 a 05/2017	Google Acadêmico	112	9.350	2.210	6.270	41.300	59.242	
	SciELO	0	9	15	97	130	251	
	Periódicos da CAPES	2	109	38	2.162	1.320	3.631	
	Total						63.124	
	Critério de Inclusão - Palavras relevantes para a pesquisa em inglês							
	BASES	"tactile maps"	"blindness"	"low vision"	"congenital"	"acquired"	TOTAL	
	Google Acadêmico	354	38.400	6.790	78.400	211.000	334.944	
	SciELO	0	23	13	223	332	591	
	Periódicos da CAPES	50	21.975	1.637	78.618	357.350	459.630	
	Total						795.165	
Total Geral					858.289			

Fonte: Produzido pelo Autor.

Aplicamos ao resultado o primeiro critério de exclusão que foi a adição das Palavras-Chaves formando as *Strings* de busca, resultando em 304 artigos representados na figura 37.

Figura 37: Resultado da Pesquisa - Busca pelas Strings.

Critério de Exclusão - Soma das palavras-chave formando as strings de busca em português						
Ano	BASES	mapas táteis+cegueira+ congenita	mapas táteis+cegueira+ adquirida	mapas táteis+ baixa visão	TOTAL	
2016 a 05/2017	Google Acadêmico	15	25	68	108	
	SciELO	0	0	0	0	
	Periódicos da CAPES	0	0	0	0	
					108	
	Critério de Exclusão - Soma das palavras-chave formando as strings de busca em inglês					
	BASES	tactile maps+blindness+ congenital	tactile maps+blindness+ acquired	tactile maps+ low vision	TOTAL	
	Google Acadêmico	29	57	105	191	
	SciELO	0	0	0	0	
	Periódicos da CAPES	0	0	5	5	
					196	
Total				304		

Fonte: Produzido pelo Autor.

Após a soma das Strings, desenvolvemos o segundo critério de exclusão que foi a leitura e análise do Título em cada um dos 304 artigos e excluirmos os artigos cujo o título não fazia referência com o tema buscado na pesquisa, resultando em 139 artigos que apresentamos na figura 38.

Figura 38: Resultado da Pesquisa - Análise dos Títulos.

Critério de Exclusão - Título com relevância para a pesquisa em português						
Ano	BASES	mapas táteis+cegueira+ congenita	mapas táteis+cegueira+ adquirida	mapas táteis+ baixa visão	TOTAL	
2016 a 05/2017	Google Acadêmico	10	16	28	54	
	SciELO	0	0	0	0	
	Periódicos da CAPES	0	0	0	0	
					54	
	Critério de Exclusão - Título com relevância para a pesquisa em inglês					
	BASES	tactile maps+blindness+ congenital	tactile maps+blindness+ acquired	tactile maps+ low vision	TOTAL	
	Google Acadêmico	15	27	42	84	
	SciELO	0	0	0	0	
	Periódicos da CAPES	0	0	1	1	
					85	
Total				139		

Fonte: Produzido pelo Autor.

O terceiro critério de exclusão aplicado foi o de eliminar os artigos que não estavam disponíveis na sua versão completa e gratuita, então, restaram 91 artigos como resultados, conforme figura 39.

Figura 39: Resultado da Pesquisa - Artigos completos e gratuitos.

Critério de Exclusão - Somente artigos disponíveis na versão completa em português						
Ano	BASES	mapas táteis+cegueira+ congenita	mapas táteis+cegueira+ adquirida	mapas táteis+ baixa visão	TOTAL	
2016 a 05/2017	Google Acadêmico	10	16	28	54	
	SciELO	0	0	0	0	
	Periódicos da CAPES	0	0	0	0	
					54	
	Critério de Exclusão - Somente artigos disponíveis na versão completa em inglês					
	BASES	tactile maps+blindness+ congenital	tactile maps+blindness+ acquired	tactile maps+ low vision	TOTAL	
	Google Acadêmico	3	11	22	36	
	SciELO	0	0	0	0	
	Periódicos da CAPES	0	0	1	1	
					37	
Total Geral				91		

Fonte: Produzido pelo Autor.

Executamos o processo do quarto critério de exclusão que foi o de remover todos os artigos repetidos encontrados pelas *Strings* de busca. Conforme apresentado na figura 40.

Figura 40: Resultado da Pesquisa - Remoção dos Artigos Repetidos.

Critério de Exclusão - Somente artigos não-repetidos em português						
Ano	BASES	mapas táteis+cegueira+ congenita	mapas táteis+cegueira+ adquirida	mapas táteis+ baixa visão	TOTAL	
2016 a 05/2017	Google Acadêmico	10	5	11	26	
	SciELO	0	0	0	0	
	Periódicos da CAPES	0	0	0	0	
					26	
	Critério de Exclusão - Somente artigos não-repetidos em inglês					
	BASES	tactile maps+blindness+ congenital	tactile maps+blindness+ acquired	tactile maps+ low vision	TOTAL	
	Google Acadêmico	3	6	10	19	
	SciELO	0	0	0	0	
	Periódicos da CAPES	0	0	1	1	
					20	
Total Geral				46		

Fonte: Produzido pelo Autor.

Finalmente, aplicamos o último critério de exclusão que foi o de ler e analisar todo o conteúdo dos 46 artigos e obtivemos como resultado o total de 25 artigos, conforme ilustrado na figura 41.

Figura 41: Resultado da Pesquisa - Resultado final.

Critério de Exclusão - Leitura completa e conteúdo relevante para a pesquisa em português						
Ano	BASES	mapas táteis+cegueira+ congenita	mapas táteis+cegueira+ adquirida	mapas táteis+ baixa visão	TOTAL	
2016 a 05/2017	Google Acadêmico	7	4	5	16	
	SciELO	0	0	0	0	
	Periódicos da CAPES	0	0	0	0	
					16	
	Critério de Exclusão - Leitura completa e conteúdo relevante para a pesquisa em inglês					
	BASES	tactile maps+blindness+ congenital	tactile maps+blindness+ acquired	tactile maps+ low vision	TOTAL	
	Google Acadêmico	1	2	5	8	
	SciELO	0	0	0	0	
	Periódicos da CAPES	0	0	1	1	
					9	
Total Geral				25		

Fonte: Produzido pelo Autor.

Diante da posse desses 25 artigos, leitura e análise de cada um deles, respondemos todas as questões relacionadas ao nosso primeiro objetivo dessa pesquisa.

Extraímos de cada artigo o conteúdo que viesse a nos orientar de como melhor proceder para a construção do primeiro protótipo do Mapa CEMT.

Tomamos como base as experiências de cada autor e nas suas pesquisas, relatadas, que obtiveram êxito em incluir as pessoas com deficiência visual a partir da elaboração dos mapas táteis.

Na abordagem investigativa de Degreas e Katakura (2016), elas afirmam que mapas, em geral, são construídos para que as informações sejam lidas de forma visual com uma relativa facilidade de acesso corporal, diferentemente, dos mapas táteis que são desenvolvidos, principalmente, para incluir as pessoas com deficiência visual e na leitura de suas informações são utilizadas as falanges distais que percorrem todas as texturas, a escrita Braille, os símbolos táteis, os relevos e os contornos, exigindo do seu leitor um maior esforço corporal (movimento de braços, mãos e outras articulações do corpo).

Nas pesquisas de Degreas e Katakura (2016), Koehler (2017), Giorgos (2017) e Perdue e Lobben (2016), eles constataram que na construção de mapas táteis as informações visuais são transcritas para as formas abstratas entendidas por meio do tato.

Na utilização dos sentidos, a visão tão importante para se admirar uma obra de arte, transferindo para outros sentidos e permitindo à pessoa com deficiência visual cega se aproximar das imagens. Uma pessoa sem deficiência visual monta seu sistema de símbolos visuais para construir seu conceito de cidade, a pessoa com deficiência visual cega imagina essa mesma cidade através de conceitos formados por um repertório montado pelos seus sentidos que funcionam e estão acima da visão que ele não dispõe. Esta habilidade necessita ser desenvolvida utilizando estratégias suplementares e muito acesso às informações (CENCI; BERNARDI, 2016).

Para contribuir na questão da união dos sentidos, encontramos na pesquisa de Arruda (2016), a questão da didática multissensorial, que se constituem na importância de se unir os sentidos através da utilização de materiais que contribuam para o processo de ensino e a aprendizagem.

A pesquisadora sueca Alexandrakis (2016), os americanos Brule *et al.* (2016) e os malaios Minhat *et al.* (2017), assim como Arruda (2016), pesquisadora brasileira, defendem a adição de ferramentas multissensoriais aos mapas táteis para a estimulação dos outros sentidos, fazendo com que a pessoa com deficiência visual possa aguçar o seu instinto de explorar as informações contidas nesses mapas sensoriais.

A estimulação dos sentidos na abordagem de Arruda (2016) foi aplicada aos estudos das paisagens, onde a autora construiu um mapa tátil que reproduziu a paisagem do IBC, explorando a estimulação dos sentidos do tato, audição, olfato e paladar, adotando uma didática sensorial, resultando no que ela nomeou de uma “maquete multissensorial para a aprendizagem do conceito de paisagem” (ARRUDA, 2016, p. 94).

Percorrendo este caminho a autora afirma que:

A maneira como as pessoas cegas percebem o mundo e se relacionam com ele sem dúvida passa pelos demais sentidos, não que os videntes também não utilizem todos os sentidos. Mas ver o mundo pelo o olfato, pelo paladar, pelo tato, pela

audição enfim pelo corpo (sinestesia) toma a dimensão de um ato visível para uma pessoa cega [...] (ARRUDA, 2016, p. 94).

Os sentidos considerados mais próximos são o olfato, paladar e o tato e a visão e a audição são sentidos de maior distância, segundo a autora, precisamos exercitar a utilização deles (ARRUDA, 2016).

Os resultados apresentados pela autora (ARRUDA, 2016) foram que a maquete multissensorial funcionou como uma ferramenta que estimulou aos alunos a utilizarem os seus sentidos para compreenderem a paisagem e os espaços do IBC. Os componentes que unem os sentidos proporcionaram as pessoas com deficiência visual o exercício e o ajuste dos seus sentidos para transpor as barreiras que a falta da visão as impõem.

Os autores Cenci e Bernardi (2016), Manley (2016) e Ribeiro et al. (2016) entendem o Desenho Universal (DU) como um objetivo para a construção de produtos e de ambientes que atendam a todos, sem a necessidade de serem adaptados para as pessoas com deficiência, pois são projetos desenhados para todos. A ideia é evitar a necessidade de se criar produtos especiais para as pessoas com deficiência e focar na criação de produtos seguros e que todos possam utilizá-los com autonomia independente de suas barreiras.

No desenvolvimento de suas pesquisas, Cenci e Bernardi (2016) e Perdue e Lobben (2016), estão de acordo que a construção de mapas e maquetes táteis não pode ser uma mera reprodução de uma planta ou mapa, ela deve atender aos seus usuários em suas especificidades, não se limitando na construção de mapas texturados.

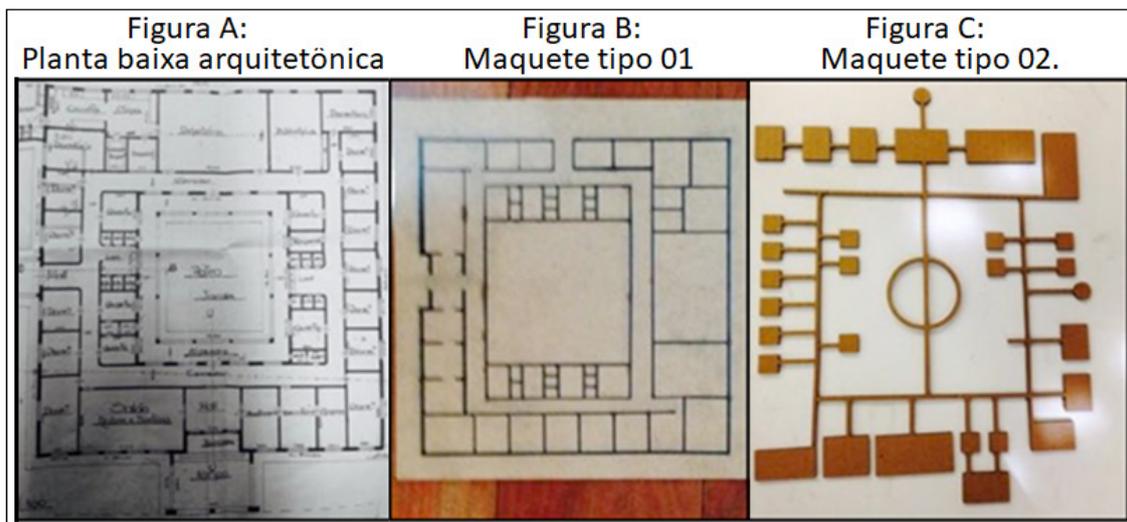
Pesquisadores como Cenci e Bernardi (2016), Giorgos (2017) e Silva (2017) constataram, em suas pesquisas, que se devem traduzir as linguagens visuais em não visuais, isto é, em linguagem tátil.

Na inclusão das pessoas com deficiência visual, Cenci e Bernardi (2016), transcreveram um modelo arquitetônico convencional numa linguagem tátil, fazendo uso de uma imagem de referência para reproduzirem uma maquete tátil informativa.

Eles reproduziram a partir de uma planta baixa arquitetônica, figura 42A, dois exemplos de plantas de informação tátil, na figura 42C, eles utilizaram

formas básicas como pontos, linha e área, representando os caminhos e espaços como num fluxograma e na figura 42B, utilizaram formas mais parecidas com a arquitetura.

Figura 42: Informação visual para dois tipos de informação tátil.



Fonte: Adaptada de Cenci; Bernardi (2016. p. 8).

Para a escolha dos materiais, Cenci e Bernardi (2016), foram cuidadosos, pois a experiência tátil tem que ser segura, agradável e utilizar materiais duráveis, eles escolheram a fórmica para fazerem o relevo e madeira para a base da maquete.

Lima e Fonseca (2016) estão de acordo com Cenci e Bernardi, sobre o não uso de materiais muito ásperos, pois machucam os dedos, a ideia é usar materiais de boa textura, não tóxicos e que não provoquem um acidente ao utilizador do mapa.

Sobre o significado tátil, Nogueira (2016) expõe que os materiais utilizados devem possuir uma boa diferenciação nas características de liso a áspero e fino a espesso. Não devem ferir ou irritar a pele e nem proporcionar uma reação desagradável ao serem tocados.

Os resultados da pesquisa de Cenci e Bernardi (2016) informam que os voluntários cegos congênitos e os de baixa visão (adquirida e congênita) preferiram a maquete da figura 41C, achando mais fácil a leitura das linhas e formas geométricas e os de cegueira adquirida preferiram a maquete da figura 40B, que se aproxima da planta arquitetônica.

Nogueira (2016) nos diz que a deficiência visual pode ser dividida em três possibilidades: enxergar mal; não enxergar, mas já ter enxergado; e nunca ter enxergado. São estas características que devemos conhecer as suas especificidades quando formos trabalhar os métodos que irão auxiliar na inclusão dessas pessoas.

Os pesquisadores concluíram que: “mãos e olhos não enxergam o mundo da mesma forma, o que reforça a necessidade de utilização da percepção háptica/sinestésica na leitura de instrumentos de auxílio à locomoção.” (CENCI; BERNARDI, 2016, p. 11).

Na comprovação da pesquisa de Cenci e Bernardi (2016), a construção de mapas para as pessoas com deficiência visual congênita ou adquirida requerem técnicas diferentes. Para os de baixa visão e os cegos adquiridos o que agradou foi o mapa mais visual (mais arquitetônico) e para os cegos congênitos, temos que forçar a criação de um novo conceito visual, neste caso foi utilizado em forma de fluxograma.

Segundo Bem (2016), Alexandrakis (2016), Silva e Rocha (2016), Koehler (2017), Minhat *et al.* (2017), e Mussi *et al.* (2016), o projetista de um mapa tátil deve escolher elementos que representem significados distintos para não dificultem a leitura por seu usuário, evitando confundi-lo pela poluição de informações táteis dispostas no mapa.

O projetista precisa, ainda, usar técnicas com o objetivo de mensurar distâncias, podendo adicionar um sistema de escala para fornecer uma percepção de distância a ser percorrida na navegação do mapa tátil. Essa técnica nos é informada por Bem (2016), Silva e Rocha (2016) e Régis (2016).

A autora Silva (2017) demonstrou em sua pesquisa, a importância de se respeitar a escala de um mapa em relação ao seu tamanho real para que se diminuam as distorções, facilitando ao aluno uma compreensão e interpretação desse espaço. Ela apresenta uma recomendação, por pesquisas realizadas, que o mapa tátil não deve ser maior que 50 cm, pois o campo tátil é reduzido em relação ao campo da visão e não se deve poluir o mapa com inúmeras informações táteis para não dificultar a compreensão dos alunos.

Ainda em relação ao tamanho, os símbolos e as informações táteis aplicadas a esses mapas, segundo Nogueira (2016) e Alexandrakis (2016), devem apresentar um tamanho adequado, para o devido entendimento das

peças com deficiência visual, nem tão pequenas ao ponto de não apresentarem os detalhes em suas texturas (detalhes menores que a ponta de um dedo) e nem tão maiores ao ponto de não passarem qualquer informação que não possam ser reconhecidas com a palma da mão.

Bem (2016) e Oliveira (2016), nos alerta sobre a importância de se construir mapas leves, de boa resistência ao tato, ser confortáveis ao tato e além de boa leitura dos elementos distribuídos no mapa, evitando a sua poluição tátil.

Na pesquisa apresentada por Dias e Santos (2016), eles relatam sobre a grande dificuldade em se atender as pessoas com deficiência visual, pois cada um possui a sua particularidade.

Os pesquisadores Dias e Santos (2016), Silva e Rocha (2016), Alexandrakis (2016), Lima e Fonseca (2016), Stampach e Mulickova (2016), Giorgos (2017), Mountelos (2017) e Régis (2016) perceberam a grande relevância dos símbolos usados nas texturas, sendo utilizadas de forma contrastantes, resultando numa distinção bem definida entre elas, pois são as texturas que proporcionam diferenciações e um conhecimento mais universal, criando informações e substituindo as cores para as pessoas com deficiência visual cegas.

Para os pesquisadores Nogueira (2016), Lima e Fonseca (2016), Stampach e Mulickova (2016), Mountelos (2017), Dias e Santos (2016), Alexandrakis (2016), Régis (2016), Silva e Rocha (2016) e Degreas e Katakura (2016) as cores fortes e bem contrastantes são aplicadas no intuito de atenderem os usuários de baixa visão que, assim, possuem uma percepção do ambiente de forma mais clara.

A norma ABNT NBR9050/2015, citada pelas pesquisadoras Degreas e Katakura (2016) apresenta um padrão para as cores e escrita em tinta que devem possuir um contraste e ter um acabamento fosco, para evitar a reflexão da iluminação sobre o objeto. Usar cores de preferência o vermelho, o amarelo, o branco, o preto, o azul, o verde, o laranja, o púrpura, o lilás, o cinza, o alumínio e o marrom, segundo a Normatização de Referência NR26 – Sinalização de Segurança. Sinteticamente, segundo a ABNT NBR9050/2015, as cores vermelhas, laranja, amarela, verde e branca devem utilizar os parâmetros apresentados na figura 43.

Figura 43: Cores e crominância – NBR9050/2015.

Cores	Comprimento de onda	Unidade
Vermelha	625 nm a 740 nm	Frequência
Laranja	590 nm a 625 nm	Frequência
Amarela	565 nm a 590 nm	Frequência
Verde	500 nm a 565 nm	Frequência
Branca	5500 °k ± 10%	Temperatura

Fonte: NBR 9050 (2015, p. 35).

Também na pesquisa de Silva (2017) a representação das cores para as pessoas com deficiência visual partem da diferenciação das texturas, sendo que para cada textura deve-se pintá-las com cores também distintas, isto é, para cada textura usa-se uma cor, assim melhora o entendimento tanto para as pessoas com deficiência visual que são cegas ou de baixa visão.

Os pesquisadores Alves, Alencar e Bezerra (2016) e Souza *et al.* (2016), entendem que a cartografia tátil é uma poderosa ferramenta de mediação para o ensino da geografia para as pessoas com deficiência visual e com a utilização dos seus recursos é possível construir mapas táteis e mapas mentais que facilitem a mobilidade e autonomia deles.

Já Alves, Alencar e Bezerra (2016), Régis (2016), Minhat *et al.* (2017), Alexandrakis (2016), e Giorgos (2017), julgam importantíssimo o uso do Braille na construção de mapas táteis, pois é a linguagem de escrita/leitura das pessoas com deficiência visual.

Na pesquisa de Silva (2017) as pessoas com deficiência visual cegas constroem características sobre os objetos e ambientes através da convivência social, a exploração pelo tato utilizando as mãos.

Nogueira (2016) e Mussi *et al.* (2016) complementam a questão quando afirmam que as figuras táteis são traduzidas em imagens mentais através da imaginação da pessoa com deficiência visual cega, imprimindo em sua mente, usando o tato, qual seria a sua forma e características. Assim, a pessoa com deficiência visual cega consegue construir a sua imagem mental dos objetos.

Silva (2017) relata que, em estudos anteriores, existe uma relação entre noções de direção esquerda/direita com leste/oeste, acima/abaixo com norte/sul, isto é, com a orientação geográfica. A forma de reconhecer referenciais de localização a partir de seu próprio corpo é reconhecer o mapa

do corpo (à frente, à trás, à esquerda, à direita, acima e a baixo), pois a orientação no espaço é importante para a segurança na locomoção no espaço e as pessoas com deficiência visual se baseiam nesse princípio para se locomoverem no espaço urbano.

Degreas e Katakura (2016) fizeram uso da Rosa dos Ventos para que as pessoas conseguissem revisar os pontos cardeais e colaterais e se orientarem na navegação do mapa tátil desenvolvido na sua pesquisa.

Sobre a escrita em tinta e em Braille, as autoras Degreas e Katakura (2016) e Ribeiro *et al.* (2016), orientam alinhar a informação escrita em Braille e em tinta, primeiro, a informação em tinta e logo abaixo, a escrita em Braille. As pesquisadoras Ribeiro *et al.* (2016) optaram por utilizar a fonte *APHont*³ muito utilizada pelo IBC para melhorar o processo de leitura das pessoas de baixa visão.

O autor Normandi (2016), assim como defende os autores Brule *et al.* (2016) e Manley (2016), abordam uma combinação bem interessante sobre o *design* e a acessibilidade no sentido de contribuir no desenvolvimento de projetos para a educação, ensino e produtos voltados para a melhoria da vida das pessoas com deficiência. Ele cita Donald Norman, autor que defende que o *Design* não pode se limitar a desenvolver produtos para uma grande parte da população e sim produtos que atendam as necessidades das pessoas, incluindo as pessoas com deficiência, seja ela física, intelectual ou sensorial. Deve-se construir produtos para incluí-los nos mais diversos contextos do dia-a-dia.

Enfatizando na proposta do *design*, Manley (2016), para a busca do Desenho Universal (DU) que molde produtos, ambientes e comunicações que possam ser utilizados por todos. Possui como diretriz oito regras são elas:

1. Ser atraente a todos;
2. Ser flexível ao ser usado,
3. Adaptado ao ritmo de cada usuário;
4. Ser simples e de uso intuitivo;
5. Fornecer informações essenciais e percebíveis;

³ O *APHont*™ (pronunciado Ay-font) foi desenvolvido pela *American Printing House for the Blind, Inc* (APH), especialmente, para os leitores com deficiência visual de baixa visão. *APHont* possui atributos testados, cientificamente, no intuito de melhorar a velocidade de leitura, compreensão e conforto desses usuários (APH, 2018).

6. Fornecer avisos sobre a forma errada de uso para que o usuário se recupere sozinho;
7. Possuir um baixo esforço físico em seu uso; e
8. Tamanho físico apropriado para o seu propósito;

Na pesquisa dos autores norte-americanos Brule *et al.* (2016), eles defendem que os mapas devem ser construídos baseados, além do *design*, na utilização da forma lúdica, estimulando os alunos a decifrarem os símbolos táteis e, assim, facilitando em muito o trabalho dos professores.

Falando de *design*, Normandi (2016) cita como exemplo, a APPLE e a GOOGLE, pois são empresas que desenvolvem produtos que possuem um *design* de sistema operacional, de recursos e de serviços que possibilitam a todos os seus consumidores a utilizarem as suas ferramentas sem barreiras.

As pesquisadoras Degreas e Katakura (2016) apresentaram em sua pesquisa algumas diretrizes para a construção de mapas táteis urbanos que visam ajudar no entendimento urbano das pessoas com deficiência visual. Podemos ter acesso às diretrizes pela figura de número 44.

Figura 44: Estratégias para o desenvolvimento de Mapas táteis Urbanos.

Recomendações para a Elaboração de Mapas Táteis Urbanos.	
DIRETRIZES	Descrição
Inteligibilidade	Os mapas devem utilizar linguagem simples. Evitar termos técnicos ou de formação específica.
Legendas	Evitar o uso, pois a movimentação das mãos ao longo da área de leitura pode gerar problemas na localização das informações. Os mapas devem conter pictogramas de uso universal aprendidos em ambiente escolar. A escala adotada na representação das informações é adaptada. Ruas e sistemas de circulação de automóveis tem a dimensão adequada para a leitura do texto em braille que está localizado entre as quadras de forma confortável não obedecendo a dimensão da escala.
Informação Impressa	deve ser desenhada de forma objetiva, apresentada em alto contraste, localizada ao longo de uma rota acessível, limpa e bem iluminada (NBR 9050:2004) pois os leitores com baixa visão precisam aproximar-se muito do mapa para viabilizar a leitura.
Fonte	As pesquisas indicam que a leitura é inteligível com o uso de fontes sem serifas, negritadas, em caixa alta ou baixa e sem uso de itálicos. O uso de fonte Arial, Helvetica, Verdana, Calibri com corpo entre 16 ou 18 foi bem aceita. Alguns mapas utilizaram corpo 24, situação essa que permitiu a leitura de pessoas com baixa visão. Também com espaçamento adequado entre uma fonte e outra. O acabamento das letras e o fundo do texto deve ser opaco, prover contraste frente e fundo com preferência por fundo escuro e letras claras. Para que a informação possa ser contida nas dimensões dos mapas adotou-se uso de abreviações, caixa baixa, reentrâncias nas quadras indicando entradas principais e eliminação de letras em alto relevo em função da escala do mapa.
Simbolos Pictogramas	Podem facilitar a leitura e compreensão da informação de forma direta e abrangendo um maior número de pessoas desde que sejam universalmente Utilizados e reconhecidos pelas pessoas, cegas, com baixa visão ou mesmo videntes. Para cegos, ou mesmo pessoas com baixa visão, um pictograma em relevo deve evitar detalhes e recortes em excesso pois a leitura tátil pode ser comprometida.
Materiais e Manutenção	os materiais devem ser resistentes, flexíveis, duráveis, agradáveis ao tato, aceitarem impressões em serigrafia, de fácil manutenção e limpeza e também devem ser resistentes às intempéries pois alguns mapas podem ser implantados em áreas externas à edificação e não devem sofrer com as variações de temperatura como aquecimento excessivo.

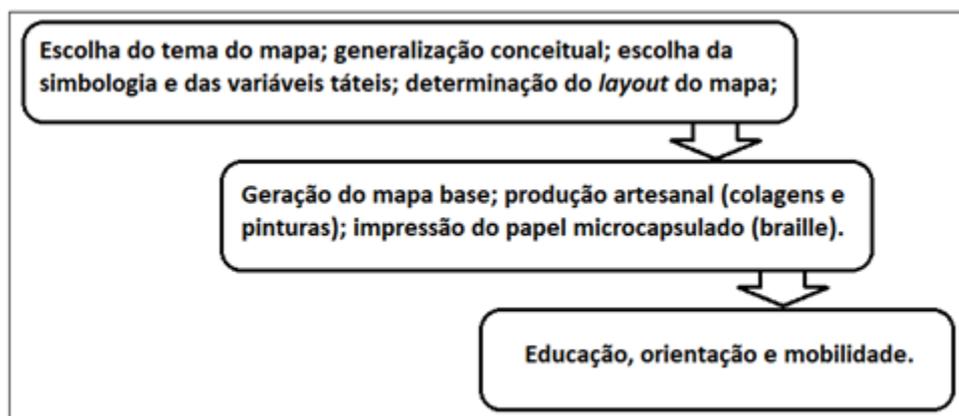
Fonte: Adaptado de Degreas; Katakura (2016, p. 1566-1567).

Na construção de uma paisagem tridimensional da geomorfológica sul-rio-grandense a pesquisadora Oliveira (2016) fez uso de um mapa do IBGE como base cartográfica, ampliou para um formato A3, fazendo uso de uma placa de compensado, folhas de isopor, massa acrílica, tintas (azul, vermelha, branca, verde, preta e amarela), barbante, cola, papéis (carbono, cartolina,) e uma legenda em Braille.

Podemos fazer um destaque na pesquisa realizada por Oliveira (2016) que nos testes das cores o aluno de baixa visão não conseguia diferenciar cores de contraste similares, como a do laranja com o vermelho, por isso, a cor laranja foi utilizada fazendo contraste com a cor preta e dada preferência para o branco, o azul, o vermelho, o amarelo, o preto e o verde.

O compensado foi muito bem lixado para remover as farpas da madeira; ela realizou o teste de cores com o aluno de baixa visão, proporcionando-lhe optar por um maior conforto visual na diferenciação dos contrastes das cores; e foi reduzida a quantidade de informação tátil para não poluir o mapa. Como podemos observar num resumo estrutural de construção apresentado pela autora na figura 45 (OLIVEIRA, 2016).

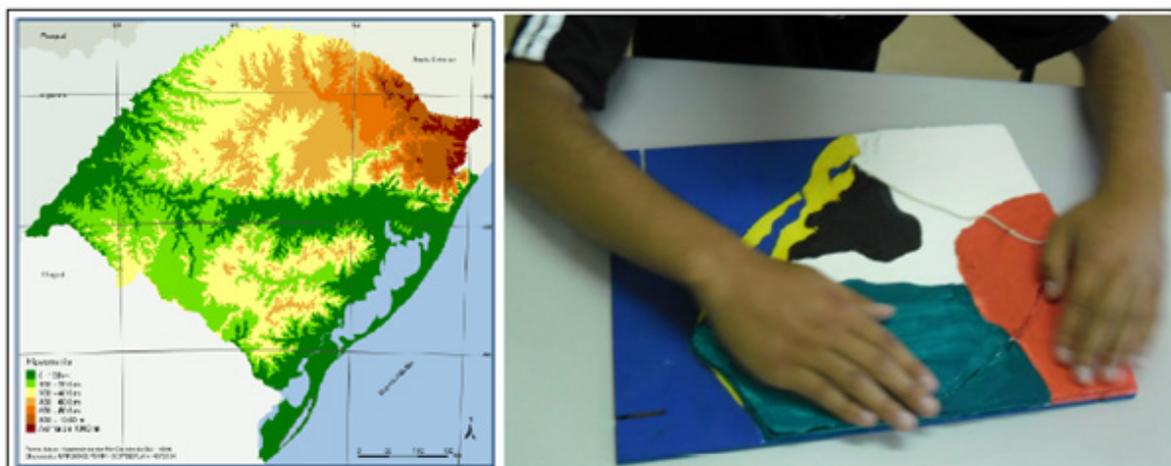
Figura 45: Estrutura de construção de Mapas Táteis.



Fonte: Adaptado de Oliveira (2016, p. 45).

Na transcrição, realizada por Oliveira (2016), do mapa visual do IBGE para a transcrição tátil, resultando no teste da maquete com um aluno de baixa visão adquirida aos sete anos que realizou a autenticação do material para a construção dos resultados da pesquisa, como podemos observar na figura 46.

Figura 46: Transcrição do mapa visual para o mapa tátil.



Fonte: Adaptado de Oliveira (2016, p. 43 e 45).

Nos resultados apresentados por Oliveira (2016), entendemos que o professor precisa conhecer as especificidades de seu aluno, a sua memória visual e adaptar aos materiais explorando esses dados. A pesquisadora afirma que devido às grandes diferenças que ocorrem nas pessoas de baixa visão se as cores utilizadas poderão ser diferenciadas por outros alunos, também, de baixa visão. O aluno deixou explícito em suas falas que o que mais o chateia é ser excluído nas aulas por não ter materiais que o faça participar das aulas na mesma qualidade dada aos outros alunos. A proposta da maquete apresentou ao aluno novos conceitos sobre o estado em que ele habita, permitindo ao aluno entender conceitos que foram aprendidos há anos atrás nas suas aulas de geografia.

Tomando conhecimento de todas as estratégias apresentadas sobre as melhores práticas de como construir um mapa tátil mais funcional e que realmente possa atender as especificidades das pessoas com deficiência visual poderemos seguir com a nossa pesquisa.

Nesse contexto, é notório que o aluno, beneficiário pelos mapas táteis, participe, opine, avalie, pois de que adianta criar uma tecnologia, se ela não for funcional e atender ao seu consumidor? Dessa forma, essa TA cumpre com o seu objetivo de fato, que é prover a pessoa com deficiência, uma forma de melhorar o desempenho das suas atividades no seu dia a dia.

A pesquisa do Mapa CEMT constrói um protótipo computacional experimental que evolui, utilizando a prototipagem evolutiva, com as demandas

relatadas pelo professor de geografia e pelo aluno ouvinte com deficiência visual do Instituto Benjamin Constant. É durante a pesquisa e mediante a opinião deles que o protótipo do mapa CEMT se torna um produto.

Na próxima seção explicamos, em detalhes, como o protótipo experimental foi desenvolvido.

4.2 A Construção do Protótipo Experimental

Os processos envolvidos na construção e no desenvolvimento do Mapa CEMT como um protótipo computacional embarcado exigiu do projetista um grande esforço para que o desenho de seu produto seja de fácil utilização e que possa atender as necessidades e expectativas de seus consumidores, “[...] o *Design*, como área que cria soluções simples e inovadoras, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos [...]” (MONTEIRO, 2017, p. 21).

Fiell & Fiell (2002 apud MONTEIRO, 2017) destaca que:

Com a complexidade tecnológica corrente e previsível durante o séc. XXI, a simplificação tornou-se visivelmente um objetivo do *Design*. Muitos *designers* concordam com as palavras de Alberto Meda: “A tecnologia tem de ser domesticada para realizar coisas que têm a relação mais simples possível com o homem – temos de rejeitar os produtos de tecnologia industrial que não se preocupam com as necessidades humanas e não possuem racionalidade comunicativa” (FIELL & FIELL, 2002 apud MONTEIRO, 2017, p. 28).

Norman (2006) aborda sobre a complexidade de um projeto de *design* quando afirma que:

O fabricante quer alguma coisa que possa ser produzida economicamente. A loja quer algo que seja atraente para os clientes. O comprador tem várias exigências. Na loja o comprador se concentra no preço e aparência, e talvez no valor de prestígio. Em casa, a mesma pessoa presta mais atenção à funcionalidade e à “usabilidade”. O serviço de reparos se importa mais com a qualidade de manutenção: em que medida o aparelho é difícil de ser desmontado e o problema diagnosticado e consertado? As necessidades de todas essas partes envolvidas são diferentes e quase sempre conflitantes. Não obstante o *designer* pode ser capaz de satisfazer todo mundo (NORMAN, 2006, p. 51).

Norman (2006) afirma que quando temos qualquer dificuldade para utilizar um produto, a culpa não é nossa, e sim, do *designer*, pois a falha está em seu desenho. O *design* funciona como um mecanismo de comunicação entre o produto e seu usuário que deve ocorrer de forma natural. O produto deve explicar a si mesmo.

Em resumo, Norman (2006) deixa claro que:

Quando *designers* projetistas falham e deixam de fornecer um modelo conceitual, somos obrigados a criar o nosso próprio modelo, e os modelos que criamos provavelmente estão errados. Os modelos conceituais são de importância crítica para o bom *design* (NORMAN 2006, p. 12)

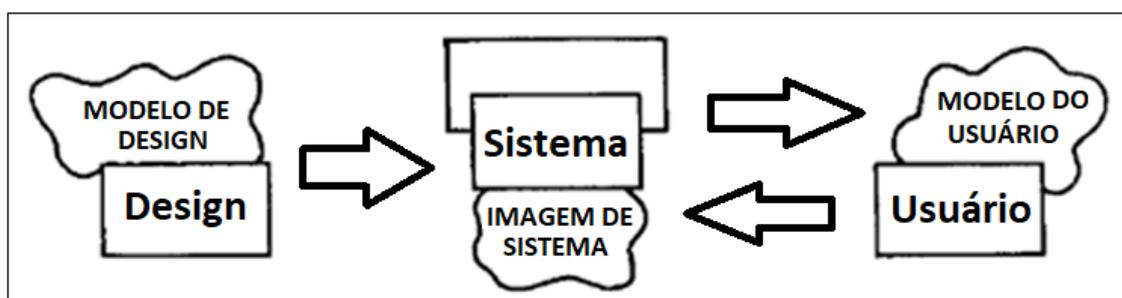
Um produto se torna fácil de usar quando temos poucas formas de utilizá-lo e quando o seu *design* nos induz a usá-lo corretamente.

Ao desenvolver um produto devemos pensar segundo Norman (2006, p.17), pois “a tecnologia muda rapidamente, mas as pessoas mudam devagar”.

Dessa forma, Norman (2006) explica a teoria da existência de uma psicologia relacionada aos produtos: o estudo de *affordances* dos objetos. Esse estudo busca por as propriedades percebidas e reais de um objeto, enfatizando as suas propriedades fundamentais que irão determinar como esse objeto deve ser utilizado. Quando o *designer* desenvolve um produto aplicando o correto conceito de *affordances*, o usuário não irá necessitar de manual de instruções, pois o *design* do produto será auto-explicativo em seu funcionamento.

O modelo mental do produto é apresentado por Norman (2006) de forma a explicar como um modelo de *designer* cria uma imagem de sistema que irá interagir diretamente com o usuário de um determinado produto. Figura 47.

Figura 47: Modelo mental de um produto.



Fonte: Adaptada de Norman (2006, p.40).

Podemos observar no modelo mental, figura 47, que o modelo de *design* é o modelo conceitual do *designer* e o modelo do usuário é o modelo mental desenvolvido pelo usuário quando utiliza o produto interagindo com o seu sistema.

O sistema é o produto construído e a sua imagem é tudo que o produto induz ao usuário junto com as suas instruções de uso. Norman (2006) afirma que o *designer* espera que o modelo de usuário e o modelo do *designer* sejam idênticos, pois o que ele projetou como *design* deve ser o mesmo entendimento para o pensamento e utilização do produto para o usuário. Caso o modelo de *design* não seja bem entendido pelo usuário, ele acabará criando um modelo mental errado.

A primeira versão do Protótipo experimental do Mapa CEMT foi projetada e desenvolvida aplicando o conceito de *affordances*, com o objetivo de criar um *design* de produto que seja de fácil utilização, intuitivo e que pudesse poupar ao máximo o processo da prototipagem evolutiva que será aplicada na pesquisa com os professores e alunos do IBC.

Com o resultado das buscas nas bases, tomaremos posse das melhores práticas para a construção de mapas táteis mais funcionais e seguros, tanto na escolha de suas cores, de suas texturas e de seus símbolos táteis, visando a criação de um *design* que venha suportar a teoria piagetiana de criar um ambiente de ensino e aprendizagem em que o aluno interaja com o Mapa CEMT e o Mapa CEMT possa interagir com esse aluno.

Nas seções 4.2.1 e 4.2.2, mostraremos como o conceito de *design*, exposto por Donald Norman, foi trabalhado na proposta interativa dos objetos de Jean Piaget.

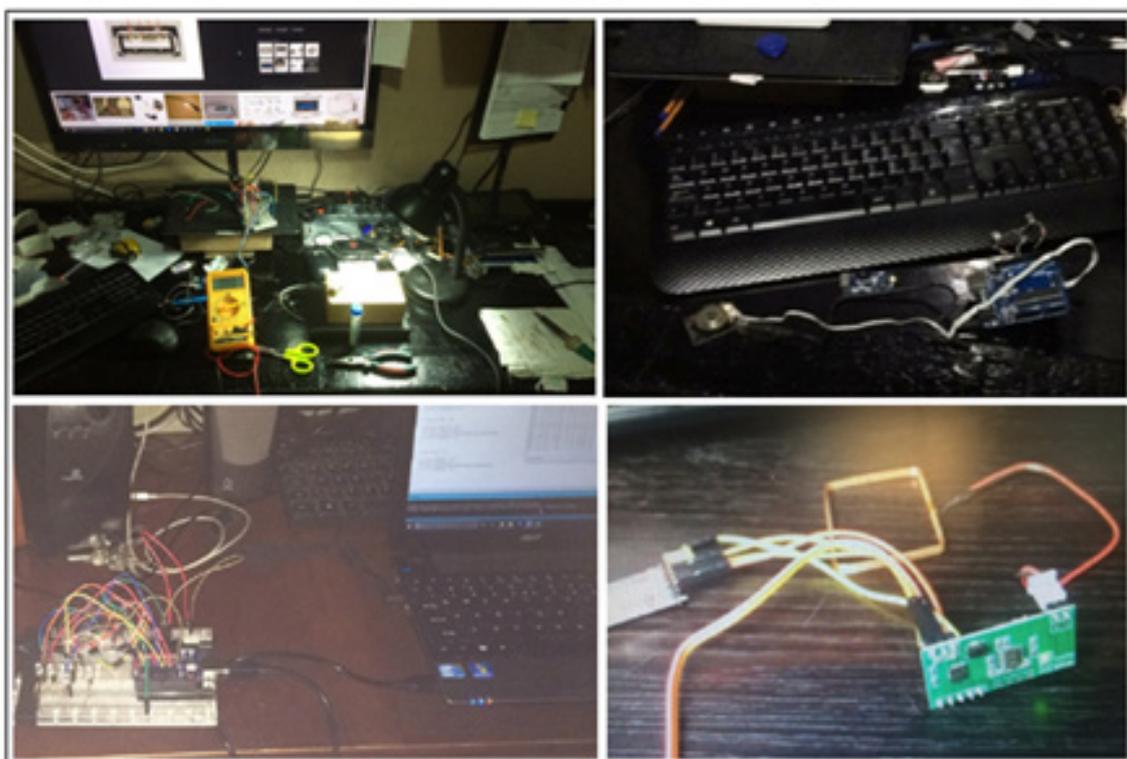
4.2.1 A Construção do Mapa CEMT e o Desenvolvimento de seu *Design*

A partir do momento que conhecemos os conceitos do modelo de *design*, suas aplicações em um produto e as estratégias positivas e testadas em pesquisas anteriores (Primeiro Objetivo desta pesquisa), nesta fase, descrevemos como o Protótipo experimental do Mapa CEMT foi construído e desenvolvido.

Embarcamos um *hardware* e um conjunto de instruções (*Software*) que incorporou um conjunto de 46 sensores, visando proporcionar ao Aluno ouvinte com deficiência visual uma possibilidade de estudar os conteúdos desse mapa político de forma mais autônoma e interativa, com qualidade na exibição e organização desses conteúdos acadêmicos por meio desses sensores de toque.

O *hardware* e *software* do CEMT foram desenvolvidos com a Plataforma Arduino. O *hardware*, inicialmente, foi desenvolvido em uma Protoboard como podemos observar na figura 48.

Figura 48: *Hardware* do mapa CEMT em suas primeiras versões.



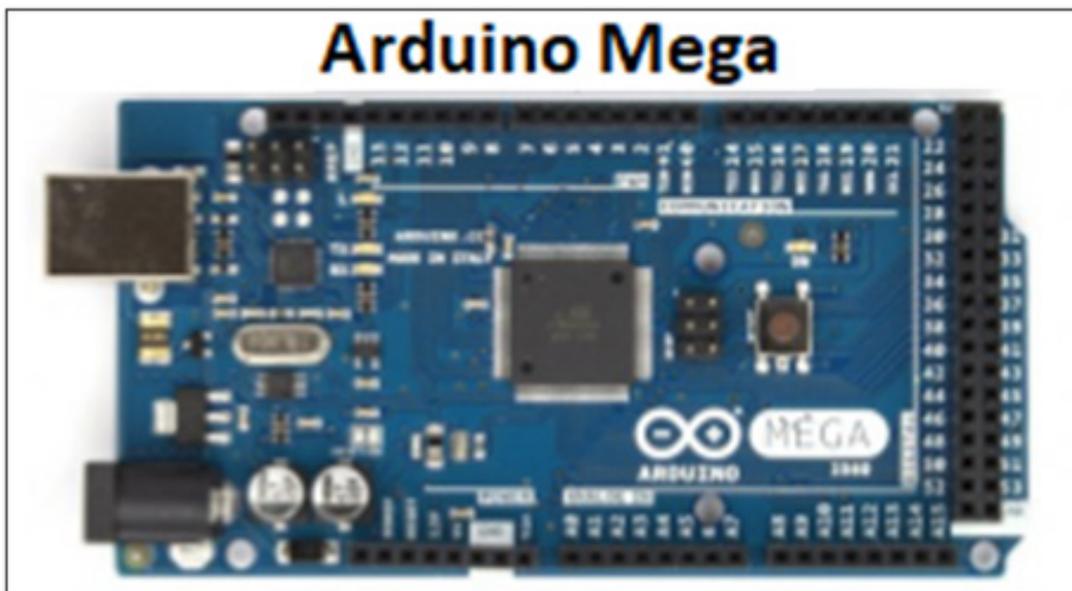
Fonte: Produzido pelo Autor.

A consolidação do *hardware* foi um processo bem complexo onde tentamos várias combinações de componentes eletrônicos, sensores, formas de acoplamento e estruturas de programação até atingirmos o ponto de maturidade do *hardware* para as funcionalidades desejáveis para o projeto.

Escolhemos como base de *hardware*, o Arduino MEGA por ser uma versão do Arduino que possui 54 portas digitais que foram programadas para monitorarem os 46 sensores do Mapa CEMT, possuindo 256kb de memória e

8kb de *bootloader*, além de um processador de 16 Mhz de *clock*, permitindo ao sistema um bom suporte de recursos computacionais mantendo-o estável, disponível e funcional. Apresentamos o Arduíno MEGA na figura 49.

Figura 49: Arduíno MEGA Base do *hardware* do Mapa CEMT.



Fonte: Thomsen (2014, p. 1).

Assim como pesquisado por Cenci e Bernardi (2016) que destacaram a questão da experiência tátil ter que ser segura, durável e agradável, escolhemos para a construção do Protótipo experimental do Mapa CEMT a madeira como material base e adotamos as técnicas seguidas por eles e por Oliveira (2016) que criaram um modelo tátil baseando-se num modelo visual já consolidado a partir de uma fonte segura e, comumente, utilizada no ensino regular.

Sendo assim, utilizamos o mapa político da Região Sudeste do Brasil, fizemos uma pesquisa na Internet até que encontramos um mapa dessa região no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) para ser o molde dos contornos do mapa, conforme podemos constatar na figura 50.

Figura 50: Mapa da Região Sudeste do Brasil.



Fonte: IBGE (2017, p. 1).

Na figura 51, observaremos o processo de transcrição dos contornos do mapa do IBGE para a chapa de compensado dando formato ao mapa tátil da Região Sudeste do Brasil. O mapa no formato do A4 foi ampliado, assim como feito por Oliveira (2016), impresso com 300% de aumento, o que resultou em seis folhas A4, atingindo um tamanho aceitável para cobrir um compensado de área quadrada de 60cm X 60cm.

Buscamos seguir os padrões de Silva (2017), Nogueira (2016) e Alexandrakis (2016) relacionado ao tamanho do mapa respeitando o conceito de campo tátil que é bem mais reduzido que o campo da visão e o cuidado com o tamanho dos símbolos táteis e a sua devida disposição no Mapa CEMT.

Observamos também, o conceito de esforço corporal dado por Degreas e Katakura (2016) que os mapas táteis não devem ser tão grandes para que se evite um esforço físico maior que o necessário para o consumidor desse mapa.

Portanto, buscamos encontrar um meio termo entre a escala de tamanho total do Mapa CEMT e uma melhor proporção para que os estados menores pudessem receber os sensores, as texturas táteis, o Braille e a escrita em tinta de forma menos poluída, mais agradável e acessível ao aluno.

Figura 51: Construção em madeira do mapa CEMT.

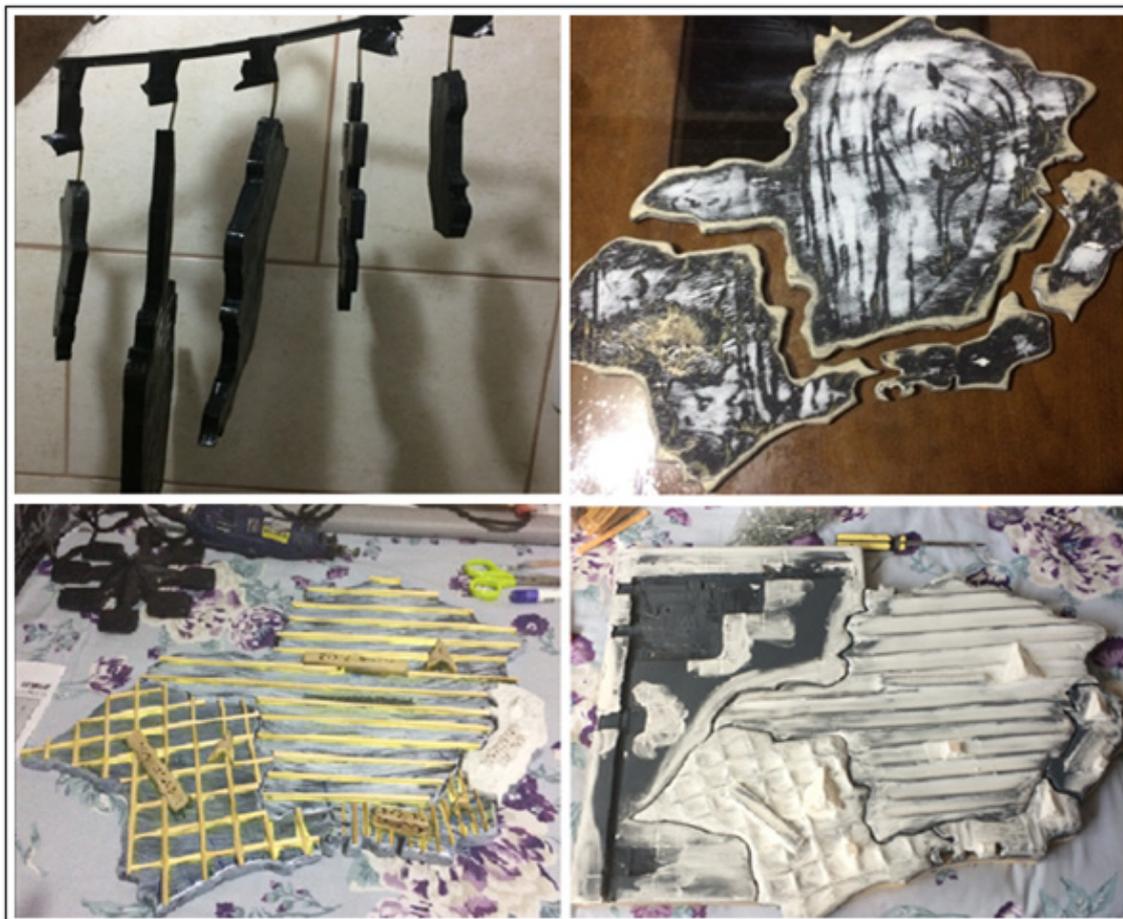


Fonte: Produzido pelo Autor.

Seguimos na construção do Protótipo experimental do Mapa CEMT na versão Sudeste do Brasil, que é composto por seis mapas táteis, são eles: a Região Sudeste, o Estado de Minas Gérias, o Estado de São Paulo, o Estado

do Rio de Janeiro, o Estado do Espírito Santo e a Rosa dos Ventos. Poderemos observar na figura 52 a construção dos mapas relacionados.

Figura 52: Aplicando a textura e preparando o mapa CEMT.



Fonte: Produzido pelo Autor.

No processo de construção, observamos os conceitos abordados por Nogueira (2016) e também por Cenci e Bernardi (2016), na questão da construção das texturas, ser bem diferenciadas, seguras, agradáveis. Aplicamos a técnica seguida por Oliveira (2016) no uso da massa acrílica na formação da textura e dos símbolos táteis muito bem lixados para eliminar qualquer risco ao usuário do Mapa CEMT.

Após o processo de texturização do mapa CEMT, iniciamos os procedimentos para embarcar o *hardware* da computação no mapa em madeira de forma a acomodar a Placa do Arduíno MEGA, a bateria, a fonte de alimentação, a entrada para o fone de ouvido, a entrada Universal Serial Bus – USB, a entrada serial e todos os seus 46 sensores. Como exposto na figura 53.

Figura 53: Aplicando a computação embarcada no mapa CEMT.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Na continuação da fase de engenharia, de construção e de modelagem do Protótipo experimental do Mapa CEMT, onde embarcamos toda a eletrônica envolvida no projeto, partimos para a fase de acabamento e termino da inclusão dos símbolos táteis.

Depois do mapa quase pronto, tivemos uma sequência de problemas, pois a ideia inicial era usarmos ímãs para interconectar todos os quatro mapas dos estados ao mapa da Região Sudeste, mas não obtivemos êxito. Todos os quatro estados juntos somam 26 sensores, onde deveríamos alinhar e permitir o contato elétrico desses sensores por meio de ímãs que foram acoplados em cada estado e na Região Sudeste. Demos início aos testes de funcionamento do Protótipo do Mapa CEMT e os 26 sensores nunca ficavam alinhados e por

isso, não tinham o contato elétrico entre os mapas, inviabilizando o uso desta técnica em nosso projeto.

Mediante a este contratempo, tivemos o retrabalho de retirar toda a massa acrílica aplicada à textura e identificar cada um dos 26 fios destinados aos sensores dos estados. Como podemos observar na figura 54.

Figura 54: Readaptação para a conexão dos estados no mapa CEMT.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Após a identificação dos 26 fios dos sensores, passamos a usar conectores seriais BD09 que são os mesmo utilizados nas portas seriais dos computadores pessoais. Sendo assim, demos início às interconexões desses 26 sensores e ao acabamento e textura da Região Sudeste e dos seus quatro estados. Como vemos nas figuras 55 e 56.

Figura 55: Instalação dos conectores DB09 no mapa CEMT.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Figura 56: Acabamento na instalação dos conectores DB09 no mapa CEMT.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Ao finalizarmos as conexões dos 26 sensores, conseguimos interconectar com segurança os quatro estados com a Região Sudeste do mapa CEMT e finalizamos a modelagem do Protótipo do Mapa CEMT, ilustrado na figura 57.

Figura 57: Mapa CEMT pronto para a pesquisa.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Na figura 57, poderemos observar que utilizamos várias técnicas adquiridas através do primeiro objetivo específico desta pesquisa, podemos citar vários exemplos.

Na escolha das cores seguimos as orientações de Nogueira (2016), Lima e Fonseca (2016), Stampach e Mulickova (2016), Mountelos (2017), Dias e Santos (2016), Alexandrakis (2016), Régis (2016), Silva e Rocha (2016) e Degreas e Katakura (2016) sobre o uso de cores fortes e contrastantes para a pintura do Mapa CEMT, além de consultar a Normatização de Referência NR26 sobre a Sinalização de Segurança, por isso optamos pelas cores: laranja, lilás, preto, amarelo, verde, azul e vermelho. Cada textura foi pintada de uma única cor, assim, como recomenda Silva (2017) para melhor atendermos as pessoas com deficiência de baixa visão.

Usamos o Braille como escrita oficial no mapa, conforme nos orienta Alves, Alencar e Bezerra (2016), Minhat *et al.* (2017), Alexandrakis (2016), e Giorgos (2017).

Na abordagem de Degreas e Katakura (2016), as autoras usaram a Rosa dos Ventos, assim, como usamos em nossa pesquisa na visão de fornecer aos alunos uma referência de localização geográfica. A Rosa dos Ventos foi o mapa tátil mais atrasado em relação ao seu acabamento e para não atrasar a pesquisa ela foi melhor desenvolvida no processo de prototipagem realizado no item 4.3.1 desta pesquisa.

A escolha dos símbolos táteis, seu formato e tamanho foram providenciados para não deixar o Mapa CEMT poluído com várias informações táteis, assim, como orientado pelos pesquisadores Bem (2016), Oliveira (2016), Alexandrakis (2016), Silva e Rocha (2016), Koehler (2017), Minhat *et al.* (2017), e Mussi *et al.* (2016).

Todo o processo de construção do Mapa CEMT foi baseado no uso das técnicas que foram testadas e que são amplamente utilizadas pelos pesquisadores/professores que há anos atuam no processo de inclusão das pessoas com deficiência visual.

Como base nesse processo, usamos conceitos de *design*, exposto por Norman (2006), na intenção de buscar a beleza, a aparência lúdica de um jogo, o conforto visual, o uso intuitivo, a melhor disposição dos símbolos táteis, a disposição dos seus sensores e dos seus conectores.

O *hardware* do Protótipo experimental do mapa CEMT foi concluído, estando pronto para receber o conteúdo a ser apresentado aos participantes da pesquisa a ser desenvolvida em campo no IBC.

Na seção seguinte, apresentamos o *design* estrutural do Protótipo do Mapa CEMT destinado aos conteúdos acadêmicos sobre a Região Sudeste do Brasil.

4.2.2 O Desenvolvimento Estrutural dos Conteúdos no Mapa CEMT

Com o *hardware* do Protótipo experimental do Mapa CEMT pronto, agora, estruturamos todo o seu conteúdo acadêmico de forma a criar um ambiente de ensino e aprendizagem que permita ao aluno conversar com o objeto e o objeto conversar com ele, na intenção dessa conversa construir o conhecimento.

Piaget (1971, p.17) trabalhou esse tema, onde o mesmo afirma que “[...] todo conhecimento está ligado a uma ação e que conhecer um objeto ou acontecimento é utilizá-los, assimilando-os a esquemas de ação.”

O autor explica a sua teoria quando diz que:

A inteligência não começa, pois, nem pelo conhecimento do eu nem pelas coisas enquanto tais, mas pelo conhecimento de sua interação, e é ao orientar-se simultaneamente para os dois pólos dessa interação que ela organiza o mundo, organizando a si mesma (PIAGET, 2001, p. 361).

O *design* do mapa CEMT propõe um ambiente de diálogo com o aluno, pois ao manipular o mapa, imediatamente, é respondido ao aluno esse estímulo gerado pelo seu tato, proveniente de seus sensores. Para cada estímulo, o Mapa CEMT executa uma audiodescrição se referindo às características do sensor que foi invocado e a indicação do próximo passo a ser seguido por esse aluno, isso ocorre do início ao fim de sua interação/estudo com o Mapa CEMT, atribuindo-lhe um significado lógico, assim como explicado por Piaget (1978) quando diz que:

Assimilar um quadro sensorial ou um objeto quer por assimilação simples, quer por reconhecimento ou extensão generalizada, é inseri-lo num sistema de esquemas ou, por outras palavras, atribuir-lhe uma significação (PIAGET, 1978, p. 183).

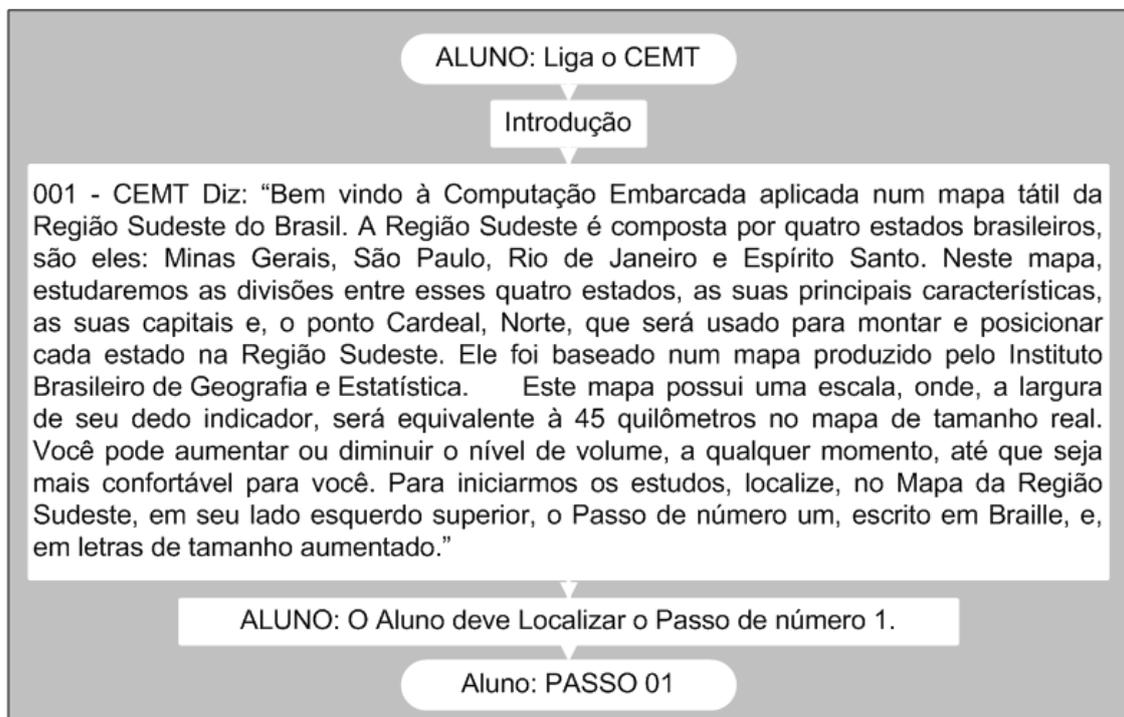
Assim, como provado nas pesquisas de Arruda (2016), Alexandrakis (2016) e Brule *et al.* (2016) e Minhat *et al.* (2017) que adicionaram funcionalidades sensoriais aos seus mapas táteis para a estimulação dos outros sentidos (no caso do Mapa CEMT o tato somado ao da audição) para aguçar os instintos dos alunos em explorarem as informações do mapa tátil de forma lúdica e intuitiva.

O *design* aplicado na estruturação do Mapa CEMT foi projetado para resultar numa espécie de diálogo entre o aluno e o Mapa CEMT, fazendo os conceitos de Piaget serem fortes, dando bases nesse processo interativo.

Todo esse processo se inicia quando o aluno é preparado pelo professor para conhecer o Mapa CEMT, após o reconhecimento dos seis mapas táteis o

aluno liga o Mapa CEMT para iniciar o seu estudo da Região Sudeste do Brasil, conforme podemos verificar na figura 58.

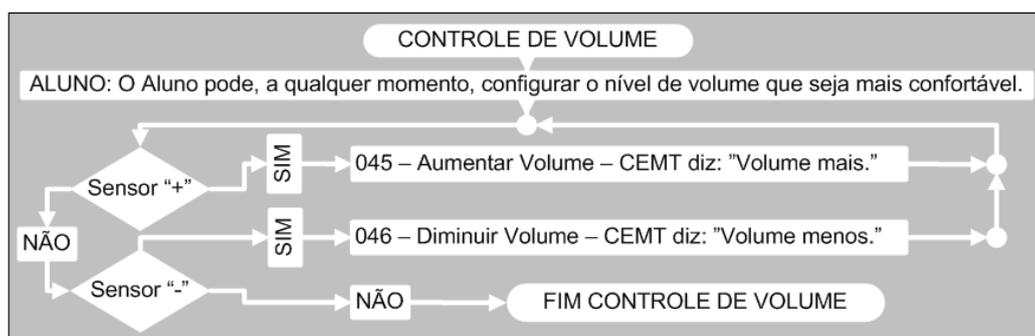
Figura 58: Conteúdo Mapa CEMT - Introdução/Passo 01.



Fonte: Produzido Pelo Autor.

Quando o mapa tátil é ligado, conforme a figura 56, o Protótipo Mapa CEMT inicia a sua fala introdutória, executando o arquivo "001.mp3" adicionado pelo professor para apresentar o Mapa CEMT ao aluno e passa as instruções iniciais de funcionamento, incluindo o procedimento de controle de volume que pode ser ajustado a qualquer momento durante o estudo. Apresentamos o controle de volume na figura 59.

Figura 59: Mapa CEMT - Controle de volume.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Caso o sensor para aumentar o volume seja acionado, o Mapa CEMT aumentará o volume e executará o arquivo “045.mp3” informando ao aluno que a sua ação foi concluída e no caso de acionamento do sensor de diminuir o volume, ele executará a ação de diminuir o volume, tocará o arquivo “046.mp3” para informar ao aluno que o Mapa CEMT concluiu o seu comando.

Ainda na figura 56 e no final da introdução, o Mapa CEMT solicita que o aluno localize e acione o PASSO 01, como apresentado na figura 60.

Figura 60: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 01/Passo 02.

PASSO 01

002 - PASSO 1 – CEMT diz: "Passo de número um. Passo de número um. Estudaremos os conceitos da Rosa dos Ventos, como uma forma de se localizar no espaço terrestre, muito utilizada em bússulas.

Você, identificará a direção Norte em cada estado da Região Sudeste, para conseguir posicionar, cada um dos seus quatro estados.

Com a ajuda de um triângulo, onde seu vértice mais distante da base, apontará o Norte, isto é, sempre a direção à sua frente será o Norte no mapa.

Pegue, o Mapa Tátil, que possui um formato de uma estrela de oito pontas, leia, calmamente, em Braille, ou, em letras de tamanho aumentado. Aproxime o fundo deste mapa, até o Sensor Retangular, localizado no lado esquerdo inferior da Região Sudeste."

ALUNO: O Aluno deve conseguir localizar o Mapa da Rosa dos Ventos e acionar o Sensor Retangular localizado no mapa da Região Sudeste.

003 – SENSOR RETANGULAR – ROSA DOS VENTOS – CEMT diz: "Eu sou a Rosa dos Ventos, tenho o formato de uma estrela de oito pontas e represento os quatro pontos cardiais, que são: o norte, o sul, o leste e o oeste, e, também, os quatro pontos colaterais, que são: o nordeste, o sudeste, o sudoeste e o noroeste. A rosa dos ventos é amplamente utilizada em bússulas para localizar direções, e, em sistemas de mapas. Terminamos o Passo 1. Agora, localize, no Mapa da Região Sudeste, o Passo de número, dois, que se encontra no lado esquerdo superior e siga com as atividades."

ALUNO: O Aluno deve entender o funcionamento da Rosa dos Ventos e suas direções e acessar o Passo de número 2.

Aluno: PASSO 02

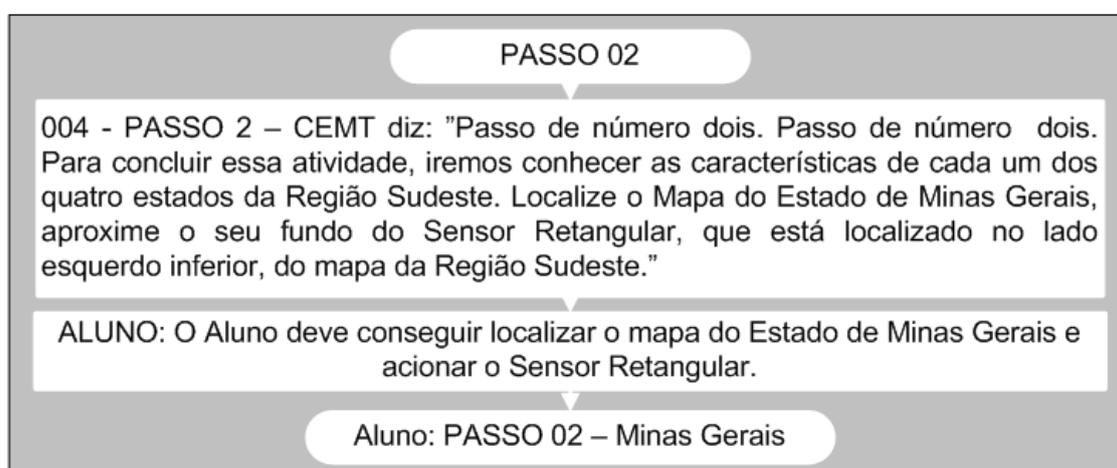
Fonte: Produzido pelo Autor

Ao acionar o PASSO 01 o CEMT executará o “002.mp3” que apresentará esse passo, induzirá o aluno a encontrar e conhecer o Mapa tátil

da Rosa dos Ventos e, posteriormente, acionar o sensor retangular utilizando o fundo do mapa tátil da Rosa dos Ventos.

No acionamento do sensor retangular o “003.mp3” será executado, informando ao aluno todas as características da Rosa dos Ventos facilitando os estudos do aluno sobre os pontos cardeais e colaterais, pois o aluno precisará localizar o Norte geográfico de cada mapa tátil dos estados para conseguir montá-lo na Região Sudeste do Brasil. Ao final dos estudos do PASSO 01 o aluno deverá localizar e acionar o PASSO 02, representado na figura 61.

Figura 61: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 02 - Minas Gerais.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Iniciamos o PASSO 02, o CEMT executará o “004.mp3”, falando sobre a introdução deste passo que consiste em apresentar as características de cada um dos estados que compõem a Região Sudeste do Brasil. O *design* do PASSO 02 foi dividido em quatro partes, uma para cada estado. Na primeira parte, o Estado de Minas Gerais, sendo descrito conforme ilustrado na figura 62.

Figura 62: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 02 - Minas Gerais/São Paulo.

PASSO 02 – Minas Gerais

005 – MINAS GERAIS – CEMT diz: "Eu sou o estado de Minas Gerais, localizado na região sudeste. A minha capital é a cidade de Belo Horizonte. Possui limites com o estado da Bahia; com Goiás; com Mato Grosso do Sul; com São Paulo; com o Rio de Janeiro e com o estado do Espírito Santo. Sou o maior estado da região sudeste. Sou o estado brasileiro que abriga a nascente dos principais rios do país, sendo um estado estratégico para os recursos hídricos. A minha principal atividade econômica é a mineração. Com a ajuda do triângulo que possui em Minas, você descobrirá o Norte, que será apontado, pelo seu vértice mais distante da base. A direção Norte sempre estará a sua frente. Para continuarmos, Localize o Mapa do Estado de São Paulo e aproxime o seu fundo no Sensor Retangular."

ALUNO: O Aluno deve compreender os conteúdos sobre o estado de Minas Gerais, conseguir localizar o mapa do Estado de São Paulo e acionar o Sensor Retangular.

Aluno: PASSO 02 – São Paulo

Fonte: Produzido pelo Autor.

As características sobre o Estado de Minas Gerais será falada ao aluno quando o fundo do mapa tátil de Minas acionar o sensor retangular, pois o CEMT executará o "005.mp3". Após essa parte, o aluno localizará o Estado de São Paulo e acionará o sensor retangular com o seu fundo, figura 63.

Figura 63: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 02 - São Paulo/Rio de Janeiro.

PASSO 02 – São Paulo

006 – SÃO PAULO – CEMT diz: "Eu sou o estado de São Paulo, localizado na região sudeste. A minha capital é a cidade de São Paulo. Possui limites com o estado de Minas Gerais; com o Mato Grosso do Sul; com o Paraná; com o Oceano Atlântico, e com o estado do Rio de Janeiro. Sou o segundo maior estado da região sudeste. Sou o estado brasileiro mais industrializado, populoso e desenvolvido economicamente. Com a ajuda do triângulo que possui em São Paulo, você descobrirá o Norte, que será apontado, pelo seu vértice mais distante da base. A direção Norte sempre estará a sua frente. Agora, localize o mapa do Estado do Rio de Janeiro e aproxime o seu fundo no Sensor Retangular."

ALUNO: O Aluno deve compreender os conteúdos sobre o estado de São Paulo, conseguir localizar o mapa do Estado do Rio de Janeiro e acionar o Sensor Retangular.

Aluno: PASSO 02 – Rio de Janeiro

Fonte: Produzido Pelo Autor.

O CEMT por sua vez, executará o “006.mp3” dizendo as características do Estado de São Paulo. O aluno será conduzido a localizar e acionar o sensor retangular utilizando o Estado do Rio de Janeiro, conforme a figura 64.

Figura 64: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 02 - Rio de Janeiro/Espírito Santo.

PASSO 02 – Rio de Janeiro

007 – RIO DE JANEIRO – CEMT diz: “Eu sou o estado do Rio de Janeiro, localizado na região sudeste. A minha capital é a cidade do Rio de Janeiro. Possuo limites com o estado de Minas Gerais; com São Paulo; com o Oceano Atlântico e com o Estado do Espírito Santo. Sou o menor estado da região sudeste. Sou o estado com maior densidade demográfica do Brasil. O meu litoral, também conhecido como litoral fluminense é também o terceiro mais extenso do país. Tenho um grande potencial turístico, sou o segundo estado mais desenvolvido e industrializado do Brasil. Com a ajuda do triângulo que possui no Rio, você descobrirá o Norte, que será apontado, pelo seu vértice mais distante da base. A direção Norte sempre estará a sua frente. Agora, vamos localizar o Espírito Santo e aproxime o seu fundo no sensor retangular.”

ALUNO: O Aluno deve compreender os conteúdos sobre o estado do Rio de Janeiro, conseguir localizar o mapa do Estado do Espírito Santo e acionar o Sensor Retangular.

Aluno: PASSO 02 – Espírito Santo

Fonte: Produzido pelo Autor.

O aluno ao realizar o procedimento anterior, o CEMT executará o “007.mp3”, explicando as características do Estado do Rio e, em seguida, o mesmo será induzido à localizar e acionar o sensor retangular com o Estado do Espírito Santo. Figura 65.

Figura 65: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 02 - Espírito Santo/PASSO 03.

PASSO 02 – Espírito Santo

008 – ESPÍRITO SANTO – CEMT diz: "Eu sou o estado do Espírito Santo, localizado na região sudeste. A minha capital é a cidade de Vitória que possui um importante porto que exporta minério de ferro, aço e granito. Possui limite com o estado de Minas Gerais; com o Rio de Janeiro; com o Oceano Atlântico e com o estado da Bahia. A minha principal atividade econômica é o setor de serviços. Com a ajuda do triângulo que possui no Espírito Santo, você descobrirá o Norte, que será apontado, pelo seu vértice mais distante da base. A direção Norte sempre estará a sua frente. Parabéns; Finalizamos o Passo 2 e agora; localize o Passo de número 3."

ALUNO: O Aluno deve compreender os conteúdos sobre o estado do Espírito Santo, tatear o Mapa da Região Sudeste e Localizar o Passo de número 3.

Aluno: PASSO 03

Fonte: Produzido pelo Autor.

O CEMT irá executar o "008.mp3" e será falado para o aluno as características do Estado do Espírito Santo.

Assim, o PASSO 02 foi finalizado e o aluno iniciará o PASSO 03, como descrito na figura de numero 66.

Figura 66: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 03 - Minas Gerais.

Aluno: PASSO 03

009 - PASSO 3 – CEMT diz: "Passo de número 3. Passo de número 3. Para concluir esta atividade, iremos montar cada estado na Região Sudeste. Primeiramente, localize o mapa do estado de Minas Gerais, para facilitar a montagem do estado de Minas você poderá seguir as seguintes orientações:

- 1; Posicione a Região Sudeste à sua frente. A direção Norte; sempre estará à sua frente;
- 2; Localize a direção Norte no Estado de Minas Gerais, e posicione o Norte à sua Frente;
- 3; Utilize o sentido do tato, no contorno Norte do estado de Minas, e ao norte da Região Sudeste, percebendo que eles se encaixam perfeitamente;
- 4; Segure o estado de Minas Gerais; com as duas mãos; e encaixe o estado de Minas na Região Sudeste, alinhando os contornos ao Norte; até conseguir encaixá-lo.

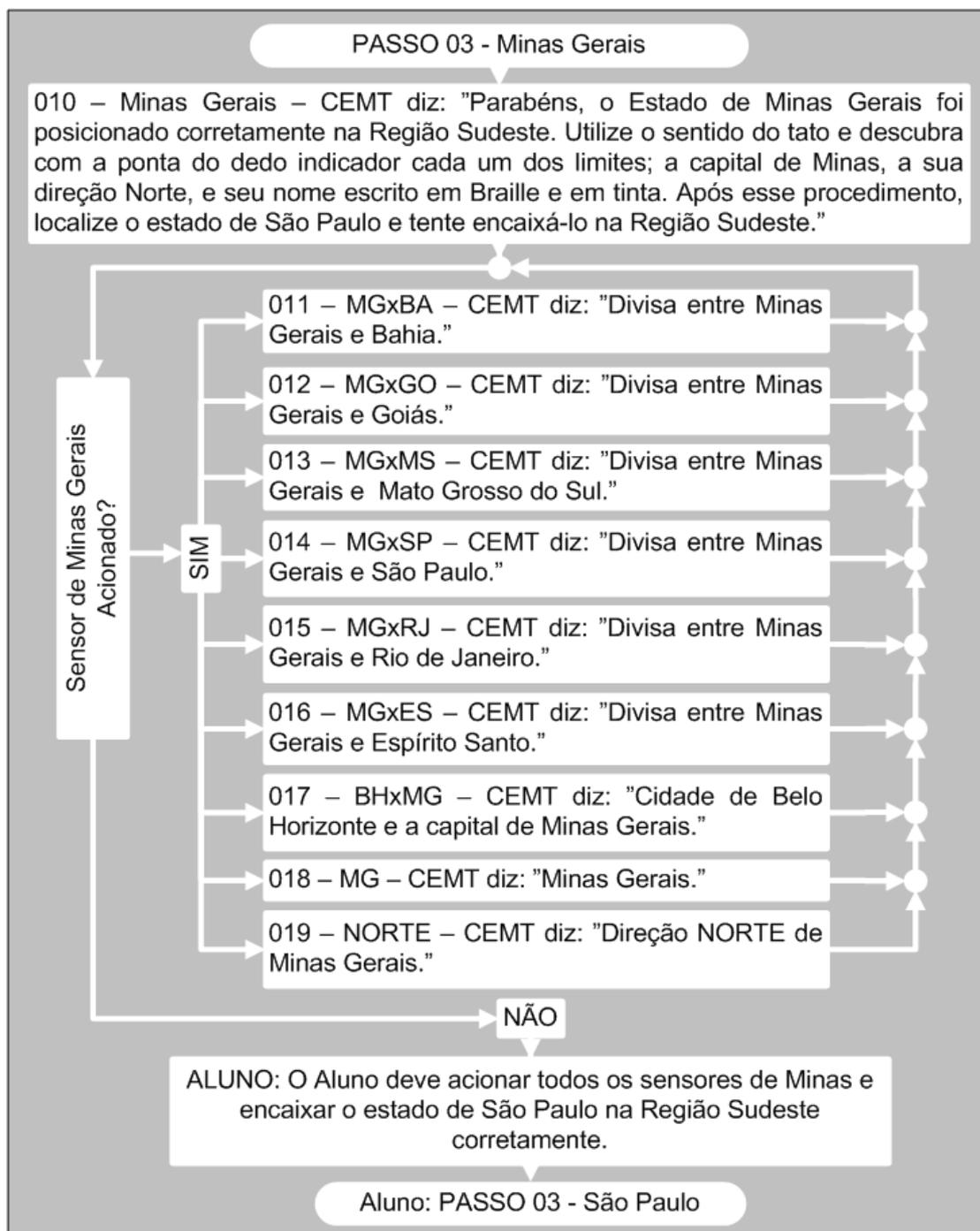
ALUNO: O Aluno deve conseguir encaixar o estado de Minas Gerais na Região Sudeste corretamente.

Aluno: PASSO 03 - Minas Gerais

Fonte: Produzido Pelo Autor.

No PASSO 03 o aluno montará os quatro estados na Região Sudeste do Brasil, conforme o passo a passo ilustrado na figura 64. O projeto de *design* neste passo foi similar ao PASSO 02, pois ele também foi dividido em partes, uma para cada um dos quatro estados dessa região. O Estado de Minas Gerais foi estruturado conforme a figura 67.

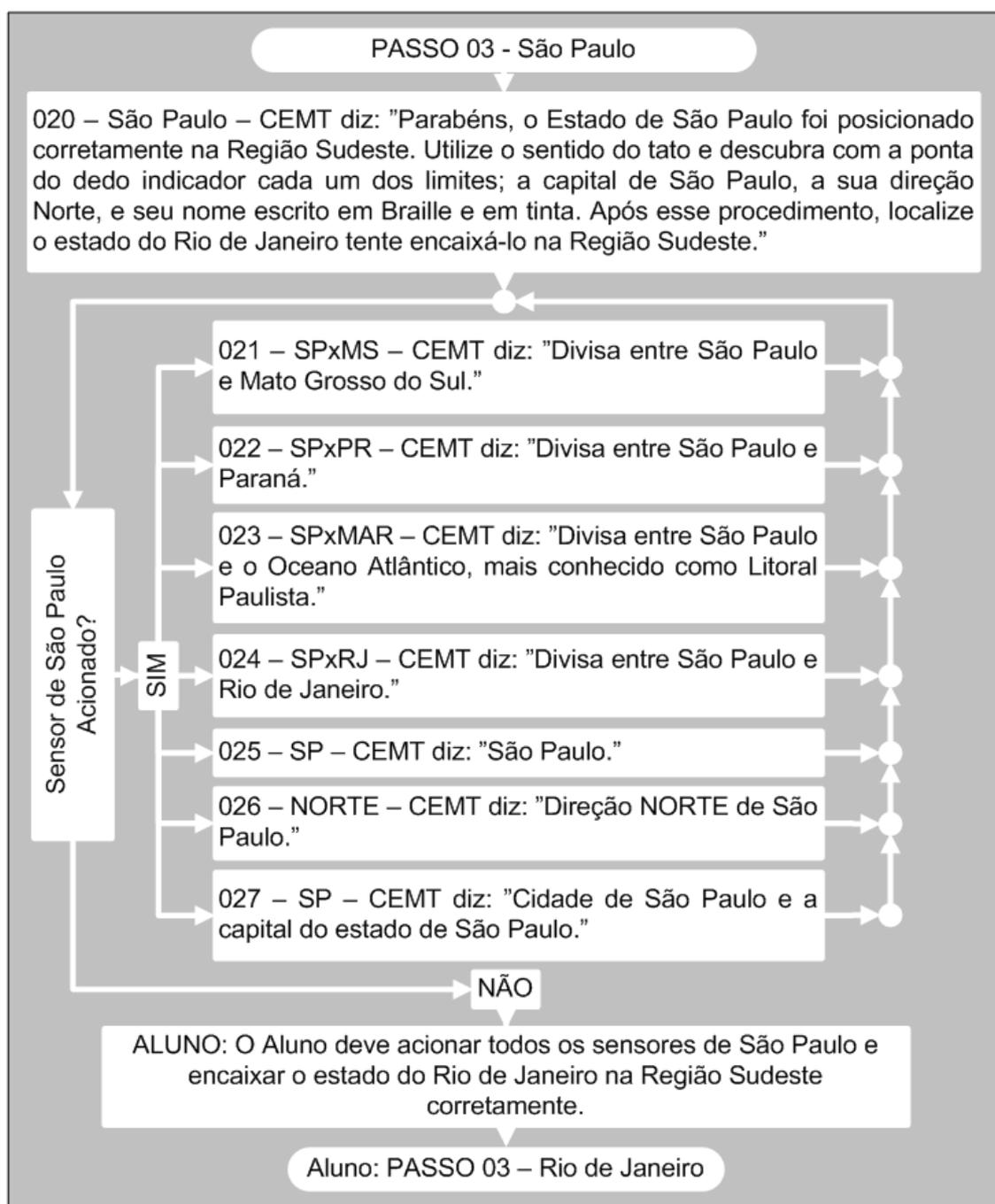
Figura 67: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 03 - Minas Gerais/São Paulo.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Na figura 67, o aluno ao conseguir montar, corretamente, o Estado de Minas, ele é parabenizado pela sua ação e induzido a conhecer e localizar cada uma das seis divisas do estado e localizar/conhecer a capital do estado, a direção Norte e a acionar o sensor no Braille desse estado. Para cada ação executada pelo aluno o CEMT irá executar o arquivo mp3 correspondente. Logo após o aluno localizará e montará o estado de São Paulo. Figura 68.

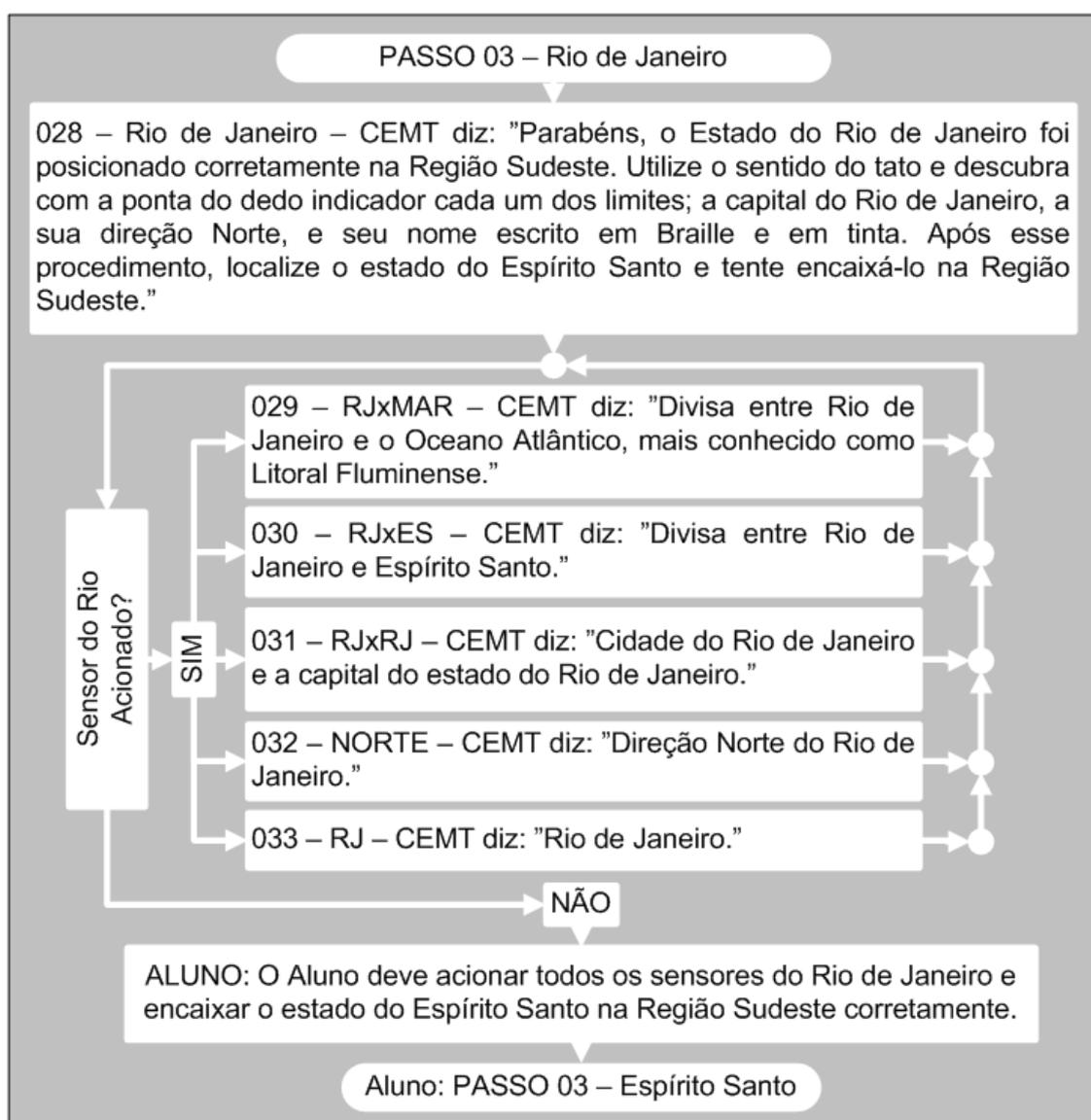
Figura 68: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 03 - São Paulo/Rio de Janeiro.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Assim que o aluno montar o Estado de São Paulo na Região Sudeste, o CEMT o parabeniza e solicita a ele que explore todos os sensores disponíveis, como ilustrado na figura 66. Logo em seguida, o aluno deverá localizar e montar o Estado do Rio de Janeiro na Região Sudeste, figura 69.

Figura 69: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 03 - Rio de Janeiro/Espírito Santo.

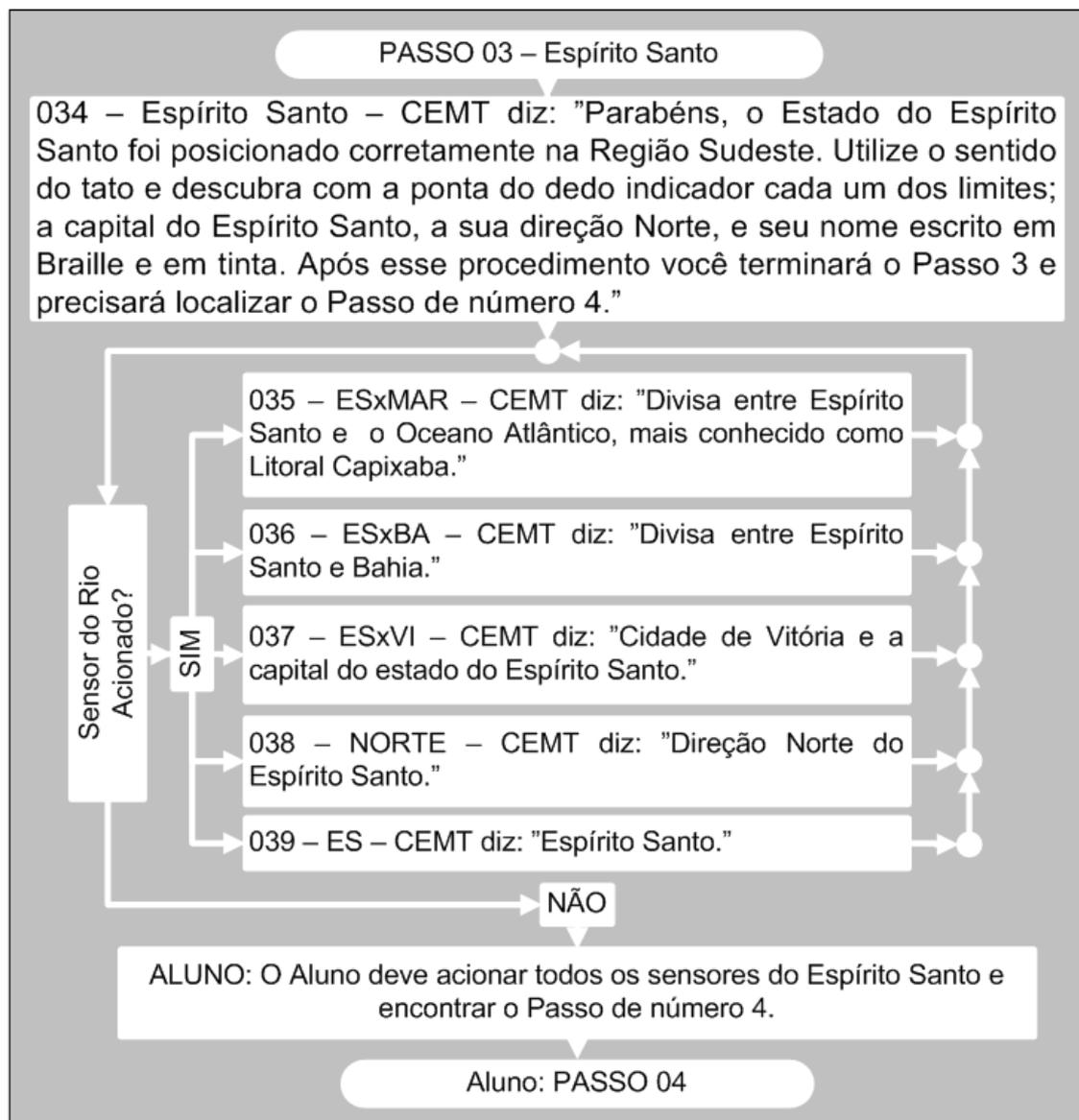


Fonte: Produzido pelo Autor.

Assim que o aluno montar, corretamente, o Estado do Rio de Janeiro na Região Sudeste o CEMT executa "028.mp3", parabenizando o aluno e induz o aluno a conhecer todas as divisas do estado do Rio, a sua capital, a sua direção Norte e o seu nome no sistema Braille, figura 69. Após completar esta

etapa o aluno terá que localizar e montar o Estado do Espírito Santo na Região Sudeste do Brasil, conforme ilustramos na figura de número 70.

Figura 70: Conteúdo Mapa CEMT - Passo 03 - Espírito Santo/PASSO 04.



Fonte: Produzido pelo Autor.

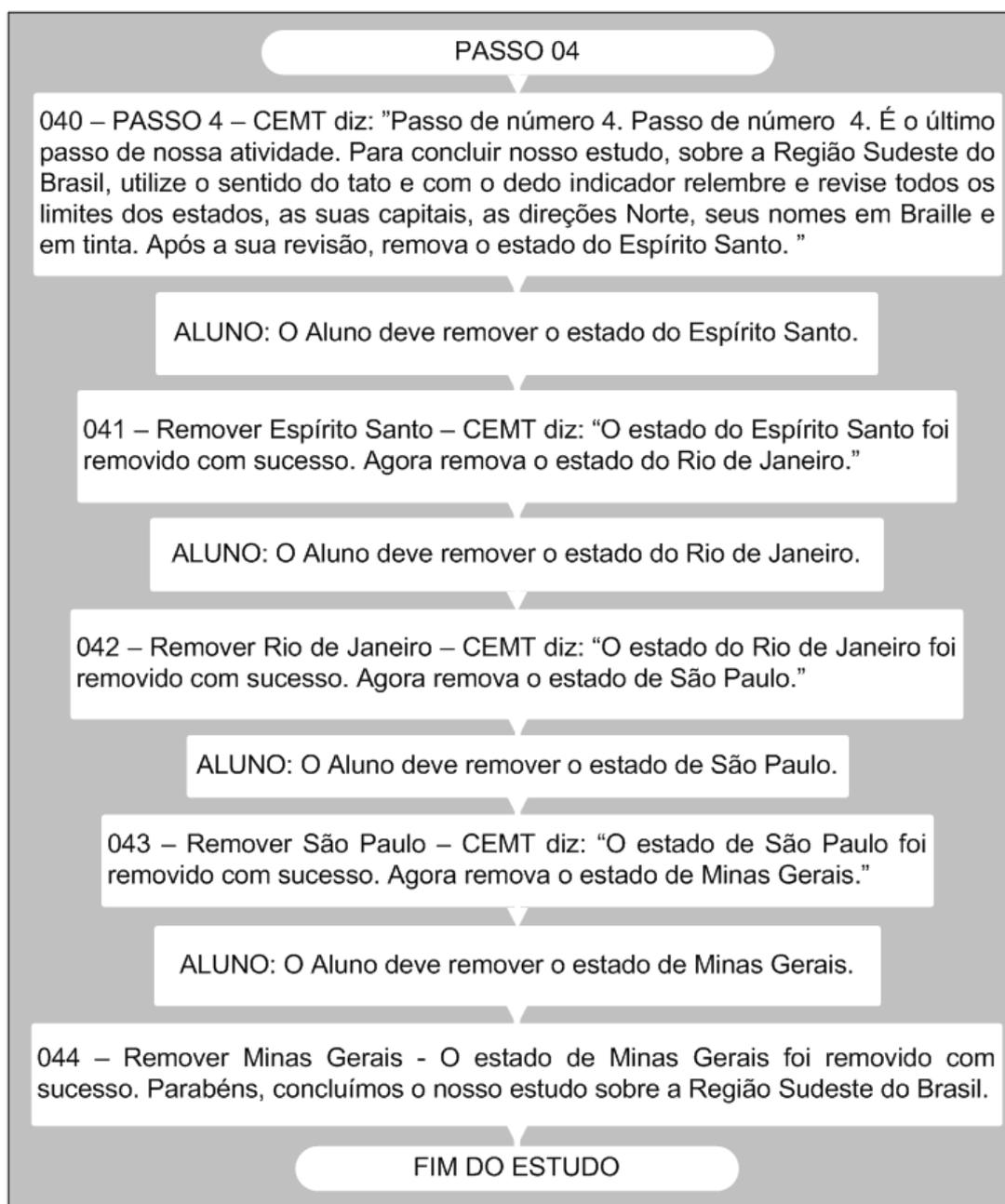
Ao concluir a montagem, o aluno será parabenizado pelo Mapa CEMT e na sequência terá que acionar todos os sensores do Espírito Santo. Esta é a última parte do PASSO 03, ao seu término, o aluno será instruído a localizar e acionar o PASSO 04, último procedimento do estudo sobre a Região Sudeste.

O *design* do PASSO 04 foi dividido em duas fases, na primeira, o aluno deverá explorar todos os sensores para revisar todos os símbolos táteis atribuídos ao Mapa CEMT, são eles: os limites dos quatro estados; os quatro

sensores da direção Norte; as quatro capitais de cada estado; e os nomes dos estados.

Após a revisão de todo o estudo, o aluno deve executar a segunda fase do PASSO 04, removendo todos os quatro estados da Região Sudeste do Brasil. À medida que o aluno remove Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e o Espírito Santo o Mapa CEMT executa, respectivamente, os arquivos mp3 e finaliza o estudo, conforme ilustrado na figura de número 71.

Figura 71: Conteúdo Mapa CEMT - PASSO 04/FIM DO ESTUDO.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Podemos perceber que os conteúdos acadêmicos e políticos da Região Sudeste do Brasil foi desenhado de forma a ser dividido em quatro passos no Mapa CEMT e subdividido em seus 64 sensores. Para cada sensor o Mapa CEMT possui um arquivo mp3 a ser executado para que o aluno possa ouvi-lo, figura 72.

Esta estrutura foi criada, propositalmente, pelo pesquisador para concretizar um diálogo de mão dupla entre o Mapa CEMT e o aluno, pois o aluno ouve o Mapa CEMT e o Mapa CEMT fica no aguardo da resposta do aluno através de seu tato que ocorrerá em um dos seus sensores instalados nos símbolos táteis do próprio mapa.

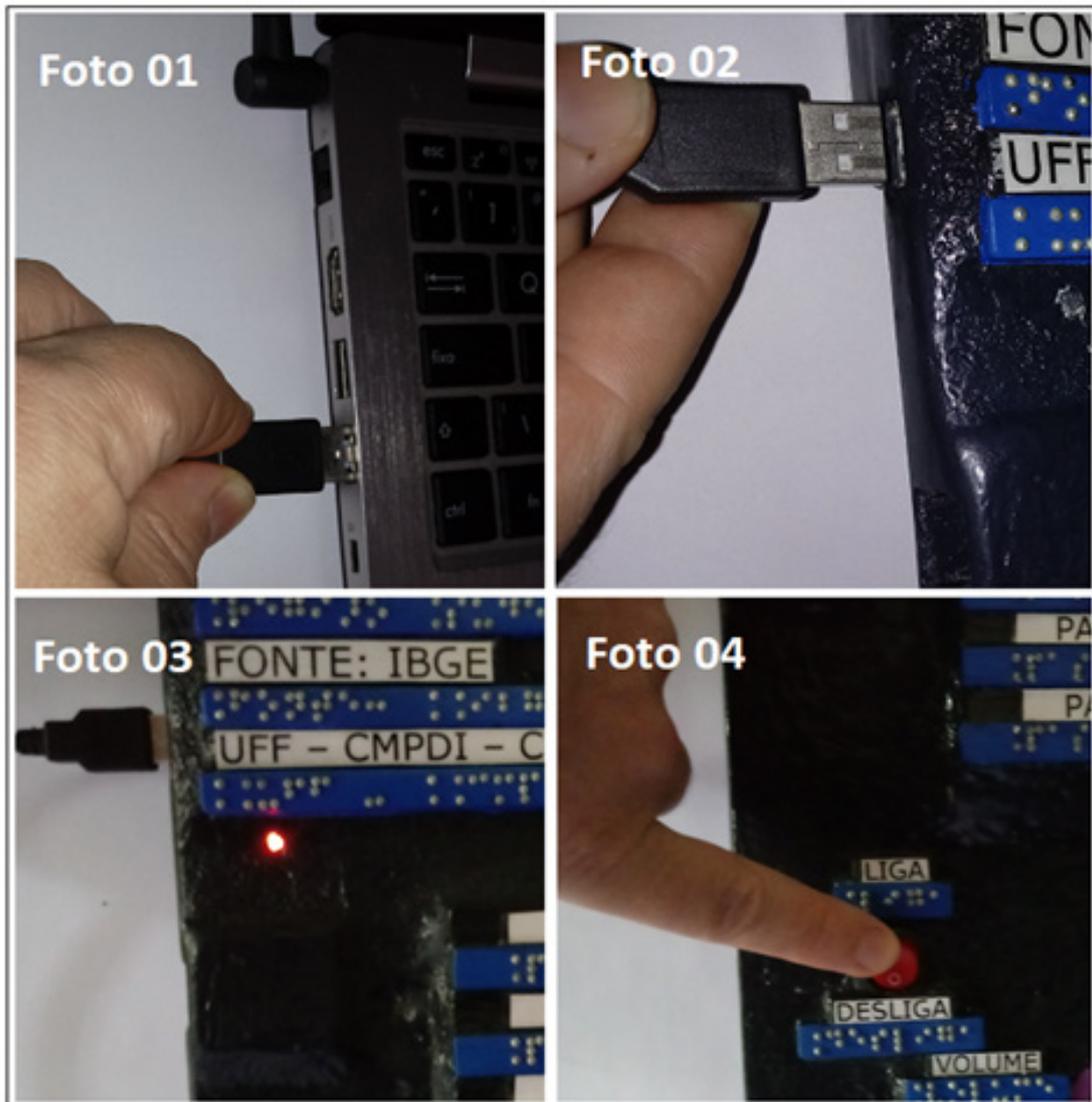
Todo o dialogo ocorre de forma intuitiva através do *design* que o Mapa CEMT possui, da mesma forma que Norman (2006) acredita que os produtos devem ser construídos (conceito de *affordances*).

Foi através do modelo de *design* promovido por Norman (2006) que desenvolvemos o que Piaget (1971) defendeu há anos sobre o processo de interação entre a pessoa e o objeto na construção do conhecimento.

O Mapa CEMT aborda os conceitos do *design* de Norman e a interação de Piaget quando produz um mapa tátil multissensorial, pois promove a interação através do seu *design* unindo os sentidos do tato e da audição para expor os conteúdos do Mapa da região Sudeste do Brasil para o aluno.

Como já explicado, os 46 sensores do Mapa CEMT esta relacionado aos 46 arquivos mp3 que podem ser acessados/modificados, pelo professor, conectando a porta USB do Mapa CEMT no computador, conforme as figuras 72 e 73.

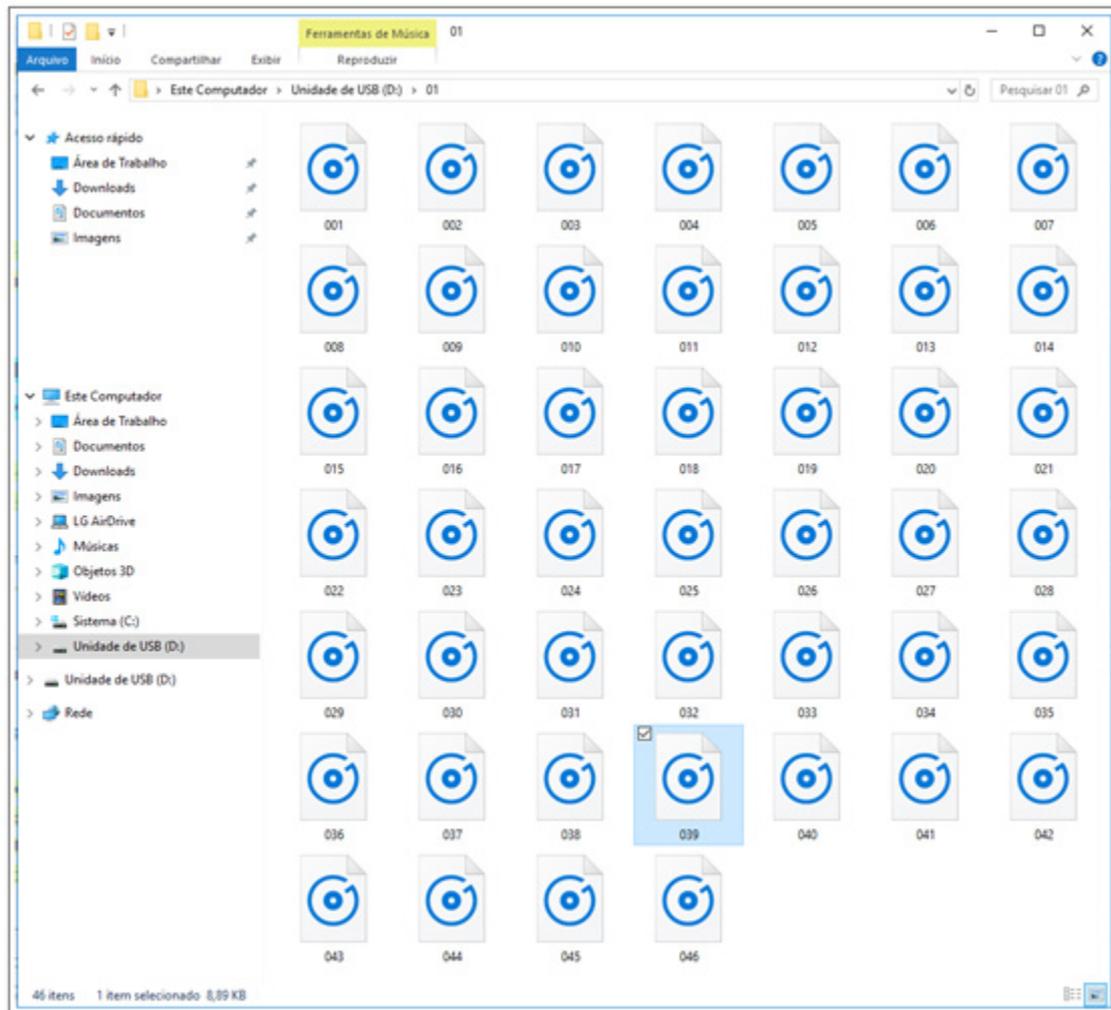
Figura 72: Conexão USB do Mapa CEMT ao computador.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Na primeira foto da figura 72 o Professor conecta o cabo na porta USB do seu computador, em seguida e como ilustrado na segunda foto da figura, ele conecta a outra ponta do cabo na porta USB do Mapa CEMT, imediatamente, um LED (Diodo Emissor de Luz) indica o carregamento da bateria interna do Mapa CEMT (luz indicadora vermelha para carregando e verde para totalmente carregada) e, finalmente, ao ligar o botão do Mapa CEMT com o cabo USB conectado o professor perceberá que o seu computador irá reconhecer uma nova unidade de disco, figura 73, onde em seu interior e na pasta de nome 01 teremos os arquivos 001 a 046 na extensão mp3 que são executados pelo Mapa CEMT.

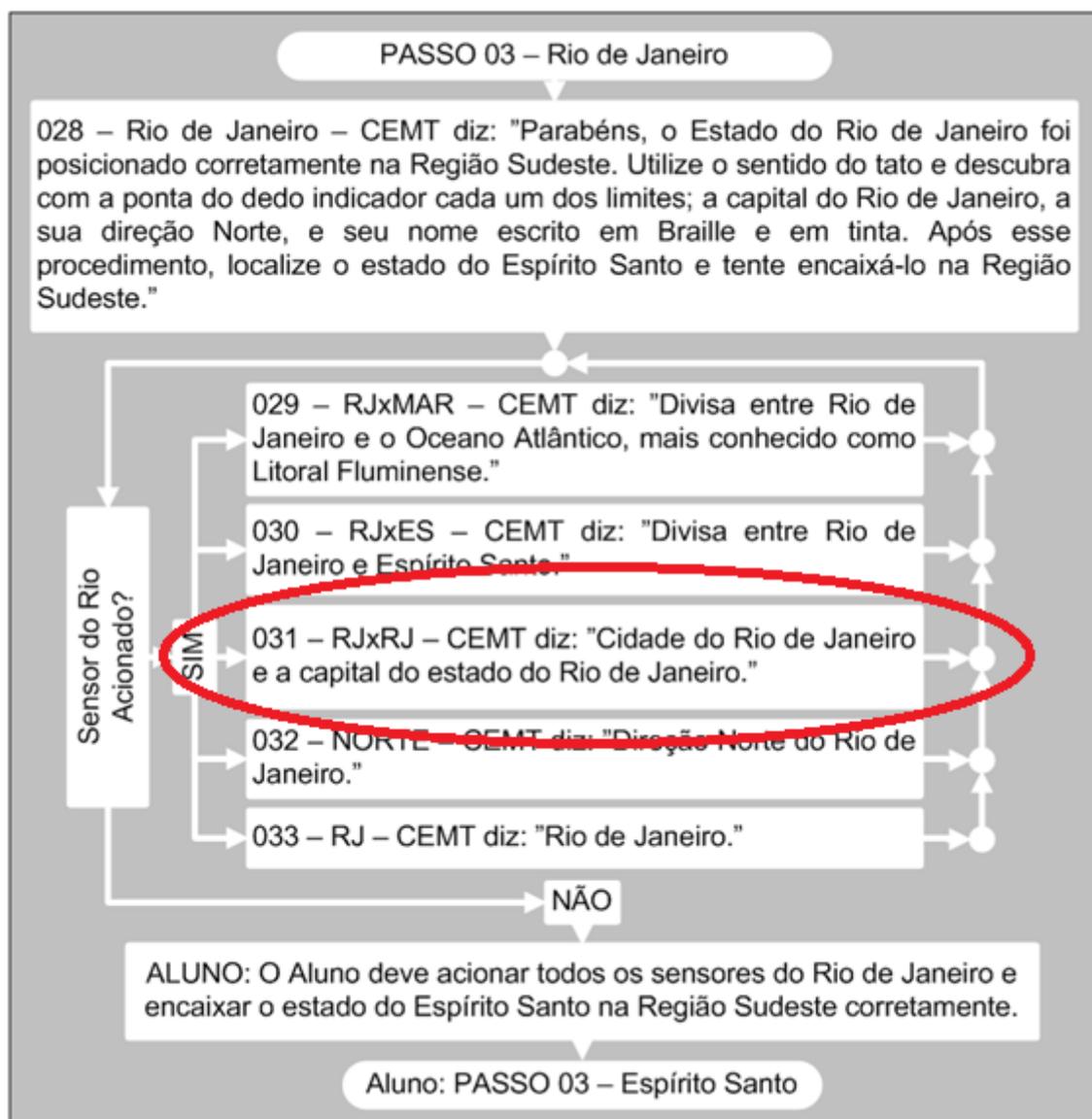
Figura 73: Arquivos mp3 vinculados aos sensores do Mapa CEMT.



Fonte: Produzido pelo Autor.

O professor, assim, tem condições técnicas de modificar/melhorar o conteúdo acadêmico a ser trabalhado com o seu aluno, por exemplo, o arquivo “031.mp3” da figura 73 corresponde ao arquivo que será executado quando o aluno acionar, através do tato, o sensor da capital do Estado do Rio de Janeiro. Como apresentado na figura 74.

Figura 74: Arquivo 031.mp3 - Sensor Capital do Estado do Rio.



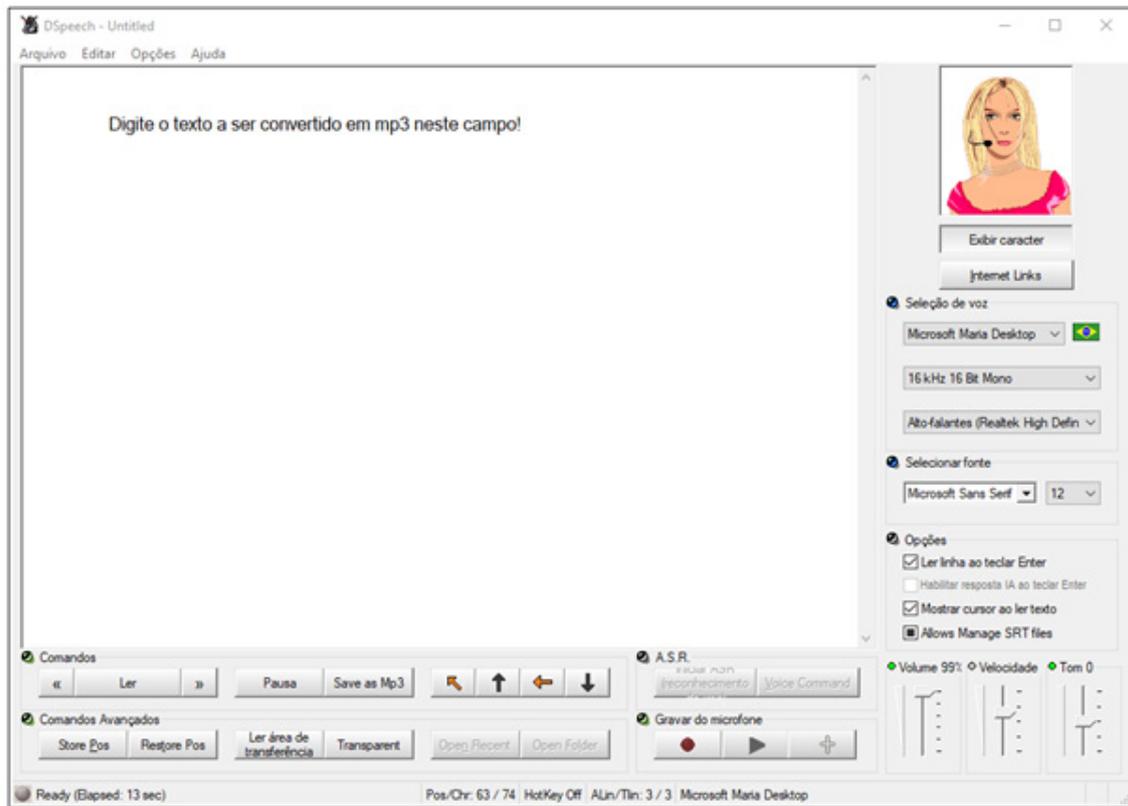
Fonte: Produzido pelo Autor.

No processo de evolução de conteúdo, pretendido pelo professor, deve-se substituir o arquivo "031.mp3" pelo arquivo de mesmo nome, devidamente, atualizado.

O professor possui várias opções na Internet de programas gratuitos para a conversão de um texto para o formato de áudio em mp3. Para desempenhar esta função utilizamos o *software* "DSpeech" configurado no volume 99, velocidade 03 e tom 0, conforme ilustrado na figura 75.

No Dspeech o professor deve escrever o texto que será convertido em áudio no formato mp3, finalizar o procedimento clicando no botão "save as mp3" e o *software* salvará o arquivo de áudio, figura 75.

Figura 75: DSpeech - Programa para converter texto em áudio mp3.



Fonte: Produzido pelo Autor.

O Protótipo do Mapa CEMT tem em seu *design* uma proposta de proporcionar ao professor de Geografia uma ferramenta flexível, pois possibilita atualizar e/ou modificar todo o conteúdo a ser apresentado ao seu aluno.

Neste momento, atingimos os resultados esperados para o segundo objetivo. O protótipo encontra-se pronto para iniciarmos a pesquisa e ser apresentado ao Professor Participante 01 no IBC, como sendo um protótipo experimental a ser evoluído através dos dados analisados pelo pesquisador proveniente da aplicação da prototipagem evolutiva aplicada à primeira versão desse próprio protótipo.

4.3 Os Resultados da Validação do Mapa CEMT de Protótipo para Produto

Em atendimento aos preceitos éticos e por envolver pessoas como participantes, esta pesquisa foi submetida, dia 03 de julho de 2017, ao Comitê de Ética na Pesquisa da UFF (CEP, 2017), através da Plataforma Brasil, sendo analisada e aprovada, dia 29 de setembro de 2017, sob o número 2.304.803, conforme figura 76.

Figura 76: Aprovação da pesquisa junto à Plataforma Brasil.

O formulário contém as seguintes informações:

- Logos:** UFF e Plataforma Brasil.
- Identificação:** UFF - HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ANTÔNIO PEDRO / FACULDADE DE
- Título do Projeto de Pesquisa:** A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: UMA AVALIAÇÃO DESSA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA O ENSINO DAS PESSOAS OUVINTES COM DEFICIÊNCIA
- Pesquisador:** ELIAS DOS SANTOS SILVA JUNIOR
- Área Temática:** (não especificada)
- Versão:** 2
- CAAE:** 71088017.2.0000.5243
- Instituição Proponente:** Curso Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão
- Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio
- Dados do Parecer:** Número do Parecer: 2.304.803

Fonte: CEP (2017).

Com o parecer favorável da Plataforma Brasil, estamos autorizados para acessar ao ambiente educacional do Instituto Benjamin Constant e iniciar a pesquisa de campo do Protótipo experimental do Mapa CEMT, junto aos seus Professores de Geografia e seus Alunos ouvintes com deficiência visual que sejam voluntários como participarem da pesquisa.

O processo de validação consiste em apresentar os resultados obtidos através da execução do terceiro objetivo específico desta pesquisa e contou com a participação do Professor de Geografia como Professor Participante 01, que nos acompanhou até o final de toda a pesquisa de campo e do Aluno ouvinte com deficiência visual como Aluno Participante 01.

Esse processo pode ser analisado, em todos os seus detalhes, nas seções 4.3.1 e 4.3.2 descritas abaixo.

4.3.1 A Validação do Protótipo pelo Professor do IBC

A pesquisa iniciou-se no dia 18 de outubro de 2017, no Instituto Benjamin Constant (IBC), quando conhecemos o Professor Participante 01 que nos apresentou a sala de Geografia do IBC, onde acertamos as últimas formalidades para iniciarmos a pesquisa de campo.

No dia 20 de outubro de 2017 o Professor Participante 01 conheceu o Protótipo experimental do Mapa CEMT composto por seis mapas táteis, são eles: a Região Sudeste; o Estado de Minas Gerais; o Estado de São Paulo; o Estado do Rio de Janeiro; o Estado do Espírito Santo; e a Rosa dos Ventos, exatamente, conforme ilustrado na figura 77.

Figura 77: Mapa CEMT apresentado ao Professor Participante 01.



Fonte: Produzido pelo Autor.

O Professor Participante 01 conheceu cada um dos seis mapas táteis da primeira versão do Protótipo Experimental do Mapa CEMT, testou o protótipo como se fosse um aluno usuário do mapa, isto é, ouviu a proposta de conteúdo apresentado sobre a Região Sudeste do Brasil e acionou todos os seus sensores, seguindo os quatro passos do estudo proposto pelo protótipo.

Após a interação do Professor Participante 01 com o protótipo, o pesquisador iniciou uma entrevista livre e perguntou ao Professor Participante 01:

Professor, o que deveríamos evoluir no Protótipo Experimental do Mapa CEMT para melhor atender às especificidades do aluno ouvinte com deficiência visual congênito ou adquirido, cego ou de baixa visão leve, moderada ou severa?

O pesquisador recebeu como resposta do Professor Participante 01 oito propostas de melhorias, a seguir iremos enumerá-las, comentá-las e tratá-las aplicando a metodologia de nossa pesquisa, incluindo a prototipagem evolutiva:

Primeiro Requisito: adicionar a escala em Braille e em tinta ao mapa.

O Professor Participante 01 alegou que a escala é de suma importância para que o aluno tenha uma noção do tamanho dos mapas em relação ao mapa real.

As pesquisas de Bem (2016), Silva e Rocha (2016) e Régis (2016), assim como este requisito apresentado pelo Professor Participante 01, também expuseram a importância da escala por permitirem que as pessoas com deficiência visual mensurem as distâncias a serem percorridas pelo mapa tátil em relação ao tamanho real do mapa.

Em atendimento a esse requisito do Professor Participante 01, executamos o primeiro ciclo da prototipagem evolutiva e construímos uma escala no Mapa CEMT que possui como medida a largura média do dedo indicador do aluno (1 cm) que equivale à escala do mapa real em 45 quilômetros.

O aluno, ao tatear o símbolo tátil da escala, perceberá que existe um espaçamento de 1 cm, onde ele consegue encaixar o seu dedo indicador, essa

será a leitura, feita por ele, equivalente aos 45 quilômetros no mapa de tamanho real, conforme ilustrado na figura 78.

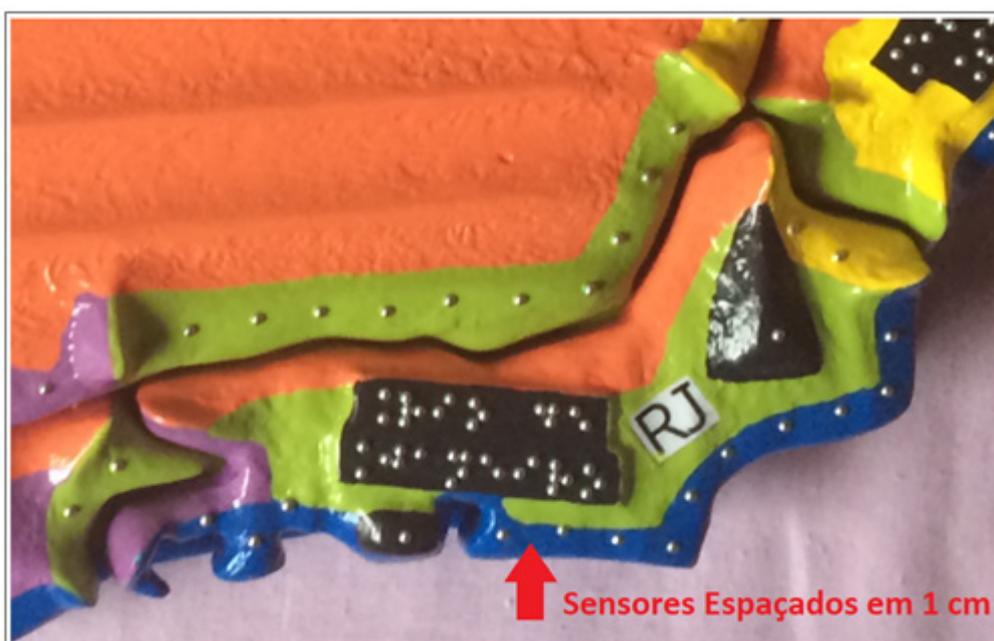
Figura 78: Símbolo tátil da escala do Mapa CEMT.



Fonte: Produzido pelo Autor.

O *design* de utilização da escala, no Mapa CEMT, consiste no aluno saber que o espaçamento de seu dedo indicador compreende a 45 quilômetros no mapa de tamanho real e em todos os limites dos estados os sensores táteis foram espaçados na média de 1 cm para que o aluno obtenha mais facilidade na sua contagem da quilometragem escalar, como podemos reparar no exemplo dos limites do Estado do Rio de Janeiro, na ilustração da figura 79.

Figura 79: Espaçamento dos sensores táteis nos limites do Estado do Rio.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Após a implementação da escala no protótipo, os resultados foram apresentados ao Professor Participante 01 que aprovou o processo da prototipagem. Podemos observar nas figuras 78 e 79 que o pesquisador conseguiu atender o primeiro requisito por meio da prototipagem evolutiva.

Segundo Requisito: adicionar o Título ao mapa em tinta e em Braille (Região Sudeste do Brasil).

Segundo o docente participante, ter o título escrito é importante para melhor informar aos alunos ouvintes com deficiência visual sobre a real finalidade do mapa tátil a ser estudado.

Para o atendimento a esse requisito, executamos o segundo ciclo da prototipagem evolutiva ao Mapa CEMT e adicionamos o título em Braille e em tinta, conforme orientado pelo professor que apontou o canto superior esquerdo do mapa como o melhor local para o título.

Os resultados dessa prototipagem foram apresentados ao Professor Participante 01 que os aprovou. O resultado pode ser visto na figura 80.

Figura 80: Título e fonte em Braille e em tinta.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Terceiro Requisito: apresentar a fonte do MAPA - IBGE.

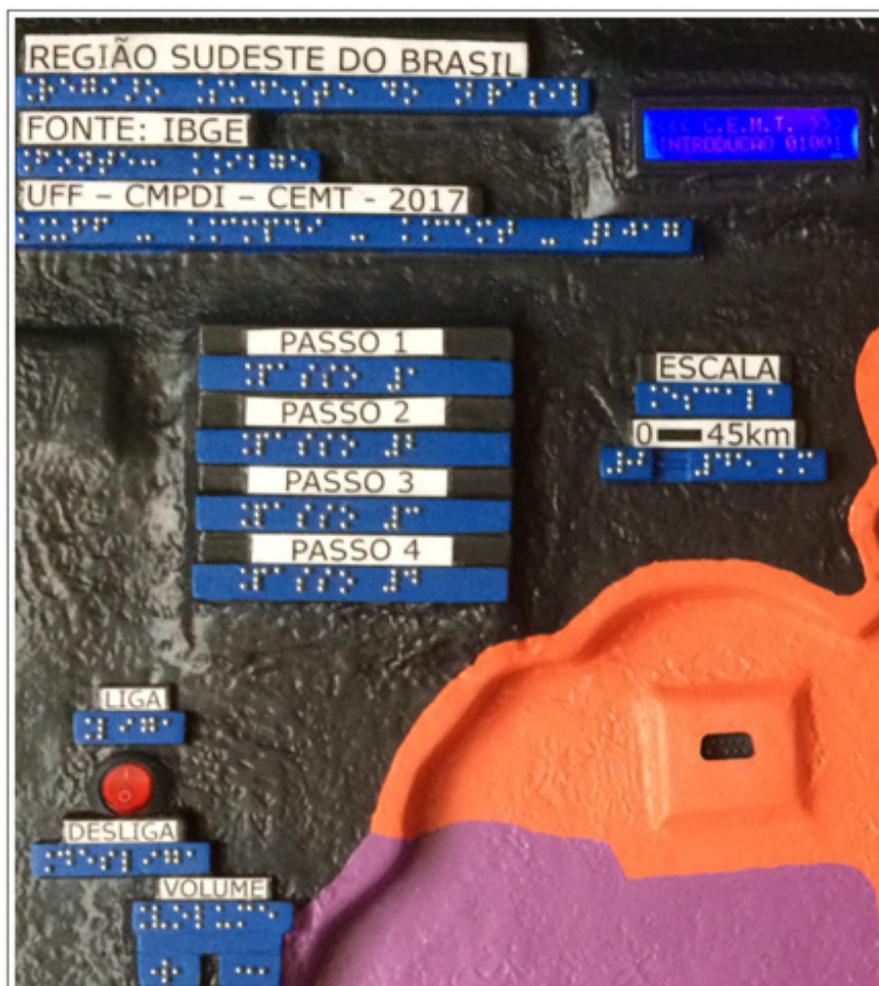
O docente informou que é importante para as pessoas com deficiência visual saberem de onde foram retirados os mapas e também é uma forma de valorizar a fonte e o produto que foi desenvolvido.

Em atendimento a este requisito executamos o terceiro ciclo da prototipagem evolutiva e apresentamos os resultados ao Professor Participante 01 que aprovou a proposta, conforme vemos na figura 80.

Quarto Requisito: usar não somente informações em Braille, mas também em tinta com a fonte *APHONT* e não utilizar o negrito.

O docente afirmou que existe a necessidade de que todas as informações que forem escritas no mapa CEMT devem estar em Braille e em tinta para que possam ser acessíveis aos alunos ouvintes com deficiência de baixa visão e cegos, pois existe a possibilidade do Aluno de baixa visão não ser fluente no Braille. A fonte *APHONT* é melhor fonte disponível utilizada para atender os Alunos com deficiência visual de baixa visão. Vemos a figura 81.

Figura 81: Escrita em tinta preta em fundo branco e em Braille.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Concordam com o Professor Participante 01 os pesquisadores Ribeiro et al. (2016) que adotam a fonte *APHont* como a melhor fonte para atender as pessoas com deficiência de baixa visão. As autoras Degreas e Katakura (2016) e Ribeiro et al. (2016), orientam alinhar a informação escrita em Braille com a escrita em tinta, primeiro, a informação em tinta e logo abaixo, a escrita em Braille.

O pesquisador atendeu a esse requisito, executando o quarto ciclo de prototipagem evolutiva e os resultados foram aprovados pelo Professor Participante 01, conforme ilustramos na figura 81.

Quinto Requisito: usar para a escrita em tinta o preto com fundo branco.

O professor explicou que uma boa forma de se gerar um contraste que facilitará a leitura do aluno com deficiência visual de baixa visão.

O quinto ciclo da prototipagem foi executado para atender a este requisito que foi aprovado pelo Professor Participante 01. Podemos visualizar os resultados na figura 81.

Sexto Requisito: adicionar os nomes dos mapas com as suas siglas.

O professor explicou que seria fundamental incluir os nomes em tinta e as siglas em cada estado para melhor atender os Alunos com deficiência visual de baixa visão.

O sexto ciclo da prototipagem evolutiva foi executado em atendimento a este requisito e obtivemos a aprovação do docente participante, conforme na figura 82.

Figura 82: Nomes e siglas em tinta nos mapas dos estados.



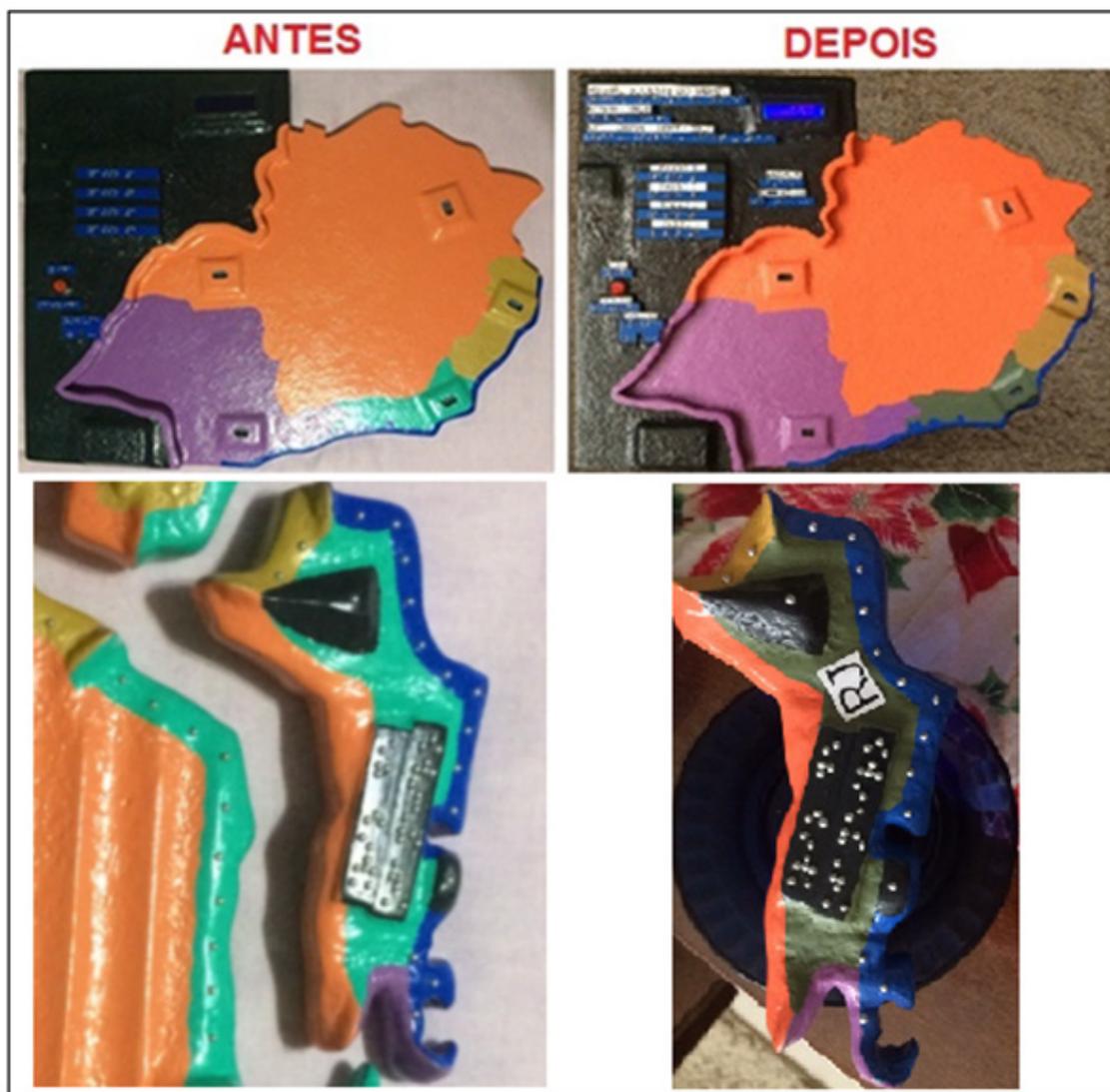
Fonte: produzido pelo Autor.

Sétimo Requisito: avivar a cor verde usado no Estado do Rio de Janeiro.

O professor observou que a tonalidade da cor verde utilizada não era muito eficiente e solicitou para aumentar o contraste no mapa do Rio de Janeiro escurecendo o tom da cor verde.

O pesquisador iniciou o processo de prototipagem para atender o sétimo requisito, reavivou a tonalidade do verde no mapa do Estado do Rio de Janeiro que foi aprovado pelo Professor Participante 01, como podemos verificar nas ilustrações apresentadas nas figuras 83.

Figura 83: Mudança na tonalidade da cor verde do Estado do Rio.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Oitavo Requisito: ter o recurso de controle de velocidade da voz para o Aluno no Mapa CEMT.

O professor observou a importância de se ter o controle de velocidade da voz no mapa CEMT, assim, o aluno poderá regular a velocidade da voz que lhe seja mais confortável em seu estudo com o mapa.

O pesquisador executou o oitavo ciclo da prototipagem evolutiva e constatou que o controle de velocidade não pode ser desenvolvido, pois o *hardware* não suporta esta função e o *software* embarcado não possui a capacidade de emular esta funcionalidade.

O Professor Participante 01 foi informado da impossibilidade do atendimento este requisito.

Na figura 84, observamos a evolução da Rosa dos Ventos que foi pintada nas cores dos estados do Protótipo Experimental do Mapa CEMT, adicionamos a escrita em Braille e em tinta no contraste branco, conforme sugerido pelo Professor Participante 01, que aprovou a nova versão desse mapa.

Figura 84: Nova versão da Rosa dos Ventos.



Fonte: Produzida pelo Autor.

No processo de validação, o Professor Participante 01, apresentou oito possibilidades de melhorias no sentido de tornar o mapa CEMT mais funcional como uma ferramenta educacional e para melhor atender as especificidades dos Alunos ouvintes com deficiência visual.

O professor, de uma forma geral, achou a proposta do Mapa CEMT bem interessante e destacou, positivamente, a possibilidade do protótipo possuir um passo que revise os conteúdos que foram abordados.

No dia 27 de outubro de 2017 o pesquisador perguntou ao Professor Participante 01:

Professor, o Protótipo Experimental do Mapa CEMT evoluiu em sete oportunidades de melhorias e não foi possível atender a uma, por

limitações do *hardware* do sistema. Então, existe mais alguma alteração ou observação a ser feita para melhorar a aparência ou a funcionalidade do Mapa CEMT?

O Professor Participante 01, respondeu:

“Então... a partir da análise do material eu acredito que não tenha mais nenhuma melhoria possível de ser feita não, acredito que a partir disso, já seria possível a testagem com os alunos...” (Professor Participante 01)

O Professor Participante 01, em sua declaração, acaba de validar o Protótipo Experimental do Mapa CEMT para ser validado pelo Aluno Participante 01, os resultados dessa validação serão tratados na próxima seção dessa pesquisa.

4.3.2. A Validação do Protótipo pelo Aluno do IBC

Seguindo a metodologia desta pesquisa, após a validação do Professor Participante 01, iniciamos a validação do Protótipo do Mapa CEMT como um produto Mapa CEMT a ser realizada pelo Aluno ouvinte com deficiência visual que será nomeado como o Aluno Participante 01.

Iniciamos a pesquisa no dia 01 de novembro de 2017 com o Aluno Participante 01 que possui quinze anos de idade, estuda no Instituto Benjamin Constant no 8º ano, ouvinte, lê Braille e em tinta e que possui uma baixa visão congênita severa proveniente de uma hidrocefalia que ocasionou uma Atrofia Óptica.

O Aluno Participante 01 usou o mapa CEMT para conhecer a sua lógica de funcionamento, ouviu a proposta de conteúdo apresentado sobre a Região Sudeste do Brasil e acionou todos os seus 46 sensores, seguindo os quatro passos do estudo proposto sobre a Região Sudeste do Brasil.

Terminado o estudo do Protótipo do Mapa CEMT com o Aluno Participante 01, o pesquisador inicia uma entrevista livre e realiza a seguinte pergunta ao Aluno Participante 01:

O que deveríamos modificar no Protótipo do Mapa CEMT para melhor atender às demandas dos alunos ouvintes com deficiência visual?

O pesquisador recebeu como resposta do Aluno Participante 01 cinco propostas de melhorias, a seguir iremos enumerá-las, comentá-las e tratá-las aplicando a metodologia de nossa pesquisa, incluindo a prototipagem evolutiva:

Primeiro Requisito: não é possível identificar a cor verde na Rosa dos Ventos.

O Aluno Participante 01 constatou que as tonalidades da cor verde e amarela não são de fácil identificação, então, iniciou-se o primeiro ciclo da prototipagem para a mudança da tonalidade dessas cores, sendo modificadas, conforme ilustrado nas figuras 85 e 86.

Figura 85: Evolução da Rosa dos Ventos do mapa CEMT.



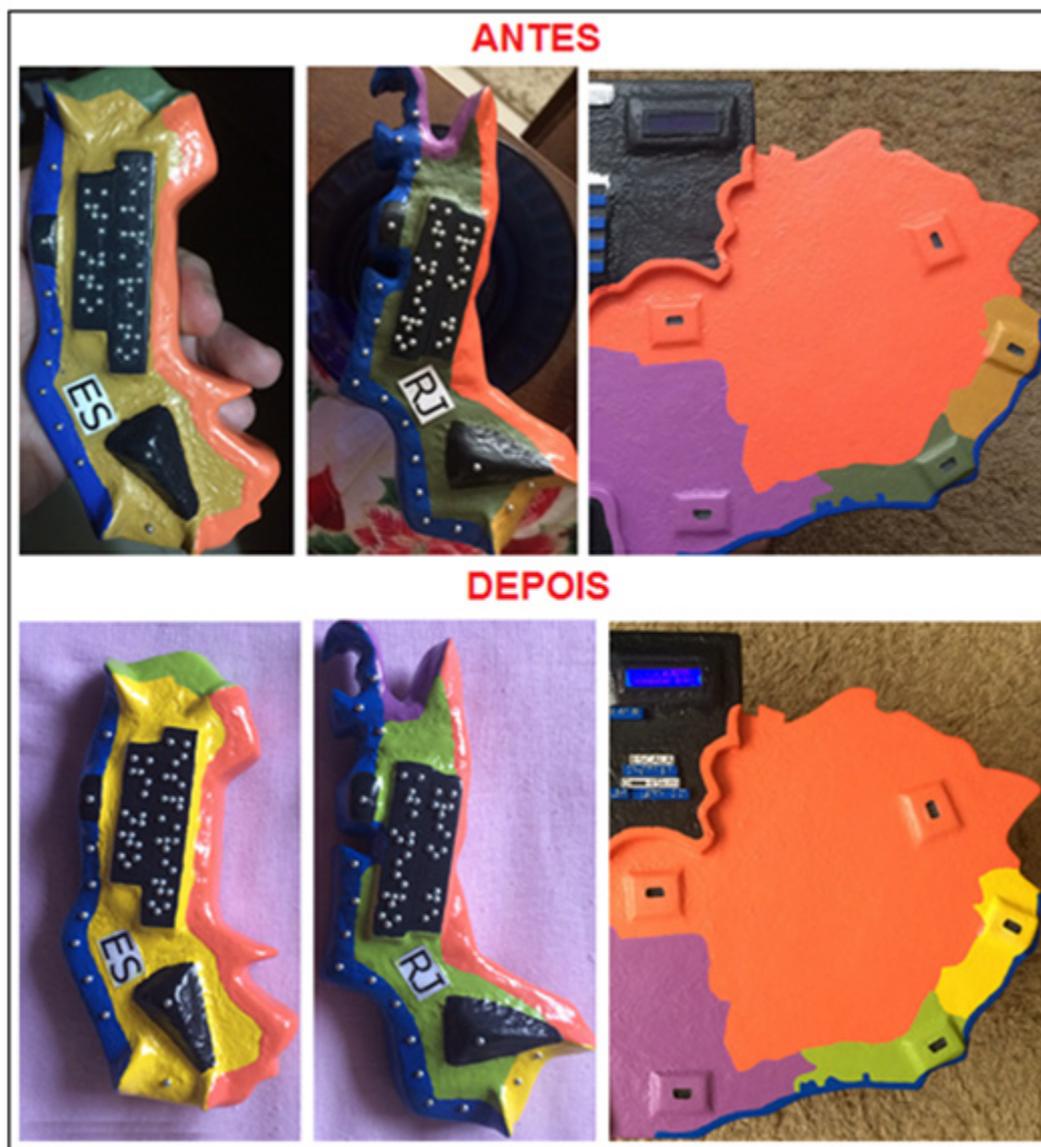
Fonte: Produzido pelo Autor.

O pesquisador apresentou a nova proposta de evolução ao Aluno Participante 01 que aprovou a mudança realizada na Rosa dos Ventos e no Estado do Rio.

Segundo Requisito: a cor amarela no Estado do Espírito Santo não é fácil de identificar.

Como o aluno não se sentiu confortável com a tonalidade do verde e do amarelo, então, iniciamos o segundo ciclo da prototipagem evolutiva e modificamos a tonalidade das duas cores (amarela e verde) na Rosa dos Ventos, nos Estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo na intenção de aumentarmos o seu contraste, conforme apresentado nas figuras 85 e 86.

Figura 86: Evolução nas cores do Rio e do Espírito Santo do mapa CEMT.



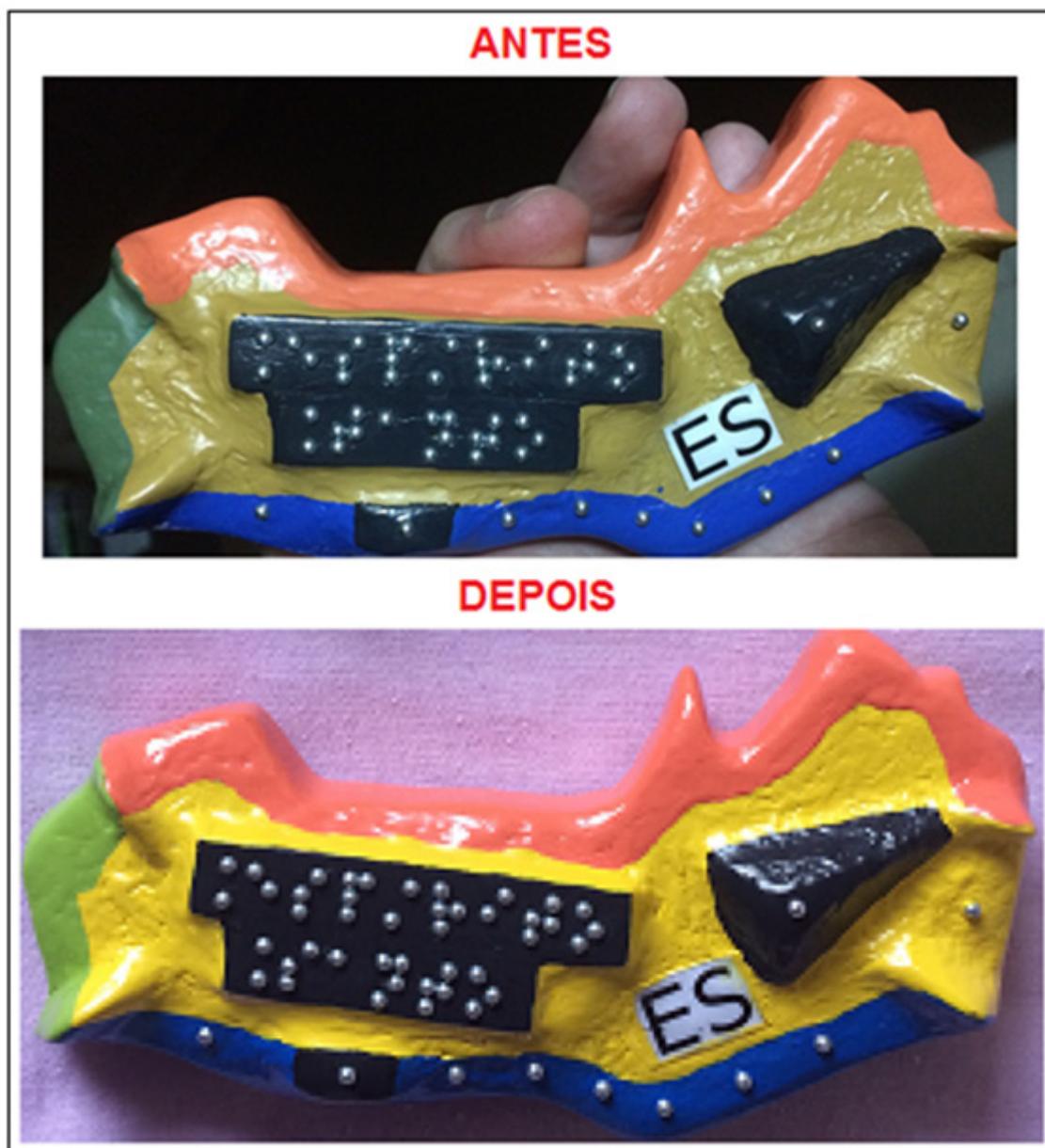
Fonte: Produzido pelo Autor.

O pesquisador apresentou a nova proposta de evolução ao aluno que aprovou as mudanças realizadas na Rosa dos Ventos e nos dois estados.

Terceiro Requisito: A escrita em Braille no Estado do Espírito Santo está incorreta.

O Aluno Participante 01 identificou um erro na escrita em Braille, o pesquisador iniciou o terceiro ciclo da prototipagem, efetuando a correção, pois onde estava escrito “Espírito Tanto” foi corrigido para “Espírito Santo”, conforme podemos observar na figura 87.

Figura 87: Correção do Braille no Espírito Santo do mapa CEMT.



Fonte: Produzido pelo Autor.

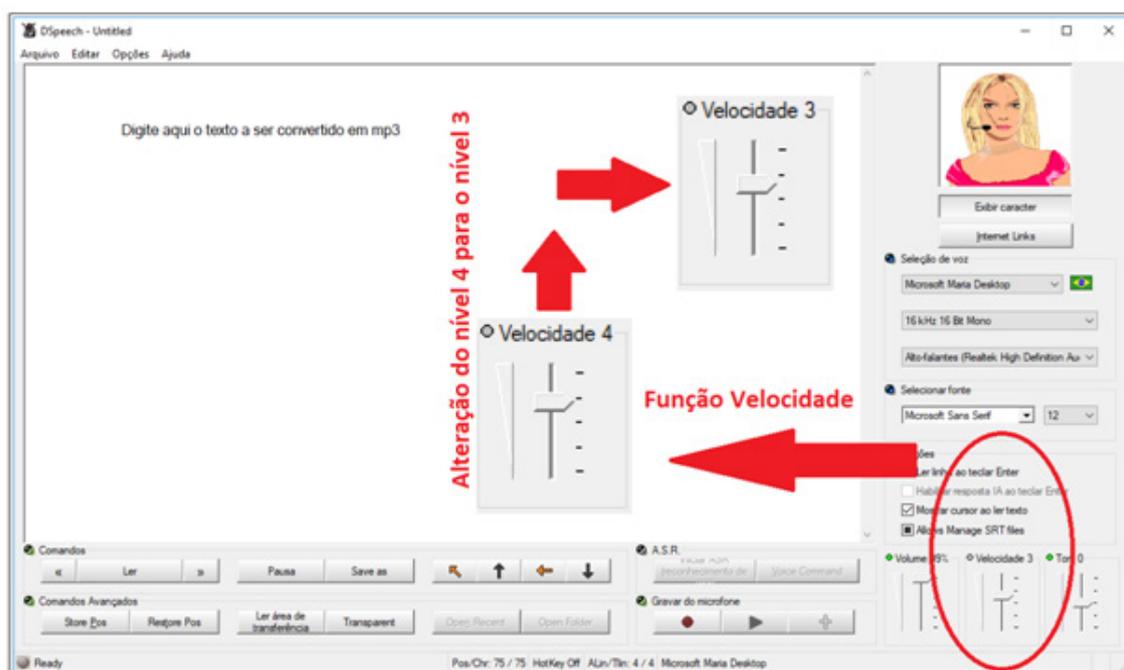
Quarto Requisito: Seria interessante diminuir um grau de velocidade da voz do mapa CEMT.

O controle para a velocidade da voz no Protótipo do Mapa CEMT, também foi um requisito solicitado pelo Professor Participante 01, mas não foi atendido, pois o *hardware* do Mapa CEMT não suporta esta funcionalidade.

A única forma viável para melhor atender a este requisito será utilizar a funcionalidade do *software* que faz a conversão do texto em formato mp3.

O *software* “DSpeech” possui um campo, ilustrado na figura 88, onde é possível configurar a velocidade da voz que será convertida em mp3, mas é necessário regravar todo o conteúdo do Mapa CEMT, isto é, todos os 46 arquivos mp3 que são relacionados com os sensores táteis do mapa.

Figura 88: Recurso para alterar a velocidade da voz no Mapa CEMT.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Sendo assim, o pesquisador iniciou o quinto ciclo da prototipagem e regravou todos os 46 arquivos no formato mp3 que estavam no nível 4, diminuindo para o nível 3 de velocidade da voz para melhor atender ao Aluno Participante 01. O resultado desse processo foi apresentado e aprovado pelo Aluno Participante 01.

Quinto Requisito: tive um pouco de dificuldade para montar o mapa do Estado de Minas Gerais na Região Sudeste.

Na observação do pesquisador no momento em que o Aluno Participante 01 tentava encaixar o mapa tátil do Estado de Minas Gerais, realmente, notou-se a dificuldade do participante em montar o estado de Minas Gerais.

O pesquisador percebeu, também, que o Aluno Participante 01 não seguiu as orientações proposta pelo *design* do Mapa CEMT que minimiza este problema, conforme esquematizado na figura 89.

Figura 89: Orientações para a montagem de Minas Gerais.

Aluno: PASSO 03

009 - PASSO 3 – CEMT diz: "Passo de número 3. Passo de número 3. Para concluir esta atividade, iremos montar cada estado na Região Sudeste. Primeiramente, localize o mapa do estado de Minas Gerais, para facilitar a montagem do estado de Minas você poderá seguir as seguintes orientações:

- 1; Posicione a Região Sudeste à sua frente. A direção Norte; sempre estará à sua frente;
- 2; Localize a direção Norte no Estado de Minas Gerais, e posicione o Norte à sua Frente;
- 3; Utilize o sentido do tato, no contorno Norte do estado de Minas, e ao norte da Região Sudeste, percebendo que eles se encaixam perfeitamente;
- 4; Segure o estado de Minas Gerais; com as duas mãos; e encaixe o estado de Minas na Região Sudeste, alinhando os contornos ao Norte; até conseguir encaixá-lo.

ALUNO: O Aluno deve conseguir encaixar o estado de Minas Gerais na Região Sudeste corretamente.

Aluno: PASSO 03 - Minas Gerais

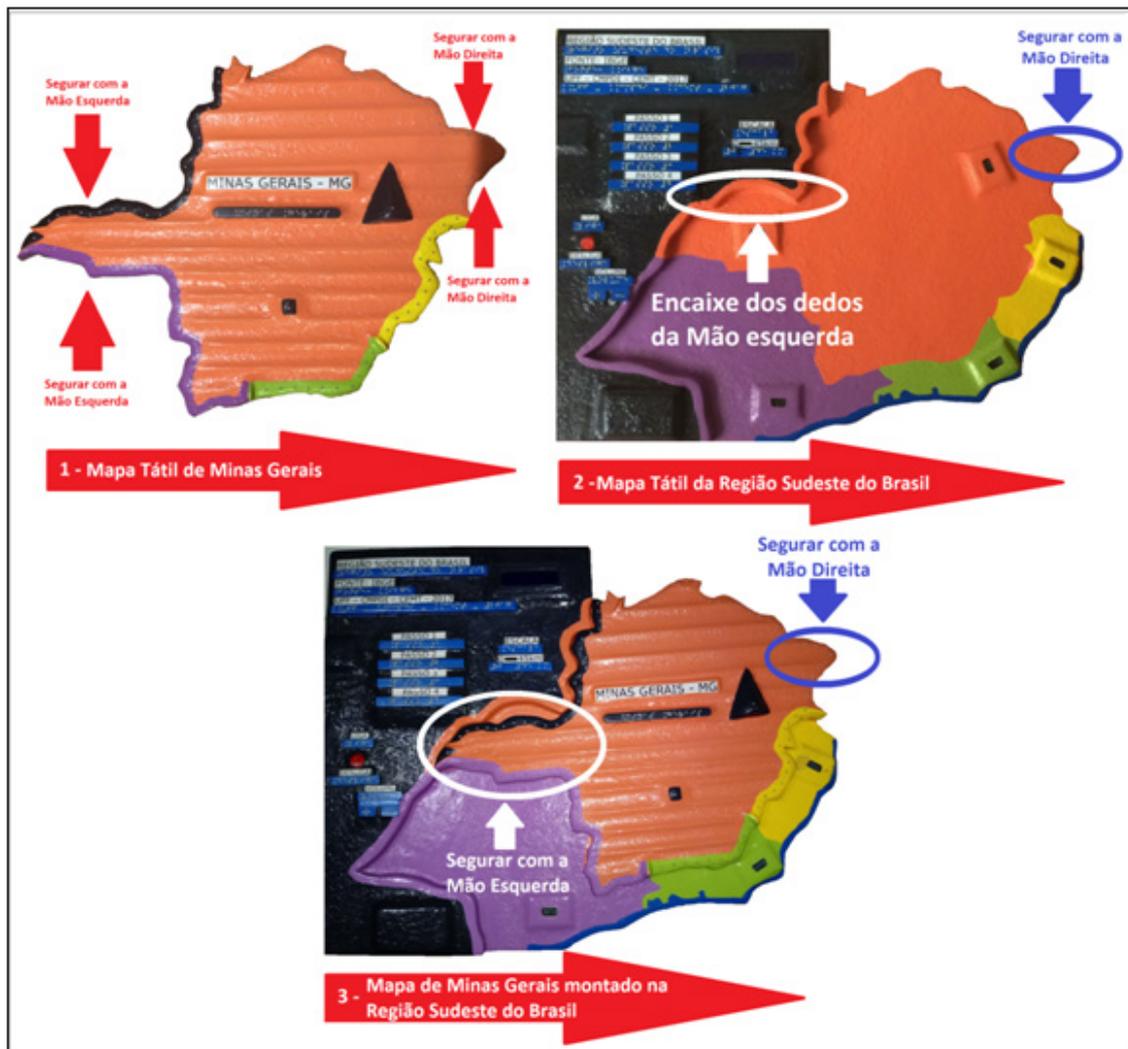
Fonte: Produzido pelo Autor.

Percebemos, na figura 89, que o Mapa CEMT propõe em quatro passos como melhor posicionar o Estado de Minas Gerais na Região Sudeste. O Aluno Participante 01 não seguiu a orientação de número 4.

Nesse sentido, o pesquisador iniciou o ciclo da prototipagem em busca de como melhor estruturar as orientações para que o Aluno Participante 01 consiga montar o mapa de Minas gerais com maior facilidade.

O aluno deve seguir as orientações apresentadas na figura 88, tendo mais atenção na orientação 4, ele precisa segurar o mapa de Minas Gerais com as duas mãos seguindo os procedimentos conforme ilustrado na figura 90.

Figura 90: Procedimento para o encaixe do Mapa de Minas Gerais.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Sendo assim, este processo foi repetido com o Aluno Participante 01 e foi de consenso comum (pesquisador e aluno) que esta dificuldade está relacionada a falta de prática no uso do Mapa CEMT e com as orientações passadas pelo pesquisador, figura 90, esta dificuldade foi bem minimizada, pois na segunda vez em que o Aluno Participante 01 montou o Estado de Minas Gerais, ele conseguiu montá-lo com muito mais facilidade.

No dia 14 de novembro de 2017 o pesquisador perguntou ao Aluno Participante 01:

O Mapa CEMT ele está aprovado na condição de conseguir atender as necessidades dos alunos com deficiência visual e ouvintes, tanto os de baixa visão quanto os cegos?

O Aluno Participante 01 respondeu:

“Está.”

O pesquisador perguntou:

Por quê?

O Aluno Participante 01 respondeu:

Ah... Porque eu tenho certeza de que aquelas cores são fáceis de identificar pra quem é... Tem baixa visão e... O Braille, a textura e a voz estão bons também... O Braille tá bom, a voz tá boa e a textura também tá... E... É isso (Aluno Participante 01).

Percebemos, no depoimento do Aluno Participante 01, que todos os itens observados como pontos negativos foram evoluídos em seu designer, pelo pesquisador, com o propósito de satisfazerem as expectativas do discente. Esse processo respeitou a metodologia da prototipagem evolutiva, onde, o foco é dado aos pontos mais fracos do projeto na intenção de tratá-los.

Nesse processo de validação, o aluno autenticou, também, as características e funcionalidades do mapa que lhe agradaram, durante a sua interação com o Mapa CEMT, tais como: a qualidade da voz, a escrita em tinta, as cores laranja, violeta/lilás, a sistematização da escala, o fato do mapa ser um jogo de montar, a diferenciação dos pontos colaterais e cardeais (pelas cores, verde e amarelo) e, finalmente, pela marcação das divisas do Mapa CEMT (utilizamos as mesmas cores pintadas nos mapas dos estados), na intenção de facilitar a montagem do mapa para os alunos que possuem baixa visão. Citamos, como exemplo, seu relato sobre a escrita em tinta, onde disse que “... Se eu botar o olho bem perto dá para ver...” (Aluno Participante 01).

A contribuição do Aluno participante 01 foi muito valiosa, pois o mesmo lê muito bem a escrita no sistema Braille e por possuir baixa visão ajudou a analisar a escrita em tinta, demonstrou uma grande maturidade/inteligência em suas respostas e observações no processo de validação do protótipo do Mapa CEMT como um produto educacional.

O Aluno Participante 01, de uma forma geral, observou a proposta do Mapa CEMT como uma iniciativa positiva, aprovando a sua lógica de ensino.

O participante com a sua declaração valida o Protótipo do Mapa CEMT como um produto educacional pronto para ser avaliado pelos professores de geografia e pelos alunos ouvintes com deficiência visual do Instituto Benjamin Constant.

Apresentamos os resultados do terceiro objetivo desta pesquisa validando o Mapa CEMT como um produto educacional e o processo de avaliação do produto do Mapa CEMT será exposto na próxima seção.

4.4 Os Resultados da Avaliação do Mapa CEMT como Produto

O processo de avaliação consiste em apresentar os resultados obtidos através da execução do quarto e último objetivo específico desta pesquisa e contou com a participação de três Professores de Geografia, como Professor Participante 01 até o Professor Participante 03 e também com dez Alunos ouvintes com deficiência visual como Aluno Participante 01 até o Aluno Participante 10.

O processo de avaliação foi aplicado de forma individual, por dois motivos, o primeiro, para criar uma aproximação do pesquisador com os participantes da pesquisa e o segundo, para prover uma interação entre o Mapa CEMT com cada um dos participantes, proporcionando um processo mais próximo do ambiente de ensino-aprendizagem.

Como já explicado, anteriormente, a avaliação realizada pelos alunos não depende do término da avaliação realizada pelos professores, então elas foram executadas simultaneamente, tendo início em 16 de novembro de 2017 e término em 04 de dezembro de 2017.

Os resultados podem ser analisados, em todos os seus detalhes, nas seções 4.4.1 e 4.4.2 descritas abaixo.

4.4.1 A Avaliação do Produto pelos Professores do IBC

O processo de validação do Mapa CEMT foi realizado com o Professor Participante 01 que validou, nos acompanhou por toda a pesquisa no IBC e mais dois professores de Geografia do próprio IBC como voluntários.

A avaliação realizada pelos Professores Participantes foi conduzida de forma individual, mas nesta seção, apresentamos os resultados de todos os participantes.

Primeiramente, o pesquisador procurou conhecer o perfil dos Professores Participantes do IBC em relação as suas experiências como docentes e no ensino voltado aos alunos com deficiência visual. Podemos analisar os perfis, observando a figura de número 91.

Figura 91: Perfil dos Professores Participantes do IBC.



Fonte: Produzido pelo Autor.

O Professor Participante 01 apesar de nove anos de prática docente ele é o mais iniciante na docência de alunos com deficiência visual entre os seus pares, já o Professor Participante 02 é o mais experiente como docente de alunos com deficiência visual e o Professor Participante 03, o docente mais experiente e apesar de atuar em sala de aula a mais de duas décadas ele possui quatro anos como professor de alunos com deficiência visual.

Observamos uma diversidade de experiências entre os docentes, cada Professor Participante registrou, nessa pesquisa, os pontos avaliativos referentes ao Produto do Mapa CEMT que busca contribuir com a educação dos alunos ouvintes com deficiência visual.

Os três Professores Participantes conheceram todo o potencial do produto do Mapa CEMT, isto é, cada um dos seus seis mapas táteis, testaram o produto como se fossem um aluno usuário do mapa, ouviram a proposta de

seu conteúdo sobre a Região Sudeste do Brasil e acionaram todos os seus sensores, seguindo os quatro passos do estudo proposto pelo Mapa CEMT.

Além da sua utilização com os discentes, o pesquisador demonstrou a cada Professor Participante como o Mapa CEMT pode ser alterado/modificado pelo Professor de Geografia através da porta USB que pode ser conectada ao computador, conforme explicado anteriormente.

O pesquisador numa entrevista livre perguntou a cada Professor Participante o que eles acharam do produto Mapa CEMT, vejamos os depoimentos, as suas correlações com as pesquisas de autores citados nessa pesquisa e com as características e funcionalidades do Mapa CEMT.

O Professor Participante 01 valorizou muito a iniciativa do mapa CEMT quando verbalizou:

A minha avaliação geral do mapa é extremamente positiva, acho que é um recurso que vai ajudar bastante no ensino e na aprendizagem de pessoas com deficiência visual, principalmente, por ser um recurso novo o que gera novos estímulos pra eles né!... E um recurso também que incentiva a autonomia, eles não precisam ficar tão presos na figura do professor para aprender e acho importante também, a possibilidade de você alterar os dados, fazendo outros mapas a partir do mapa inicial é muito interessante, realmente. Acho que será um produto muito útil no processo de aprendizagem das pessoas com deficiência visual. De pontos negativos, realmente, a velocidade da voz de poder colocar ritmo diferentes, creio que seja importante... De se trabalhar futuramente e o uso das cores... Que é um complicador por que tem as normas técnicas, mas cada pessoa com deficiência visual com baixa visão vai ter uma limitação do que enxergar ou não. No geral é extremamente positivo e vem para ajudar bastante na nossa batalha árdua de ensinar as pessoas com deficiência visual é muito bem vindo um auxílio como esse! (Relatos do Professor Participante 01).

Apresentamos, em nossa pesquisa, que as técnicas que resultam na união dos sentidos são importantes para a inclusão das pessoas com deficiência visual quando são, devidamente, aplicadas no desenvolvimento dos mapas táteis, essas ações são incentivadas pelos pesquisadores Baú et al (2017), Goldschmidt et al. (2008), Arruda (2016), Alexandrakis (2016), Brule et al. (2016) e Minhat et al. (2017).

Nesse sentido, o Professor Participante 02, também se posicionou quando afirmou que:

[...] de modo geral, eu não sei se chamo de mapa ou eu chamo de maquete... Ele é um material que você tem uma dimensão de um todo mais do que um mapa mesmo, né..., bidimensional... Eu sou muito a favor do uso de áudio nos materiais, eu acho que ajuda muito os alunos quando eles escutam as informações daquilo que agente quer passar... Os conteúdos que ele trás no áudio que complementam o assunto do mapa... Quando eu falo da Região Sudeste, normalmente, se fala dos estados, capitais, relevo... Ele traz além da aquela coisa geral que o professor fala, ele pode trazer mais outras informações... Eu acho que vai ajudar muito... Quando você trabalha com conteúdo e depois você precisa aplicar mapas... Agente tem lá (IBC) usamos os mapas que são bidimensionais e no seu caso, sua maquete, é tridimensional ajudaria muito... O conjunto do material é unido ao áudio é o diferencial do trabalho [...] (Relatos do Professor Participante 02).

Na observação do Professor participante 03 foi muito valorizado e elogiado a relação em que o Mapa CEMT abordou os seus conteúdos na construção de sua tecnologia utilizada com a escrita no sistema em Braille.

O Participante 03 julga extremamente importante o estudo do sistema Braille para o desenvolvimento do aluno com deficiência visual, indo de encontro ao mesmo sentido no que afirmam os pesquisadores Alves, Alencar e Bezerra (2016), Minhat *et al.* (2017), Alexandrakis (2016), e Giorgos (2017), que avaliam o sistema em Braille como fundamental na elaboração de mapas táteis, pois é a linguagem de escrita/leitura das pessoas com deficiência visual. Este relato ficou nítido quando o Professor Participante 03 afirma que:

[...] o mapa/material é muito interessante, ele combina o uso do Braille com a questão do áudio... Agente briga muito com a questão da desbrailização que vem crescendo muito graças ao uso das tecnologias. Esse material ele combina o uso de uma tecnologia nova sem abrir mão do Braille. Ele vai usar o Braille, também, para usar o material ligado a área da tecnologia. Ele é puramente tecnológico [...] (Relatos do Professor Participante 03).

No primeiro objetivo, observamos que os pesquisadores Normandi (2016), Brule *et al.* (2016) e Manley (2016) defendem o uso do *design* na contribuição do desenvolvimento de projetos inclusivos, Norman (2016) afirma que os produtos devem ser construídos no intuito de seu *design* atender as

necessidades das pessoas e o Desenho Universal (DU) proposto por Manley (2016), Cenci e Bernardi (2016) e Ribeiro *et al.* (2016) o seu *design* deve ser projetado para serem utilizados por todos.

Percebemos que esses conceitos foram aplicados ao *design* do produto quando o Professor Participante 03 expõe que o Mapa CEMT:

“[...] combina, também, como um material inclusivo por que ele serve para o aluno de baixa visão, serve para o aluno cego e serve para o aluno que não tem deficiência visual porque ele pode também estudar, se utilizando dele [...]” (Relato do Professor Participante 03).

Ainda discutindo sobre o Desenho Universal (DU), o pesquisador Manley (2016) apresenta algumas características, tais como: a questão da flexibilidade, simplicidade, ser intuitivo, fornecer informações essenciais e percebíveis, onde o Professor Participante 03 relata que:

“[...] se pode gravar, mudar o áudio, o conteúdo, também, uma boa ferramenta de aprendizagem para o aluno, inclusive, para outras matérias. Acho muito válido e muito interessante... Qualquer material é válido que facilite ao aluno a compreender a matéria... Esse mapa atinge a esse objetivo... Creio que os alunos tenham gostado muito... Esse tipo de material ele, além de tudo, ele vai prender a atenção do aluno... Ele..., por ser interativo, também, faz com que o aluno preste atenção... Eu acho que é ótimo... Achei muito boa e muito clara a dicção e não esta cansativa. É uma voz suave, pausada, agradável, não cansa. Ficou ótimo, achei essa voz excelente! (Relatos do Professor Participante 03).

O Professor Participante 02 complementou essa teoria, quando disse que:

“[...] o material é muito interessante... Um ganho para a Geografia se agente tiver mais mapas desses... De todos os outros estados... Das regiões do Brasil pro menino ter essa curiosidade, que eu acho que esse mapa... O que ele trás é a curiosidade, sabe... Ele aguça a curiosidade dos meninos... A manuseá-lo, né... A apertar ali e o que vai sair disso aqui? ... Entendeu... Esse é a grande sacada do seu material... É trazer uma curiosidade pros meninos [...]” (Relatos do Professor Participante 02).

Nos relatos dos Professores Participantes 02 e 03 citados acima, também reafirmam os conceitos da teoria piagetiana para a criação de um ambiente de ensino em que desperte a interação do aluno com o seu objeto de estudo.

Os pesquisadores norte-americanos Brule *et al.* (2016), defendem que os mapas devem ser construídos baseados, além do *design*, na utilização da forma lúdica, estimulando os alunos a decifrarem os símbolos táteis e, assim, facilitando em muito o trabalho dos professores.

Assim, como opina o Professor Participante 02 em seu relato quando afirma que o mapa:

[...] não tira a função do professor... É mais um instrumento para agregar o conhecimento, ele vai ser um elemento que vai somar a aula do professor... Eh por que na aula, às vezes, você não consegue lembrar de tudo... E aí.. Que nesse áudio é importante você colocar... Curiosidades do lugar... Coisas históricas [...] (Relatos do Professor Participante 02).

Podemos constatar que os três Professores Participantes analisaram como positiva a iniciativa do Mapa CEMT, sendo que cada profissional apontou um ponto de vista sobre essa nova proposta.

Após o término da entrevista livre o pesquisador solicitou o contato do *Whatsapp* e e-mail para o envio do questionário aberto e fechado para serem respondidos posteriormente pelos Professores Participantes.

O pesquisador enviou para o e-mail de cada um dos Professores Participantes o questionário aberto, conforme podemos visualizar na figura 92.

Figura 92: Questionário Aberto - Professores Participantes.

Prezado (a) Professor Participante,

Agradecemos a sua participação em contribuir com a nossa pesquisa que desenvolveu um produto computacional embarcado em um mapa tátil, abordando as características da Região Sudeste do Brasil, visando garantir maior qualidade ao ensino e provendo uma maior autonomia aos estudos dos discentes ouvintes com deficiência visual.

Pedimos a sua disponibilidade em nos responder o questionário apresentado abaixo:

- 1) Qual a importância do mapa tátil para o aprendizado das pessoas com deficiência visual?
- 2) Qual a relevância dos sentidos do tato e da audição para os alunos ouvintes e com deficiência visual?
- 3) O que pode proporcionar ao aluno ouvinte com deficiência visual a soma dos sentidos do tato e da audição em seu aprendizado?
- 4) Quais atributos podem ser destacados sobre o mapa CEMT no sentido de contribuir para o ensino das pessoas ouvintes com deficiência visual?
- 5) O CEMT tem potencial para proporcionar mais qualidade no processo de ensino-aprendizagem e autonomia aos estudos dos alunos ouvinte com deficiência visual? Por quê?

Atenciosamente,

Pesquisador.

Fonte: Produzido pelo Autor.

Cada um dos Professores Participantes respondeu a esse questionário conforme as sentenças a seguir:

Primeira Pergunta: Qual a importância do mapa tátil para o aprendizado das pessoas com deficiência visual?

“A pluralidade de sentidos é fundamental, pois proporciona múltiplas formas de aprender” (Professor Participante 01).

O mapa tátil é de suma importância no ensino de Geografia e também no deslocamento das pessoas com deficiência visual (cegos e baixa visão), sendo muito utilizados em bancos, metrô, ele proporciona uma autonomia desses indivíduos e

também o aprendizado dos conteúdos de geográficos como: clima, vegetação, relevo entre outros (Professor Participante 02).

“É o contato que ele tem com os mapas. O mapa tátil é onde ele vai ter uma percepção mais clara, mais física, não ficar aquela coisa, apenas, abstrata” (Professor Participante 03).

Os Professores Participantes são unânimes em suas respostas, nesta primeira questão, concordando com a teoria de que os mapas táteis são importantes recursos empregados no aprendizado das pessoas com deficiência visual, assim, como os pesquisadores Degreas e Katakura (2016), Koehler (2017), Giorgos (2017) e Perdue e Lobben (2016) que definem esses mapas como uma transcrição do mundo visual para informações que são entendidas pelo tato.

Segunda Pergunta: Qual a relevância dos sentidos do tato e da audição para os alunos ouvintes com deficiência visual?

“O tato é um sentido muito importante, pois a partir dele se inserem no mundo da leitura e escrita, por isso aprofundá-lo é primordial” (Professor Participante 01).

Acredito que para ambos contribui no complemento da informação, o tato com texturas diferentes aguça a curiosidade dos alunos videntes e sendo primordial para os alunos cegos na diferenciação das informações. A audição, no caso, do mapa complementar com mais informações que não é possível agregar no material tátil (Professor Participante 02).

Eles acabam adquirindo uma importância muito maior por que é uma espécie de compensação, não existe super audição, o que acontece é que eles prestam muito mais atenção no que esta sendo dito. A atenção deles faz com que eles escutem melhor. (Professor Participante 03).

Complementando a fala dos Professores Participantes podemos retornar aos pensamentos de Goldschmidt *et al.* (2008), quando os autores nos informa sobre o quanto os sentidos são importantes para o nosso aprendizado, pois o

cérebro processa os dados do mundo exterior através dos estímulos de nossos cinco sentidos, sendo a porta para a aprendizagem.

Podemos, ainda, lembrar de Kastrup (2007), pois o autor nos afirma que a pessoa com deficiência visual, possui um melhor desempenho no desenvolvimento, principalmente, do tato e da audição do que as pessoas que enxergam.

Terceira Pergunta: O que pode proporcionar ao aluno ouvinte com deficiência visual a soma dos sentidos do tato e de audição em seu aprendizado?

“Uma maior qualidade de vida e uma maior perspicácia acadêmica”
(Professor Participante 01).

“Proporciona uma maior gama de informações com relação aos conteúdos ali inseridos” (Professor Participante 02).

É porque eles vão acabar não substituindo por que é impossível substituir, sempre tem uma perda, mas eles vão ajudar a reduzir a perda que a pessoa tem com a falta da visão. Eu acho que qualquer estímulo ao aluno cego é válido, mas não vai substituir o estímulo visual, mas ele pode ajudar na compreensão. A questão da cegueira e da baixa visão é um universo muito mais complexo do que agente imagina
(Professor Participante 03).

A soma dos sentidos são defendidas pelos Professores Participantes, assim, como pelos pesquisadores Alexandrakis (2016), Brule *et al.* (2016), Minhat *et al.* (2017) e Arruda (2016) quando apoiam a utilização de ferramentas multissensoriais adicionadas nos mapas táteis para a estimulação dos sentidos, permitindo as pessoas com deficiência aguçarem | seus extintos de explorar as informações desses mapas.

Quarta Pergunta: Quais atributos podem ser destacados sobre o mapa CEMT no sentido de contribuir para o ensino das pessoas ouvintes com deficiência visual?

“A união dos mapas táteis e sonoros com a independência do aluno proporcionando seu protagonismo no processo de ensino e aprendizagem” (Professor Participante 01).

“Em minha opinião, a possibilidade deles acessarem sozinhos as informações ali contidas” (Professor Participante 02).

“Usar o Braille e um material tecnológico ao mesmo tempo” (Professor participante 03).

O primeiro Professor Participante destacou a soma dos sentidos como principal atributo facilitador do mapa CEMT; o segundo, a questão do mapa CEMT promover uma maior autonomia ao aluno ouvinte com deficiência visual e o terceiro Professor Participante citou a valorização do mapa CEMT em fazer uso do Braille mesmo sendo um mapa evoluído tecnologicamente.

Quinta e última Pergunta: O CEMT tem potencial para proporcionar mais qualidade no processo de ensino-aprendizagem e autonomia aos estudos dos alunos ouvintes com deficiência visual? Por quê?

“Sim, pois sua metodologia é simples permitindo que com pouco ou nenhuma instrução os alunos se utilizem do mapa” (Professor Participante 01).

“Acredito que no sentido de poder dispor de um conteúdo mais completo para esses alunos, tornando mais dinâmico o processo de ensino e aprendizagem deles” (Professor Participante 02).

Usar o Braille e um material tecnológico ao mesmo tempo. Combinar os dois tipos, você não desbrailiza o aluno e tem uma nova ferramenta para que ele compreenda melhor a matéria dele, então, eu acho importantíssimo, eu acho fundamental que se tenha esse tipo de material (Professor Participante 03)

Os Professores Participantes fecham questão na contribuição do Mapa CEMT em relação a sua proposta de promover a autonomia e aumentar a

qualidade, sendo uma ferramenta que facilita o processo de ensino e aprendizagem dos Alunos ouvintes com deficiência visual.

Após a apresentação e análise do questionário aberto, seguiremos, mostrando os resultados do questionário fechado que os Professores Participantes receberam e responderam via e-mail como apresentado nas figuras 93 e 94.

Figura 93: Questionário Fechado - Professores Participantes.

QUESTIONÁRIO - FUNCIONALIDADES CEMT - PROFESSORES		NOTA
(Nota de 0 à 10)	De uma forma geral, O Mapa CEMT para o ensino da Região Sudeste do Brasil.	
	A facilidade em conhecer a Região Sudeste através do Mapa CEMT.	
	A tecnologia aplicada na união do tato e da audição empregada no Mapa CEMT.	
	O potencial do Mapa CEMT como uma promissora TA educacional.	
	A capacidade do Mapa CEMT em estimular ao aluno a obter uma maior qualidade e independência em seus estudos.	
	O Mapa CEMT em permitir o fácil manuseio e usabilidade ao aluno.	
	A tecnologia utilizada no Mapa CEMT em estimular ao aluno em seu aprendizado.	
	O uso dos sensores e dos conectores plugáveis em permitirem explorar melhor os conteúdos acadêmicos por parte dos alunos.	
	O uso do Mapa CEMT como uma inovadora proposta pedagógica.	
	A importância dos Mapas táteis para o estudo dos alunos com deficiência visual.	
	O Mapa CEMT como uma proposta mais fácil de se trabalhar os conteúdos frente a outros métodos.	

Fonte: Produzido pelo Autor.

Para melhor expor os resultados aplicamos uma média aritmética simples em todas as notas relacionadas às cores, aos formatos/texturas, ao Braille, á escrita em tinta relacionadas aos seis mapas táteis do mapa CEMT. A segunda parte do questionário fechado pode ser visto na ilustração de número 94.

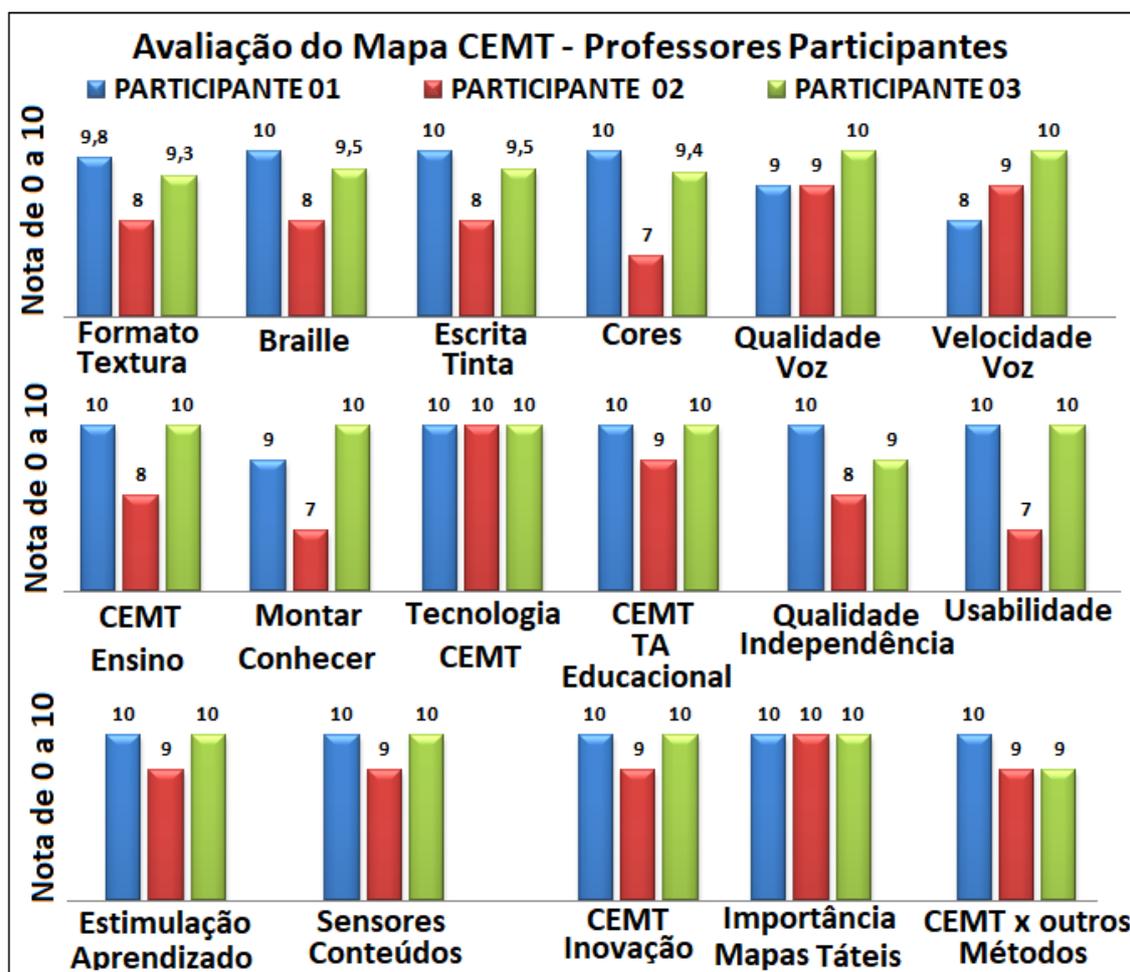
Figura 94: Questionário Fechado - Professores Participantes.

QUESTIONÁRIO - CARACTERÍSTICAS CEMT - PROFESSORES		NOTA
COMO VOCÊ AVALIA (NOTA de 0 à 10)	A Região Sudeste em seu formato e na textura utilizada?	
	A Região Sudeste em sua escrita em Braille?	
	A Região Sudeste em sua escrita em tinta?	
	A Região Sudeste na escolha de suas cores?	
	A cor utilizada para representar o litoral?	
	A qualidade da voz do Mapa CEMT?	
	A Velocidade da voz do Mapa CEMT?	
	Minas Gerais em seu formato e na textura utilizada?	
	Minas Gerais em sua escrita em Braille?	
	Minas Gerais em sua escrita em tinta?	
	Minas Gerais na escolha de suas cores?	
	São Paulo em seu formato e na textura utilizada?	
	São Paulo em sua escrita em Braille?	
	São Paulo em sua escrita em tinta?	
	São Paulo na escolha de suas cores?	
	O Rio de Janeiro em seu formato e textura utilizada?	
	O Rio de Janeiro em sua escrita em Braille?	
	O Rio de Janeiro em sua escrita em tinta?	
	O Rio de Janeiro na escolha de suas cores?	
	O Espírito Santo em seu formato e na textura utilizada?	
	O Espírito Santo em sua escrita em Braille?	
	O Espírito Santo em sua escrita em tinta?	
	O Espírito Santo na escolha de suas cores?	
	A Rosa dos Ventos em seu formato e na textura utilizada?	
	A Rosa dos Ventos em sua escrita em Braille?	
	A Rosa dos Ventos em sua escrita em tinta?	
	A Rosas dos Ventos na escolha de suas cores?	

Fonte: Produzido pelo Autor.

O pesquisador analisou todas as notas enviadas pelos Professores Participantes compilando esses dados num gráfico ilustrado na figura 95.

Figura 95: Avaliação do Mapa CEMT - Professores Participantes.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Em atendimento a metodologia aplicada a esta pesquisa, o pesquisador aplicou uma entrevista semiestruturada a cada Professor Participante que avaliaram qualquer um dos dezessete itens relacionados ao mapa CEMT, figura 95, com uma nota inferior á 9. Este procedimento visou buscar parâmetros para melhor fundamentar a avaliação do mapa CEMT e para melhor evoluí-lo em futuras versões.

Analisando o gráfico ilustrado na figura 95 em seu primeiro item, Formato/Textura, foi bem avaliado pelo Professores Participantes 01 e 03 e o Professor Participante 02 pontuou a sua nota 8, alegando que:

[...] o formato, ele está muito agradável, acho que é isso mesmo... Tem como agente compreender bem esse formato... A textura é uma outra coisa que é essencial no trabalho para o aluno cego... Ao meu ver, nas texturas, ele ficou... Talvez alguns pontos muito parecidos, mas isso não prejudicou... Por

exemplo, Espírito Santo e Rio de Janeiro como são muito pequenos... Alguns pontos parecem que estão a mesma coisa... agora Minas Gerais e São Paulo está bem diferente a textura [...] (Professor Participante 02).

No segundo item, o Braille, os Professores Participantes 01 e 03 aprovaram e o Professor Participante 02 justificou a sua nota 8, dizendo:

[...] eu leio Braille com o olho... Lendo com o olho ele está muito bom... Pode ser que para um aluno cego ele esteja regular... Eu não sei... Eu não sei se esse tipo de material que você usou seria o ideal... Não sei lhe dizer qual seria o melhor material ideal, nesse momento... Você poderia ter testado outros [...] (Professor Participante 02).

Observamos no terceiro item, a escrita em Tinta, que precisou ter a sua nota 8 justificada somente pelo Professor Participante 02, afirmando que:

[...] a escrita em tinta... Pelo espaço ser pequeno, o Rio de Janeiro e Espírito Santo ainda estão pequenos essas letras... São Paulo e Minas Gerais você ainda conseguiu colocar o nome todo... Só colocou as siglas (Rio de Janeiro e Espírito Santo) mesmo assim, Vejo que ainda estão pequenas... Porque baixa visão nenhum é igual ao outro, né!... Baixa visão você tem especificidades de cada aluno... Pode ser que um consiga ler isso perfeitamente e pode ser que outro não consiga [...] (Professor Participante 02).

Nas Cores, quarto item, também somente o Professor Participante 02 precisou justificar a sua nota 7, quando relatou:

[...] eu não sei se esses tons que você coloca aqui no lilás e nesse creme seriam cores ideais... O meu trabalho é sempre feito com cores mais vivas... Dentro do contraste de cores eles poderiam ter sido mais fortes, ter se sobressaído mais [...] (Professor Participante 02).

Na qualidade da voz do mapa CEMT, quinto item; o CEMT como uma TA educacional, décimo item; a estimulação do aluno em seu aprendizado com o mapa CEMT, décimo terceiro item; o CEMT na apresentação de seus

conteúdos pelos seus sensores, décimo quarto item; a inovação do mapa CEMT, décimo quinto item e a comparação do mapa CEMT frente a outros métodos educacionais, décimo sétimo item, todos os Professores Participantes avaliaram bem estes quesitos.

Na velocidade da voz, sexto item, o Professor Participante 01 pontuou sobre a sua nota 8, dizendo que:

[...] o som do mapa, sendo um mapa para crianças com deficiência visual, elas têm percepções auditivas diferentes... Tem alunos que são cegos a mais tempo que usam recursos digitais e que conseguem ouvir muito rápido, então o mapa lento ou numa dicção normal de fala... É ruim, por que ele acha que está perdendo tempo... Pro aluno baixa visão/cego que ficou a pouco tempo e não está acostumado com esses recursos, o mapa que fale muito rápido atrapalha para a sua compreensão, então o controle de velocidade acho que seria importante, sendo um mapa utilizado para o ensino (Professor Participante 01).

Na utilização do mapa CEMT no ensino da Região Sudeste do Brasil, sétimo item, o Professor Participante 02 precisou justificar a sua nota 8, quando afirmou que:

[...] a questão de você associar os outros elementos do mapa que é a escrita em Braille as cores ao referencial do áudio do mapa... Se você conseguisse colocar isso já na forma ideal... Aê levaria um 10, a pontuação total [...] (Professor Participante 02).

No oitavo item, montar e conhecer a Região Sudeste do Brasil através do mapa CEMT, o Professor Participante 02 explicou o porquê de sua nota 7, dizendo que "... ele precisa de um professor para auxiliar ele e depois de um tempo, ele já vai poder manusear sozinho... Por conta que tem que tirar as peças e colocar no lugar..." (Professor Participante 02).

A tecnologia aplicada/desenvolvida ao mapa CEMT, nono item, e a importância dos mapas táteis para as pessoas com deficiência visual, décimo sexto item, obtiveram nota máxima e unanimidade entre os Professores Participantes.

No quesito da qualidade e independência, décimo primeiro item, o Professor Participante 02 justificou a sua nota 8 afirmando que:

[...] esse mapa para os alunos usarem sozinhos, eles vão ter que ter uma aplicação maior... Eu acho que o professor vai ter que repetir várias vezes, como usar este mapa, para este aluno, depois ter autonomia, sozinho de usar... Aê ele vai conseguir fazer tudo sozinho, vai até ajudar o outro colega, entendeu... Professor está dando aula da Região Sudeste, ele não aplica esta mapa uma única vez, como ele tem vários conteúdos no áudio que ele pode colocar... É um ganho enorme que ele vai poder usar várias vezes esse mapa... Todas as aulas ele pode usar o mapa... Mudando o áudio... O professor tem que ensinar a ele, não pode deixar ele sozinho, no primeiro momento, manusear o material, então, acho que o professor tem que ter o discernimento de que para o aluno ter autonomia ele tem que ajudar ele em qualquer momento do mapa... O aluno cego é um aluno como qualquer outro normal... Tem aquele aluno que vai prestar atenção em tudo e tem aquele aluno que não vai ligar para nada... Pro material dá certo o professor tem que tá junto [...] (Professor Participante 02).

Após a explicação do Professor Participante 02 sobre este item, o pesquisador esclareceu ao docente que a proposta do mapa CEMT não é substituir o professor e sim prover uma TA que vença as barreiras da deficiência visual no aprendizado das pessoas ouvintes com deficiência visual.

A promoção da qualidade do ensino ocorre quando o mapa CEMT promove ao aluno uma maior quantidade de informações, através da adição dos áudios o que seria impossível escrever tudo, em detalhes, no sistema em Braille poluindo o mapa e, assim, perdendo a qualidade de promover o ensino.

Já a proposta da autonomia está relacionada à possibilidade do aluno ouvinte com deficiência visual poder, com o mapa CEMT, repetir e revisar os áudios, sozinho, promovendo-lhe autonomia em suas escolhas e ouvir as informações quantas vezes forem necessárias ao seu entendimento sem a intervenção do professor.

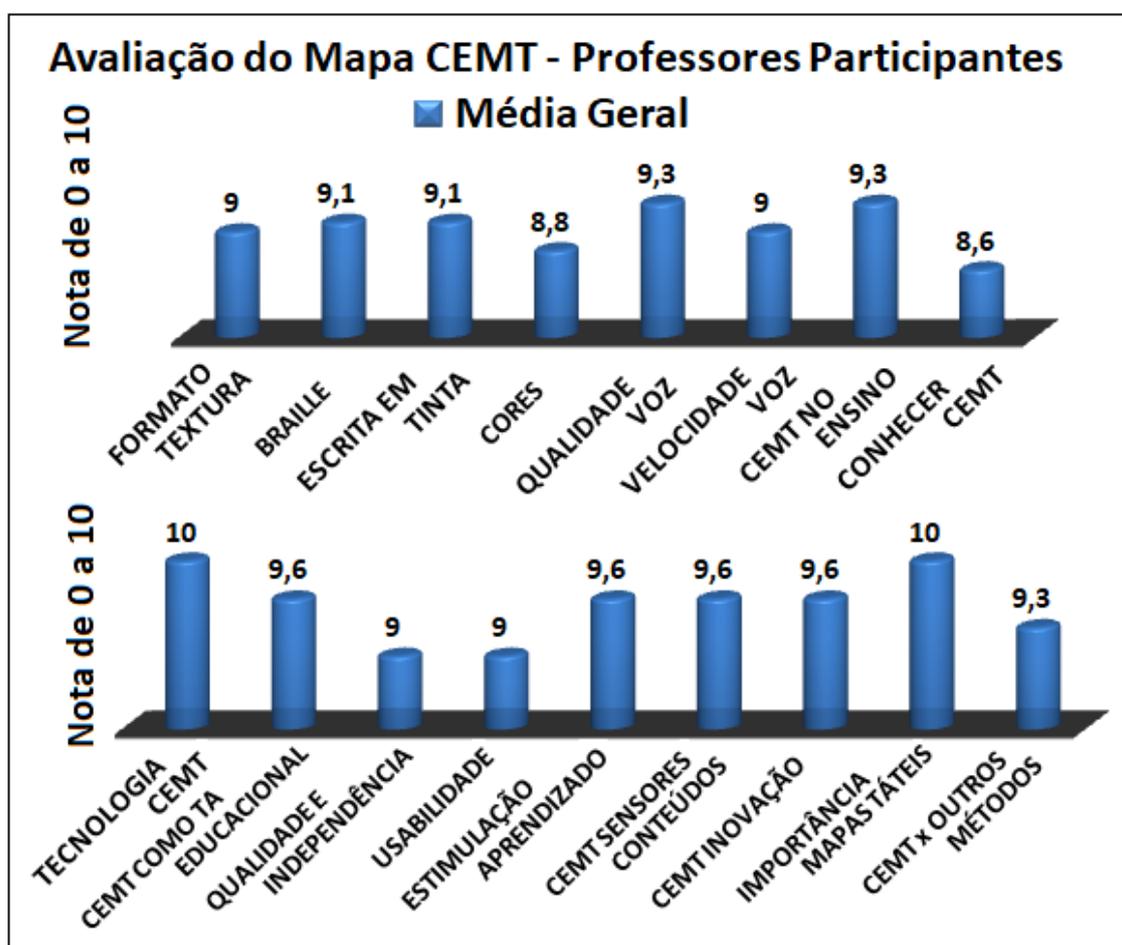
Na avaliação do décimo segundo item, o Professor Participante 02 justificou a sua nota 7 para a usabilidade do mapa CEMT no ensino da Região Sudeste quando disse que:

[...] no primeiro momento, eu acho ele vai ter um pouco de dificuldade, mas depois... Com o manuseio, com o tempo de

uso, ouvindo os áudios, eu acredito que ele vai ter uma facilidade de manusear, mas tudo vai depender do professor que vai tá com ele. (Professor Participante 02).

Num panorama geral, observamos que as notas, numa escala de 0 até 10, o mapa CEMT foi muito bem avaliado pelos docentes, sendo apresentado os seus pontos fortes e pontos fracos que necessitam serem maturados e evoluídos. Na figura 96 apresentamos uma média geral dos dezessete itens avaliados pelos Professores Participantes fazendo referência ao mapa CEMT.

Figura 96: Avaliação do Mapa CEMT - Professores Participantes - Média Geral.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Em observância de nossa metodologia (a justificativa das notas menores que 9) e numa média geral, o mapa CEMT precisa melhorar, na opinião dos docentes, em suas cores (nota 8,8) e montar e conhecer o CEMT (nota 8,6).

A escolha das cores, realmente, como já discutidos aqui, é um grande desafio no atendimento voltado para as pessoas com deficiência visual de baixa visão muito em função de suas especificidades.

No quesito de montar e conhecer o CEMT o pesquisador inovou em criar um mapa tátil que além de unir os sentidos utilizando recursos computacionais ainda utiliza o recurso de ser montado no estilo de jogo do tipo “quebra-cabeça” que busca desafiar o aluno ouvinte com deficiência visual em montá-lo corretamente.

Na próxima seção apresentaremos os resultados da avaliação de nossos principais consumidores-alvos, os alunos ouvintes com deficiência visual de baixa visão e cegos.

4.4.2 A Avaliação do Produto pelos Alunos do IBC

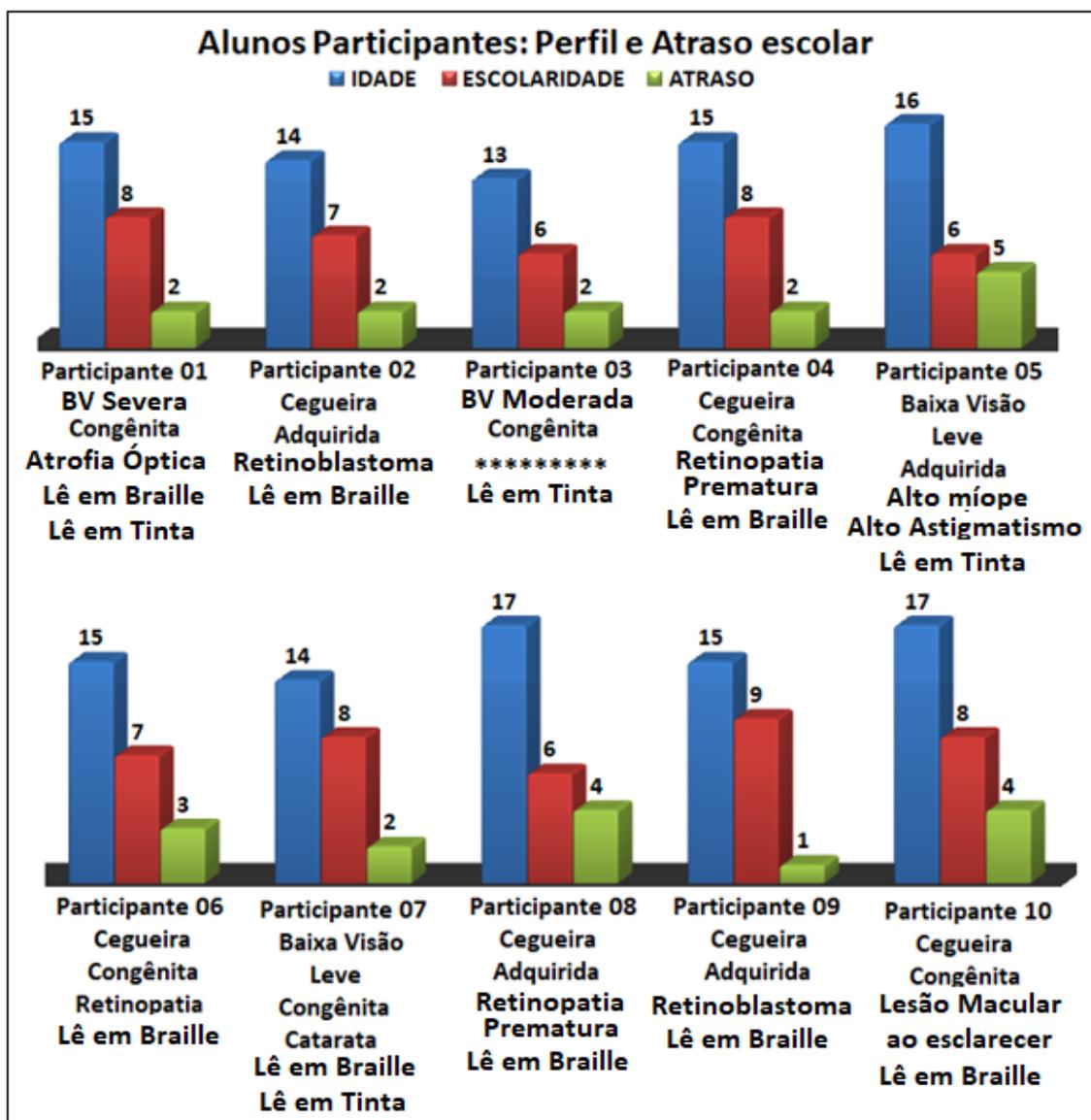
O processo, nessa última fase da pesquisa, de avaliação do produto do Mapa CEMT foi composto pela participação do Aluno Participante 01 que validou o protótipo do Mapa CEMT como um produto e mais 09 Alunos Participantes que também foram voluntários nessa pesquisa.

Assim como realizado na avaliação conduzida com os três Professores Participantes, realizamos uma avaliação individualizada apresentando os resultados de todos os Alunos Participantes, sendo que a única diferença é que dividimos os dez discentes em grupos classificados por quatro categorias.

Na figura 97 podemos analisar o perfil desses dez Alunos Participantes que foram voluntários em nossa pesquisa e que avaliaram o Mapa CEMT no IBC, buscamos apresentar as suas características, tais como: idade, escolaridade, atraso escolar, tipo de deficiência visual, se foi congênita ou adquirida e a causa que levou ao Aluno a se tornar uma pessoa ouvinte com deficiência visual.

A justificativa em traçar um perfil de cada um dos Alunos Participantes consiste em melhor conhecer as suas especificidades, buscar um maior conforto para eles na execução do processo investigativo/avaliativo do Mapa CEMT e na melhor disposição dos resultados a serem apresentados nesta seção.

Figura 97: Perfil/Atraso escolar dos Alunos Participantes.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Podemos observar na figura 97 que os Alunos Participantes ouvintes com deficiência visual possuem como causa, diferentes fatores, patologias que foram adquiridas ou genéticas.

Relembrando as palavras de Nogueira (2016) quando o pesquisador nos fala sobre as três possibilidades da deficiência visual: enxergar mal; não enxergar, mas já ter enxergado; e nunca ter enxergado. São estas características que devemos conhecer e as suas especificidades quando trabalharmos com os métodos que irão auxiliar na inclusão dessas pessoas.

O perfil de idade compreendeu de treze a dezessete anos abordando a baixa visão leve, moderada e severa congênita ou adquirida, seguindo para a

cegueira congênita ou adquirida, além de um atraso escolar apresentado num nível inicial de dois até cinco anos. O perfil de cada Aluno Participante foi ilustrado nos gráficos apresentados na figura 97.

O pesquisador apresentou o Mapa CEMT a cada um dos Alunos Participantes, individualmente, explicando-lhes os detalhes do mapa através dos seus símbolos táteis, texturas, cores, enfim, as suas características e funcionalidades.

Os dez Alunos Participantes conheceram o potencial do produto do Mapa CEMT, isto é, cada um dos seus seis mapas táteis, testaram o produto simulando uma aula sobre a temática da Região Sudeste do Brasil, ouviram a proposta de seu conteúdo e acionaram todos os seus sensores, seguindo os quatro passos do estudo proposto pelo Mapa CEMT.

Seguindo a nossa metodologia de pesquisa, fizemos uma observação sistematizada não participante com cada Aluno Participante que manipularam o mapa CEMT, onde o pesquisador levantou os requisitos sobre como foi a interação dos discentes com o Mapa CEMT. As questões observadas foram enumeradas na figura de número 98.

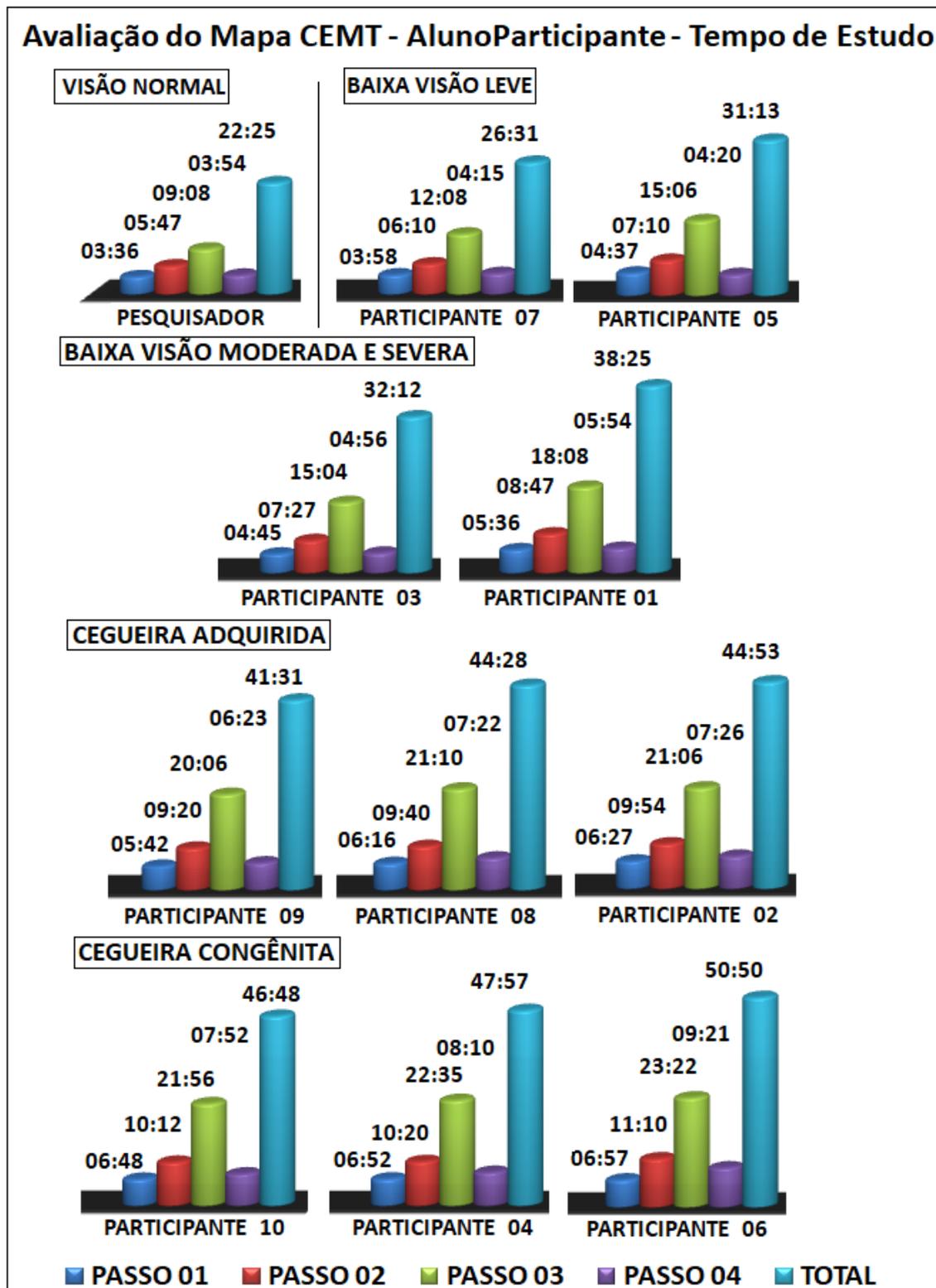
Figura 98: Questionário de observação do Pesquisador.

QUESTIONÁRIO DE OBSERVAÇÃO DO PESQUISADOR		RESP.
OBSERVAÇÃO	Repetiu algum procedimento no estudo? Qual/Quais?	
	Errou algum procedimento? Qual/Quais?	
	Dificuldade em montar algum estado? Qual/Quais?	
	Dificuldade em compreender o Mapa CEMT? Qual dos mapas?	
	TEMPO PASSO 01	
	TEMPO PASSO 02	
	TEMPO PASSO 03	
	TEMPO PASSO 04	
	TEMPO PASSO 05	
	Deixou de acionar algum sensor? Qual dos 46 sensores?	

Fonte: Produzido pelo Autor.

O objetivo de nossa observação que foi dada em função do tempo em que cada participante levou para concluir seus estudos, em comparação com as suas barreiras em relação a sua deficiência e as dificuldades encontradas por cada um deles ao utilizarem o mapa CEMT. Na figura 99 fizemos um comparativo temporal entre cada grupo de Alunos Participantes em relação ao pesquisador no quesito de uso no mapa CEMT.

Figura 99: Alunos Participantes - Tempo de Estudo.



Fonte: Produzido pelo Autor.

O pesquisador fez uso do mapa CEMT e registramos o tempo dos quatro passos e do total do estudo, sendo uma referência em relação aos

Alunos Participantes. O pesquisador e os Alunos Participantes foram ordenados em função do tempo, como podemos constatar na figura 99.

Como apresentado na figura 99, o Aluno Participante 07 de baixa visão leve congênita proveniente de uma catarata terminou o estudo primeiro; não repetiu e nem errou nenhum dos quatro passos; teve uma leve dificuldade em montar o estado de Minas Gerais; por ser daltônico, confundiu as cores do estado de São Paulo com o azul utilizado para pintar o litoral, acionando todos os 46 sensores do mapa CEMT.

O segundo colocado, figura 99, foi também de baixa visão leve, mas adquirida e gerada por uma alta miopia e astigmatismo, o Aluno Participante 05, não repetiu e nem errou nenhum dos quatro passos; teve uma leve dificuldade em montar o estado de Minas Gerais; não apresentou dificuldade em conhecer as cores e a lógica do mapa CEMT e acionou todos os sensores.

O Aluno Participante 03 terminou os estudos em terceiro lugar, figura 99, sendo do grupo de baixa visão moderada congênita e não soube informar a sua causa (buscamos, por informações de sua patologia junto ao IBC, mas a secretaria geral não possui registro da causa, tendo esta informação somente no departamento oftalmológico e onde não tivemos acesso); não repetiu e nem errou nenhum dos quatro passos; teve uma leve dificuldade em montar o estado de Minas Gerais; não apresentou dificuldade em conhecer as cores e a lógica do mapa CEMT e acionou todos os sensores.

Em quarto lugar, figura 99, tivemos o Aluno Participante 01 de baixa visão severa congênita proveniente de uma hidrocefalia que ocasionou uma atrofia óptica; não repetiu e nem errou nenhum dos quatro passos; teve uma grande dificuldade em montar o estado de Minas Gerais; não apresentou dificuldade em conhecer as cores e a lógica do mapa CEMT e acionou todos os sensores.

No grupo da cegueira adquirida e provocada por uma retinoblastoma, figura 99, temos o Aluno Participante 09 que foi o quinto colocado; não repetiu e nem errou nenhum dos quatro passos; teve uma grande dificuldade em montar o estado de Minas Gerais; uma dificuldade leve em montar o estado de São Paulo; não apresentou dificuldade em conhecer a lógica do mapa CEMT e acionou todos os sensores.

O Aluno Participante 08 do grupo da cegueira adquirida resultante de uma retinopatia da prematuridade, figura 99, terminou os estudos em sexto colocado; não repetiu e nem errou nenhum dos quatro passos; teve uma grande dificuldade em montar o estado de Minas Gerais; uma dificuldade leve em montar o estado de São Paulo; não apresentou dificuldade em conhecer a lógica do mapa CEMT e acionou todos os sensores.

Na posição de sétimo lugar, figura 99, temos o Aluno Participante 02 integrante do grupo da cegueira adquirida concebida por uma retinoblastoma; não repetiu e nem errou nenhum dos quatro passos; teve uma grande dificuldade em montar o estado de Minas Gerais; uma dificuldade leve em montar o estado de São Paulo; não apresentou dificuldade em conhecer a lógica do mapa CEMT e acionou todos os sensores.

O Aluno Participante 10 foi o nosso oitavo colocado, figura 99, pertencente ao grupo da cegueira congênita proveniente de uma lesão macular ao esclarecer; não repetiu e nem errou nenhum dos quatro passos; teve uma grande dificuldade em montar o estado de Minas Gerais; uma dificuldade leve em montar o estado de São Paulo; não apresentou dificuldade em conhecer a lógica do mapa CEMT e acionou todos os sensores.

O nono colocado foi o Aluno Participante 04 do grupo da cegueira congênita que ocorreu por uma retinopatia da prematuridade, figura 99; não repetiu e nem errou nenhum dos quatro passos; teve uma grande dificuldade em montar os estados de Minas Gerais e o estado de São Paulo; não apresentou dificuldade em conhecer a lógica do mapa CEMT e acionou todos os sensores.

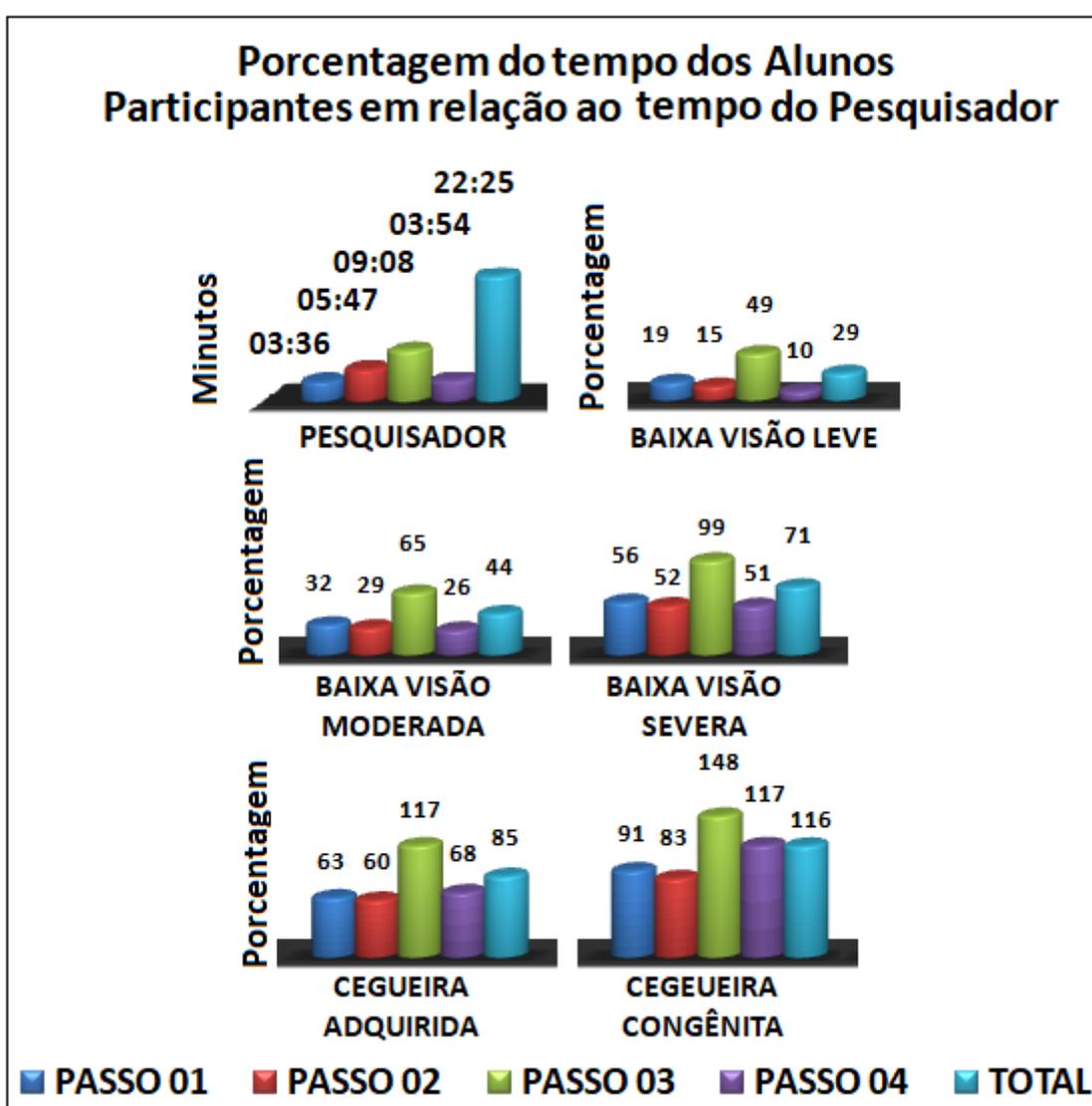
Por fim, o nosso décimo colocado foi o Aluno Participante 06 do grupo da cegueira congênita procedente de uma retinopatia congênita, figura 99; não repetiu e nem errou nenhum dos quatro passos; teve uma grande dificuldade em montar os estados de Minas Gerais e o estado de São Paulo; não apresentou dificuldade em conhecer a lógica do mapa CEMT e acionou todos os sensores.

Observamos na figura 99 que tomamos como uma base de comparação com os tempos gastos nos quatro passos pelo pesquisador que conhece muito bem o Mapa CEMT com os tempos realizados pelos Alunos Participantes que viram o mapa CEMT pela primeira vez.

O primeiro passo consiste em conhecer o mapa CEMT através de sua introdução e a Rosa dos Ventos, no segundo passo, o aluno conhece as características de cada Estado da Região Sudeste, no terceiro passo, o aluno tem que montar os estados na Região Sudeste e o último passo o aluno deve revisar todos os sensores e desmontar os estados da Região Sudeste.

Visualizamos na figura 100 que os Alunos Participantes de baixa visão leve foram o grupo que tiveram menos dificuldade e concluíram os estudos do mapa CEMT em menor tempo.

Figura 100: Diferença de tempo em porcentagem – Alunos Participantes.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Esse grupo precisou de 29% mais tempo para concluir os estudos do Mapa CEMT em relação ao tempo gasto pelo pesquisador, na figura 100, observamos também o cálculo da porcentagem, isoladamente, em cada um dos quatro passos destinados aos estudos da Região Sudeste do Brasil.

O grupo de Alunos Participantes com deficiência visual de baixa visão moderada foi o segundo grupo e terminaram os quatro passos com o tempo superior a 44% do tempo gasto pelo pesquisador no estudo do Mapa CEMT.

Em seguida, tivemos o grupo com deficiência visual de baixa visão severa que encerrou os estudos em terceiro lugar, precisando de 71% a mais do tempo em relação ao tempo utilizado pelo pesquisador em mesmo estudo.

O quarto lugar pertenceu ao grupo de Alunos Participantes com deficiência visual de cegueira adquirida que utilizou 85% mais tempo que em comparado com o tempo de estudo do pesquisador.

Em quinto e último lugar o grupo de Alunos Participantes com deficiência visual de cegueira congênita, sendo o grupo que apresentaram maiores dificuldades e precisaram de mais tempo para concluírem os estudos com o mapa CEMT, totalizando 116% do tempo gasto pelo pesquisador para concluir os estudos da Região Sudeste utilizando o *design* do Mapa CEMT.

Após termos finalizado o processo de observação sistematizada e não participante, iniciamos com os Alunos Participantes o processo de entrevista estruturada individual para a avaliação do Mapa CEMT e na sequência, para cada nota abaixo de 9 atribuída aos itens de avaliação do Mapa CEMT, o pesquisador realizou uma entrevista semiestruturada para registrar a justificativa exposta pelo discente sobre a sua referida avaliação.

A entrevista foi estruturada através de dois questionários fechado, onde no primeiro, cada Aluno Participante responderam um grupo de vinte e sete perguntas que avaliaram o Mapa CEMT em suas características, conforme ilustrado na figura 101.

Figura 101: Avaliação do Mapa CEMT - Características.

ENTREVISTA - CARACTERÍSTICAS CEMT - ALUNOS		NOTA
COMO VOCÊ AVALIA (NOTA de 0 à 10)	A Região Sudeste em seu formato e na textura utilizada?	
	A Região Sudeste em sua escrita em Braille?	
	A Região Sudeste em sua escrita em tinta?	
	A Região Sudeste na escolha de suas cores?	
	A cor utilizada para representar o litoral?	
	A qualidade da voz do Mapa CEMT?	
	A Velocidade da voz do Mapa CEMT?	
	Minas Gerais em seu formato e na textura utilizada?	
	Minas Gerais em sua escrita em Braille?	
	Minas Gerais em sua escrita em tinta?	
	Minas Gerais na escolha de suas cores?	
	São Paulo em seu formato e na textura utilizada?	
	São Paulo em sua escrita em Braille?	
	São Paulo em sua escrita em tinta?	
	São Paulo na escolha de suas cores?	
	O Rio de Janeiro em seu formato e textura utilizada?	
	O Rio de Janeiro em sua escrita em Braille?	
	O Rio de Janeiro em sua escrita em tinta?	
	O Rio de Janeiro na escolha de suas cores?	
	O Espírito Santo em seu formato e na textura utilizada?	
	O Espírito Santo em sua escrita em Braille?	
	O Espírito Santo em sua escrita em tinta?	
	O Espírito Santo na escolha de suas cores?	
	A Rosa dos Ventos em seu formato e na textura utilizada?	
	A Rosa dos Ventos em sua escrita em Braille?	
	A Rosa dos Ventos em sua escrita em tinta?	
	A Rosas dos Ventos na escolha de suas cores?	

Fonte: Produzido pelo Autor.

O segundo questionário tratou de avaliar o Mapa CEMT, finalizando a fase da entrevista estruturada, através de cada Aluno Participante que

responderam as oito perguntas sobre as funcionalidades do mapa, conforme exposto na figura 102.

Figura 102: Avaliação do Mapa CEMT - Funcionalidades.

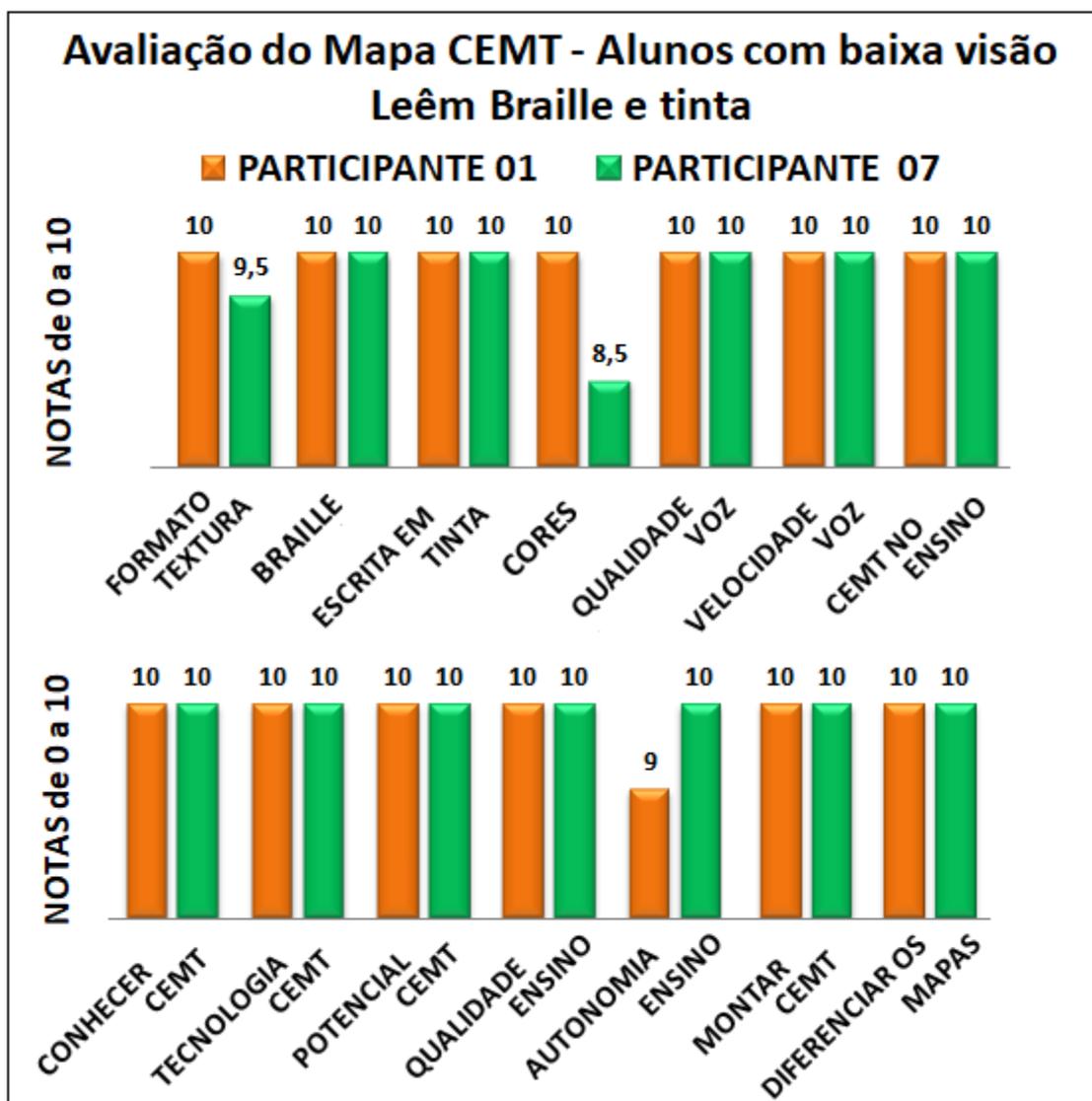
ROTEIRO DE ENTREVISTA - FUNCIONALIDADES CEMT - ALUNOS		NOTA
(Nota de 0 à 10)	De uma forma geral, O Mapa CEMT para o ensino da Região Sudeste do Brasil.	
	A facilidade em conhecer a Região Sudeste através do Mapa CEMT.	
	A tecnologia aplicada na união do tato e da audição empregada no Mapa CEMT.	
	O potencial do Mapa CEMT em lhe ajudar a compreender o mapa tátil da Região Sudeste?	
	A capacidade do Mapa CEMT em aumentar a qualidade dos seus conhecimento sobre a Região Sudeste?	
	A capacidade do Mapa CEMT em permitir que você estude sozinho a Região Sudeste?	
	A facilidade em montar os estados na Região Sudeste no Mapa CEMT?	
	A facilidade em reconhecer, diferenciar e estudar cada estado e a Rosa dos Ventos no Mapa CEMT?	

Fonte: Produzido pelo Autor.

Para compor os gráficos dessa avaliação os Alunos Participantes foram divididos em grupos de pessoas com deficiência visual de baixa visão que lêem no sistema Braille, que não lêem no sistema Braille e em Alunos Participantes com deficiência visual de cegueira adquirida ou congênita.

Apresentamos a seguir avaliação pontuada pelos alunos que possuem baixa visão e que dominam a leitura no sistema Braille e em tinta, conforme vemos na figura 103.

Figura 103: Avaliação dos Alunos Participantes - Baixa Visão Braille/Tinta.



Fonte: Produzido pelo Autor.

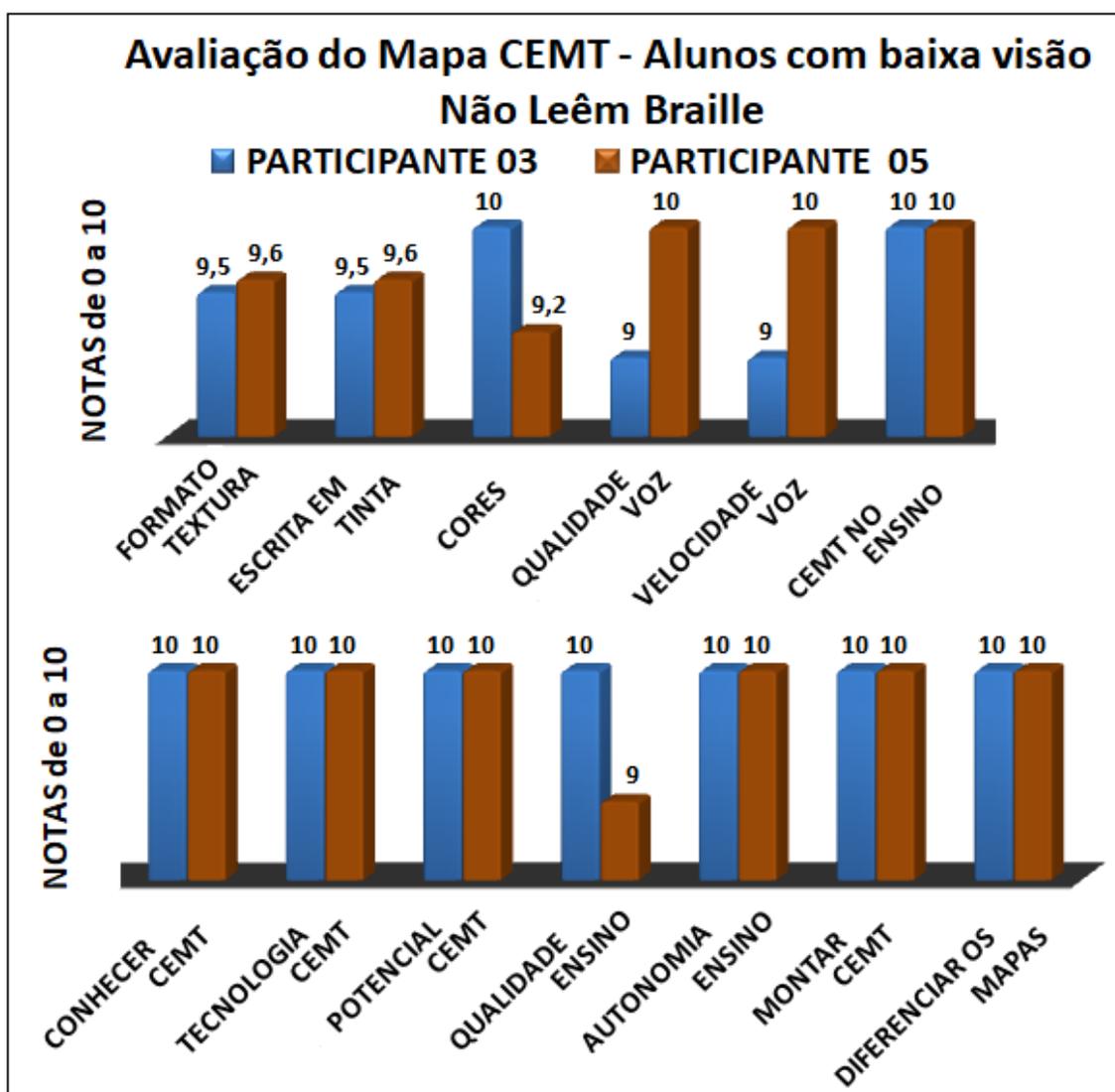
Observamos que no grupo de Alunos Participantes com deficiência visual de baixa visão que lêem em Braille e em tinta dentre os quatorze itens de avaliação e seguindo a metodologia desta pesquisa (justificar, através de uma entrevista semiestruturada as notas abaixo de 9), somente o item de cores precisou ser justificado pelo Aluno Participante 07, pois recebeu como nota um 8,5.

O mesmo afirmou ter confundido o tom de azul que pintamos o litoral com o roxo que foi pintado o Estado de São Paulo, dizendo que as cores eram iguais, que tudo era azul, afirmando que "... região de São Paulo e o litoral... as cores para quem enxergaria menos que eu ficaria difícil de identificar, a pessoa

iria ver como um azul, tudo azul...” O Aluno Participante 07 afirmou ao pesquisador ser daltônico além de sua baixa visão (Aluno Participante 07).

No grupo de Alunos Participantes com deficiência visual de baixa visão que só lêem em tinta, figura 104, vemos que o resultado apresentado das notas dos treze itens pelos discentes não necessitaram de justificadas, pois as notas foram acima de 9.

Figura 104: Avaliação do Mapa CEMT - Baixa Visão - Não Lêem em Braille.

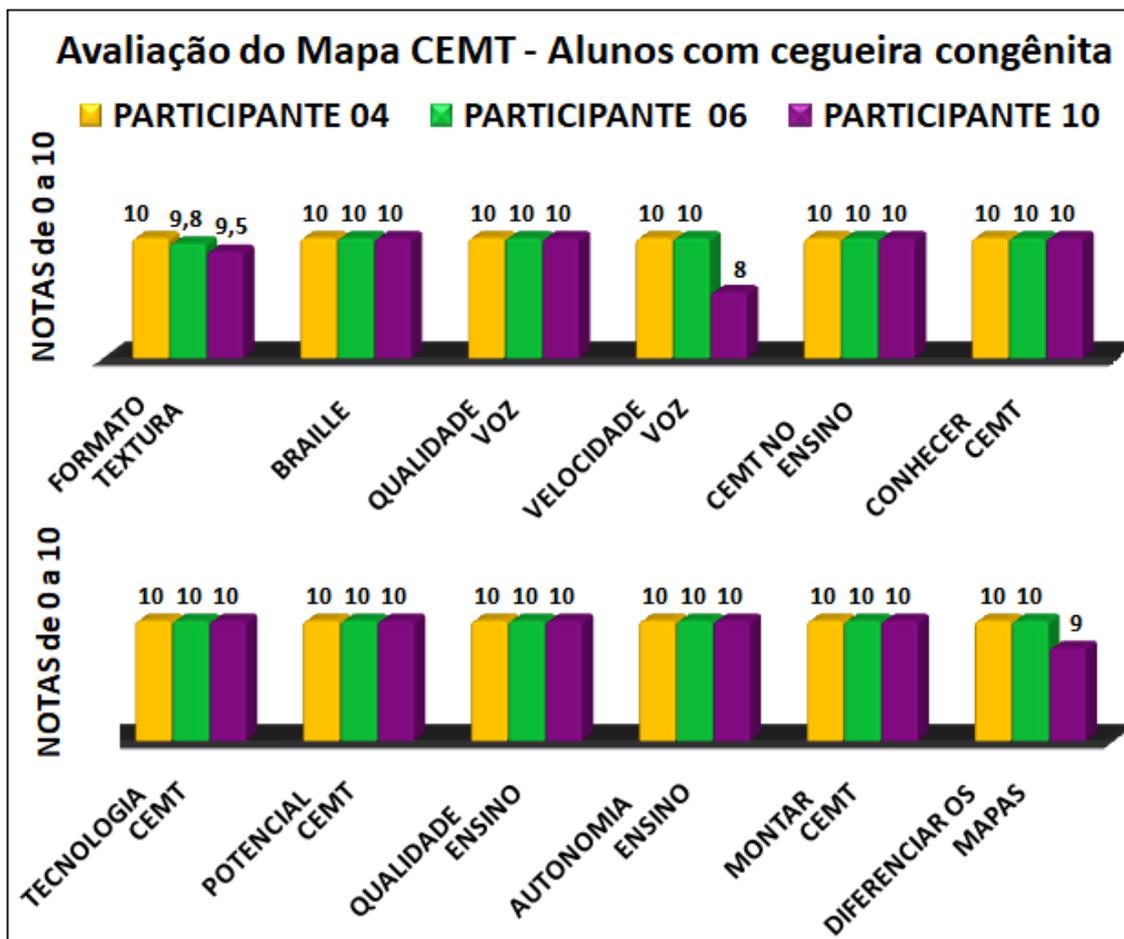


Fonte: Produzido pelo Autor.

O grupo formado pelos Alunos Participantes com deficiência visual de cegueira congênita, figura 105, avaliaram muito bem o mapa CEMT em seus doze itens, sendo que o Aluno Participante 10 pontuou o item de velocidade da voz com a nota 8 e justificou a sua avaliação dizendo que “... foi bastante

rápido...” ele disse ao pesquisador que a velocidade da voz poderia ser um pouquinho mais lenta (Aluno Participante 10).

Figura 105: Avaliação do Mapa CEMT - Alunos - Cegueira Congênita.



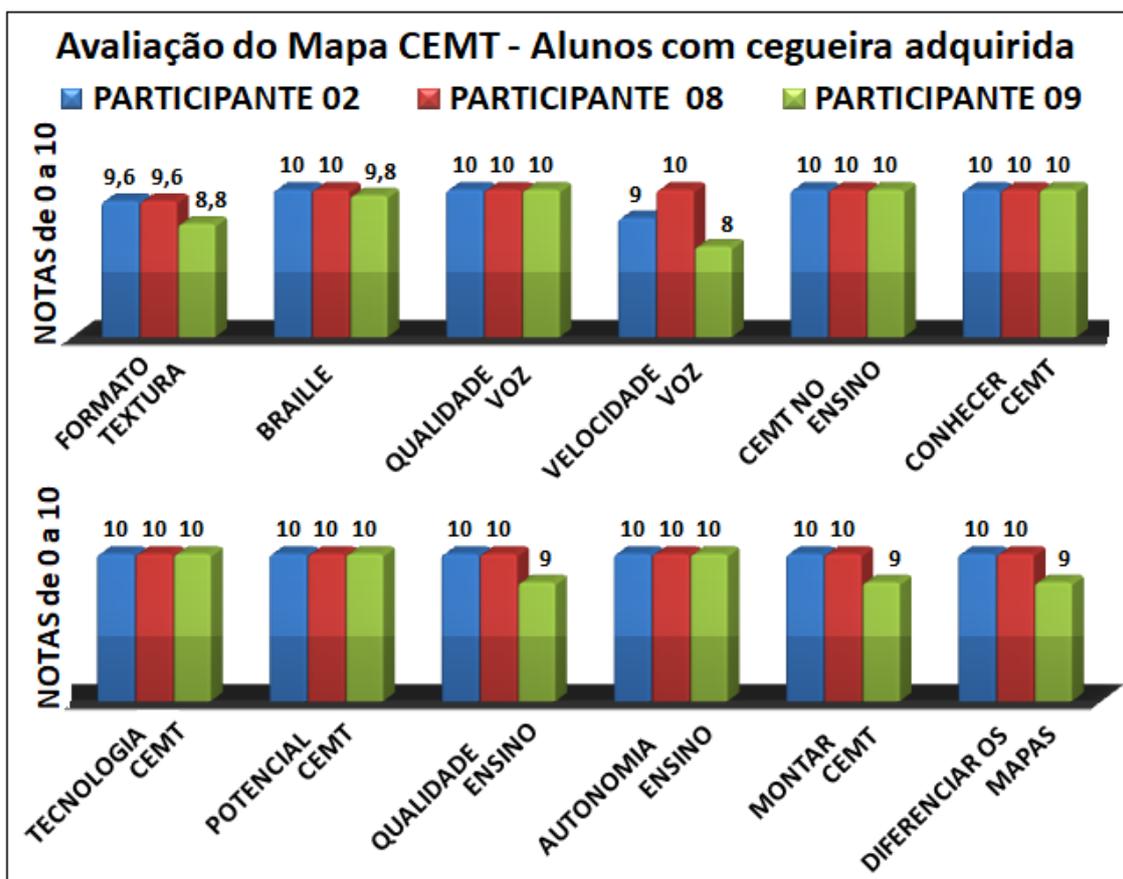
Fonte: Produzido pelo Autor.

Na figura 106 apresentamos o registro avaliativo do grupo de Alunos Participantes com deficiência visual de cegueira adquirida que pontuaram bem os doze itens que avaliaram o Mapa CEMT. Os Alunos Participantes 09 e 10 sendo, respectivamente, um com deficiência visual de cegueira adquirida e o outro com deficiência visual de cegueira congênita, precisaram justificar a nota atribuída ao item de velocidade da voz, mas desta vez, o Aluno Participante 09 (diferentemente do Aluno Participante 10) reclamou que a voz estava muito lenta e que deveria ser acelerada para o seu maior conforto nos estudos com o Mapa CEMT, o aluno complementou que costuma utilizar recursos eletrônicos como o *TalkBack* que é um recurso de acessibilidade do Google para a interação das pessoas ouvintes com deficiência visual para celulares. O

discente afirmou que “... falou um pouco lento...” e que o pesquisador deveria “... botar um botãozinho para poder ajustar isso também... ajuste da velocidade...” (Aluno Participante 09).

Ainda, o Aluno Participante 09 necessitou justificar a sua nota 8,8 para a textura do Mapa CEMT, afirmando que “... a textura do Espírito Santo parece muito com a do Rio de Janeiro...” (Aluno Participante 09).

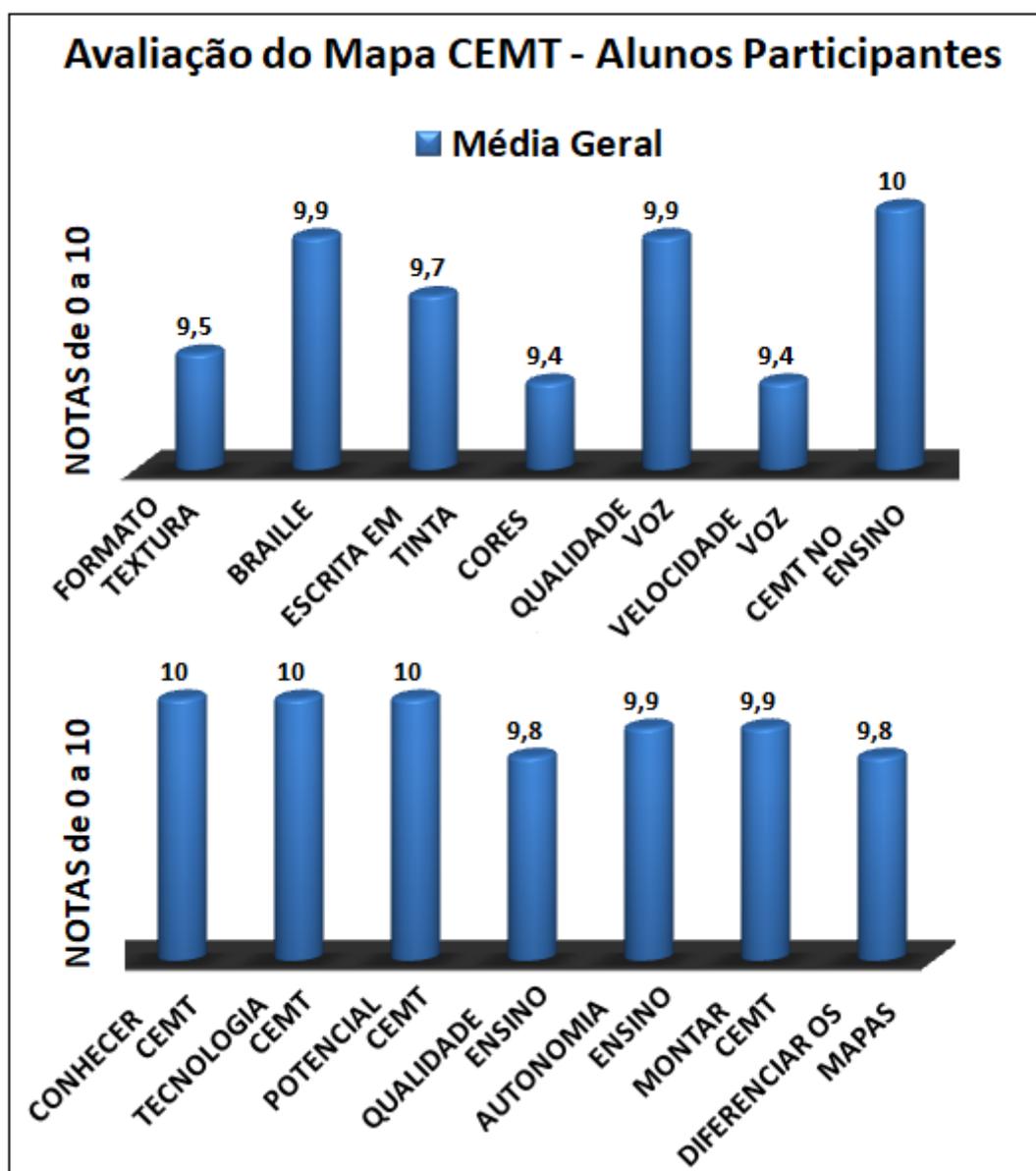
Figura 106: Avaliação do Mapa CEMT - Alunos - Cegueira Adquirida.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Na figura 107 realizamos uma média geral avaliativa do Mapa CEMT sobre as notas atribuídas por todos os Alunos Participantes em seus quatorze itens e podemos constatar que numa verificação geral o Mapa CEMT foi muito bem avaliado, com notas que sofreram uma variação de 9,4 para a nota máxima que foi a nota 10.

Figura 107: Avaliação do Mapa CEMT - Alunos Participantes - Média Geral.



Fonte: Produzido pelo Autor.

Apresentamos os resultados que foram produzidos através das entrevistas estruturadas oriundas dos questionários fechados sobre as características e sobre as funcionalidades do Mapa CEMT e, também, através das entrevistas semiestruturada, sendo conduzidas para que os Alunos Participantes justificassem as notas aplicadas a cada item avaliativo do Mapa CEMT que foram pontuados com notas abaixo de 9.

Para concluirmos o processo avaliativo dos Alunos Participantes, apresentaremos, a seguir, os resultados da entrevista livre aplicada aos discentes.

Numa entrevista livre perguntamos a cada Aluno Participante o que ele achou da proposta do Mapa CEMT.

O Aluno Participante 01 avaliou o Mapa CEMT em aspectos gerais, descrevendo que:

[...] é a primeira vez que eu vejo um mapa que eu tenho que botar a mão... Para ele falar!... Algumas informações eu fiquei sabendo agora... Das divisas (entre os estados)... Que o litoral do Rio é chamado de litoral Fluminense... Que o do Espírito Santo litoral Capixaba... Ele é importante, principalmente, para quem tem pouca sensibilidade no tato... Primeira vez que eu vejo um mapa que dá para encaixar, não sabia que tinha esse tipo de mapa... Através dele, eu ia aprender mais sobre as características dos estados... Eu ia conseguir armazenar algumas informações melhor... Que até os alunos conseguiriam, também, através desses mapas, usando tanto o tato como a audição, eles conseguiriam aprender melhor através desses mapas [...] (Aluno Participante 01).

Colhemos o depoimento do Aluno Participante 02 que ficou bem surpreso com a novidade, afirmando que:

[...] Eu nunca tinha visto um mapa que fala!... Aqui na escola eles só mostram o mapa tátil que é de plástico... É mais entendido, dá para entender mais... Porque o plástico você tem como diferenciar... Pela diferença de material, se é mais liso se é mais áspero... (pelo Mapa CEMT)... Pelo tamanho, pela forma, a voz foi tudo!... Eu nunca tinha visto um mapa assim!... Ficou muito boa a velocidade não está nem rápido e nem devagar... Ficou muito bom... Deu para entender bem... O Braille ficou muito bom em todos... Até porque ele é metal, então não apaga e nem machuca o dedo... Aumenta a concentração... Ter um mapa assim... Eu acho que é mais interessante, explica mais, é mais confortável de ouvir [...] (Aluno Participante 02).

Na análise realizada pelo Aluno Participante 03, observamos um maior destaque para a tecnologia do Mapa CEMT, quando o discente descreve que:

[...] Para pessoas deficientes visuais como eu é muito importante uma mapa tátil assim... Porque muitas pessoas não conseguem identificar cada local... A voz ajuda muito porque dá para identificar qual cidade... Região e os limites... É mais fácil!... Eu acho que é uma tecnologia muito boa para os deficientes visuais [...] (Aluno Participante 03).

A forma em que o Mapa CEMT visa explicar os conteúdos foi o que chamou a atenção do Aluno Participante 04, pois o mesmo afirmou que o mapa:

[...] Explicou bem, num volume bom, numa velocidade razoável... Eu acho que as texturas foram feitas da forma correta... Não só pelo formato e pelas texturas, mas também pela explicação... Eu achei a explicação boa, a explicação da voz [...] (Aluno Participante 04).

Nos depoimentos do Aluno Participante 05, podemos destacar as características que comprovam que o Mapa CEMT aplicou os conceitos de desenho universal (DU) em seu *design*, quando o discente diz que:

[...] Ele pode ser bom para as pessoas que não enxergam e também para as pessoas que enxergam... Ajudar nos estudos... São cores vivas... A voz está normal... Nota para o mapa... Essa a é eu dava até 1000!... Bom, as partes das divisas que você implementou os sensores meio que ajudaram... Dá para ver bem... Dá para ver que está escrito "Minas Gerais"[...] (Aluno Participante 05).

Identificamos como o Aluno Participante 06 ficou surpreso com a tecnologia inovadora incorporada ao Mapa CEMT, em suas palavras, apontou e materializou os conceitos de *design* (*Affordances* do autor Donald Norman, ser auto-explicativo), quando explicou:

[...] Achei interessante esse mapa... Antigamente, eu sabia mapa sem... Assim... Sem de ouvir né... Agora é a primeira vez que conheço esse mapa e já estou gostando... Fica mais fácil para se localizar... Ele fala qual é o procedimento que deve ser feito... Deu para compreender melhor... Essa tecnologia eu achei bem interessante... É a primeira vez que conheço [...] (Aluno Participante 06).

Nas declarações do Aluno Participante 07, identificamos que o discente fez uma avaliação comparativa apontando o *design* do Mapa CEMT frente aos métodos tradicionais quando elogiou o mapa, dizendo:

[...] Para mim ficou tudo bom, tudo organizado no mapa... Pô aê foi muito bom, cara!... É a primeira vez que eu vi um mapa assim... Ficou muito bom para reconhecer com os passos e

tudo... Essa tecnologia vai ajudar muitas pessoas... Para alguns deficientes visuais só aquela lona com tipos de texturas diferentes e o Braille... Até ajuda... Também, mas passar a mão e falar, ouvir a voz... Ajudaria bastante... Vai ajudar muitas pessoas, porque a tecnologia desse mapa vai dar as pessoas uma melhor noção de espaço no mapa... Nesse mapa, a voz explica os conteúdos da região, nos outros mapas só com aquela lona, só mostra as siglas e o nome e tipo... Para botar a legenda e tudo da região vai ficar grande, então, não dá [...] (Aluno Participante 07).

A inovação do Mapa CEMT foi destacada pelo Aluno Participante 08 e também a importância realizada pelo seu *design* em unir os sentidos da audição e do tato, as suas características e funcionalidades, quando afirmou que:

[...] A textura ótima foi bem produzido... Braille perfeito e bem condicionado ao mapa... A voz padrão do mapa super bem, deu para entender perfeitamente... É a primeira vez que eu escuto falar em mapa que tenha a circunferência perfeita de tato mais audição... Que é a primeira vez que eu tinha visto na minha vida... Perfeito!... A produção da rosa dos ventos perfeita... Deu para explicar perfeitamente bem, deu para entender tudo [...] (Aluno Participante 08).

O Aluno Participante 09 apresentou um perfil único em relação aos demais Alunos Participantes que foi o de falar pouco e respondeu de forma bem direta o que lhe foi perguntado, mas opinou de uma forma geral sobre o mapa e o quando foi trabalhoso construir o Mapa CEMT, quando afirmou que “... Foi tudo agradável... Imagina o trabalho que deu para fazer isso?...” (Aluno Participante 09).

O último Aluno Participante, o Aluno Participante 10, expressou que gostou muito do *design* do Mapa CEMT de uma forma geral, quando explicitou:

[...] Eu gostei muito... É um mapa muito bom e recomendável para as pessoas com deficiência visual... Porque as coisas estão muito claras e dá para explicar... Eu gostei muito dessa tecnologia é muito boa e muito explicativa... Eu gostei do Braille... Eu gostei da escrita (Braille) está bem escrito [...] (Aluno Participante 10).

Os Alunos Participantes ouvintes com deficiência visual, estudantes do IBC, de uma forma geral, avaliaram muito bem o Mapa CEMT aprovaram o seu

design, suas características, suas funcionalidades e a sua proposta educacional como uma inovadora Tecnologia Assistiva.

Terminamos a apresentação dos resultados da entrevista livre que foi aplicada a cada um dos dez Alunos Participantes desta pesquisa.

Com o término dessa parte do processo de avaliação concluímos a execução do quarto e último objetivo específico desta pesquisa que contou com a participação de três Professores de Geografia como Professor Participante 01 até o Professor Participante 03 e também com dez Alunos ouvintes com deficiência visual como Aluno Participante 01 até o Aluno Participante 10. Na próxima seção apresentaremos as nossas considerações finais sobre a pesquisa desenhando a conclusão sobre o modelo que investigamos e apresentaremos as nossas perspectivas futuras sobre a pesquisa que foi desenvolvida.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusão

Esta pesquisa buscou, exaustivamente, formas de comprovar que podemos desenvolver Tecnologias Assistivas mais evoluídas apropriando-se dos conceitos computacionais e mostrou a importância na sua utilização para a concepção de projetos que possam incluir as pessoas que são ouvintes com deficiência visual.

Como preceitos computacionais, utilizamos a Internet das Coisas como forma de comunicação entre os sensores do Mapa CEMT e a Computação Embarcada apropriando-se da Plataforma Arduíno como *hardware* que foi incorporado nesse mapa tátil que usou como exemplo o estudo dos conteúdos do mapa político da Região Sudeste do Brasil.

Os mapas táteis são amplamente utilizados nesse processo inclusivo e desenvolvemos uma tecnologia que modificou o seu *design* na intenção de torná-los mais funcionais, eficientes, atraentes de forma a agregar valor e propiciar uma maior qualidade no ensino/aprendizagem e mais autonomia nos estudos das pessoas ouvintes com deficiência visual, além de melhor equipar os professores de Geografia para obterem sucesso no desenvolvimento de suas atividades acadêmicas com esses alunos.

O processo investigativo e de desenvolvimento deste *design* contou com a colaboração ativa que incluíram os Professores Participantes com os Alunos Participantes que são integrantes da comunidade escolar do Instituto Benjamin Constant no processo de validação e avaliação do produto do Mapa CEMT.

A pesquisa teve como objetivo principal a construção um produto computacional, utilizando os fundamentos da Internet das Coisas sustentada pela Plataforma Arduíno, que funcionou embarcado em um mapa tátil, abordando características da Região Sudeste do Brasil, visando garantir a qualidade no ensino, provendo uma maior autonomia aos estudos dos discentes ouvintes com deficiência visual.

Para alcançarmos esse objetivo principal dividimos a pesquisa em quatro objetivos específicos.

O primeiro objetivo específico foi superado com a realização de uma busca material e funcional sobre os mapas táteis através de uma pesquisa nas bases acadêmicas, onde selecionamos pesquisas que nos deram informações úteis sobre as melhores práticas, uso de materiais, as principais funcionalidades e de como produzir mapas táteis que atendam as especificidades das pessoas ouvintes com deficiência visual de baixa visão leve/moderada/severa ou cegueira sejam elas adquiridas ou congênita.

O sucesso no atendimento do primeiro objetivo nos permitiu o acesso ao conhecimento prévio e necessário para o desenvolvimento do protótipo experimental do Mapa CEMT de forma evolutiva e não descartada.

Essa característica ocorreu porque conseguimos prever a maioria das funcionalidades que o protótipo deveria ser dotado para se tornar um produto bem validado e avaliado pelos Professores e Alunos Participantes sem a necessidade de descarte das versões dos protótipos anteriores.

Ao término do primeiro objetivo, desenvolvemos o segundo objetivo específico que foi o de construir o protótipo computacional experimental, utilizando os fundamentos da Internet das Coisas sustentada pela Plataforma Arduíno, na construção de um *hardware*, que funcionará embarcado em um mapa tátil e abordará as características da Região Sudeste do Brasil;

Nesse objetivo, aplicamos na prática e aproveitamos ao máximo os conceitos adquiridos através do primeiro objetivo que nos permitiu criar um protótipo mais refinado e de maior qualidade em seu *design*, proporcionando um ganho na pesquisa em relação ao tempo de execução em campo (ocorrido nas dependências do IBC) e na concepção de um nível de maturidade bem elevado que podemos viabilizar na elaboração desse protótipo.

Assim, findamos o segundo objetivo e partimos para execução do terceiro objetivo específico, quando validamos o protótipo experimental do Mapa CEMT como um produto.

O pesquisador considerou esse objetivo específico como o mais importante da pesquisa, pois além de ter validado e comprovado a eficácia das funcionalidades de todo o trabalho, neste passo, foi possível incluir/valorizar as opiniões expostas pelo Professor participante 01 e pelo Aluno Participante 01

durante o processo de construção e evolução do protótipo do Mapa CEMT como um produto educacional e inclusivo.

Após validarmos o protótipo do Mapa CEMT como um produto que inclui o aluno ouvinte com deficiência visual no processo de ensino e aprendizagem, concluímos o terceiro objetivo específico desta pesquisa e executamos os procedimentos para finalizar o último objetivo específico que foi o de avaliar o produto em seu desempenho alcançado no processo de ensino/aprendizagem.

Neste último objetivo específico, avaliamos o Mapa CEMT em seu desempenho como uma ferramenta educacional e constatamos na apresentação dos resultados avaliativos do Mapa CEMT que os três Professores de Geografia e os dez Alunos ouvintes com deficiência visual e com as mais diversas especificidades (baixa visão leve/moderada ou severa podendo ser adquirida ou congênita e cegueira congênita ou adquirida) avaliaram muito bem o Mapa CEMT.

Os três Professores Participantes fecharam questão na contribuição do mapa CEMT em relação a sua proposta de promover a autonomia e aumentar a qualidade, sendo uma ferramenta que facilita o processo de ensino e aprendizagem dos alunos ouvintes com deficiência visual.

Materializando em números esta afirmativa, temos que de vinte e sete itens perguntados aos Professores Participantes sobre as características do Mapa CEMT, numa escala de nota de 0 até 10 e num total possível de 270 pontos a média das notas atribuídas pelos docentes foram de 244,67 pontos, tendo uma aproveitamento de 90,6% em suas características.

Na opinião dos Professores Participantes, dentre os itens perguntados sobre as características do Mapa CEMT, todos os itens obtiveram um percentual de perda de pontos, sendo que o item das cores do Mapa CEMT foram o que perderam mais pontos (3%), seguidos da textura (2%), Braille/escrita em tinta (1,85%), velocidade da voz (0,37%) e por último a qualidade da voz (0,25%).

Já na avaliação destinadas às funcionalidades do Mapa CEMT, foram onze itens perguntados e dos 110 pontos possíveis o mapa obteve 104 pontos, atingindo um índice de aprovação maior que foi de 94,54%.

Os itens que não perderam pontos foram o da tecnologia do CEMT e o da importância dos mapas táteis; os que perderam foram seguidos do CEMT

como TA educacional, estimulação do aprendizado, CEMT com seus sensores e seus conteúdos, CEMT como uma inovação pedagógica (0,3%); CEMT no ensino, CEMT frente a outros métodos (0,6%); qualidade e independência, usabilidade (0,9%) e facilidade em conhecer e em montar o CEMT (1,2%).

Os dez Alunos ouvintes com deficiência visual que foram divididos em quatro categorias devido a suas especificidades e após conhecerem e utilizarem o Mapa CEMT todos os Alunos Participantes responderem as questões ligadas aos itens das características e das funcionalidades do Mapa CEMT.

Os resultados numéricos apresentados pelos os Alunos Participantes apontam que dos 270 pontos possíveis na avaliação das características do Mapa CEMT, eles pontuaram o mapa 261,97 pontos, representando um percentual de 97% de aprovação nessa avaliação.

Os itens das características pesquisadas sobre o Mapa CEMT que perderam mais pontos, na avaliação dos discentes, foram o das cores (1,4%), seguidos da textura (0,85%), da escrita em tinta (0,5%), da velocidade da voz (0,2%), do Braille (0,05%) e da qualidade da voz (0,04%).

Na avaliação das funcionalidades do Mapa CEMT, nos 80 pontos possíveis o Mapa CEMT foi avaliado com 79,4 pontos, atingindo um percentual impressionante de 99,25% de aproveitamento na avaliação das suas funções.

Nos itens funcionais, o Mapa CEMT, não perdeu pontos nos itens relacionados ao CEMT no ensino, conhecer o CEMT, Tecnologia do CEMT e no potencial do CEMT e os itens que fizeram o CEMT perder mais pontos foram diferenciar os mapas e qualidade no ensino (0,25%), seguidos de montar o CEMT e autonomia do CEMT (0,125%).

Numa comparação numérica e de uma forma geral o Mapa CEMT foi muito melhor avaliado em suas características e funções pelos Alunos Participantes (97% - 99,25%) do que pelos Professores Participantes (90,6% - 94,54%) nesta pesquisa.

Foi latente, em nossa pesquisa, que foi muito mais difícil atender as especificidades dos alunos ouvintes com deficiência visual de baixa visão do que dos alunos com deficiência visual com cegueira.

Os Alunos ouvintes com deficiência visual de baixa visão, até por suas inúmeras especificidades, foram muito mais exigentes na questão do *design* do

Mapa CEMT em relação a suas cores, a qualidade da escrita em tinta, formas e apresentação de beleza do mapa.

Já os Alunos ouvintes com deficiência visual de cegueira adquirida e congênita se atentaram muito a qualidade da escrita no sistema em Braille, nas texturas, nos detalhes dos símbolos táteis e nos formatos de cada um dos seis mapas táteis que compõem o Produto do Mapa CEMT.

Os Alunos ouvintes com deficiência visual de cegueira congênita chamaram a atenção do pesquisador, pois todos eles expressaram sentimentos de surpresa em comparação aos Estados da Região Sudeste nos requisitos de tamanho e peso em relação às gritantes diferenças de área territorial de Minas Gerais em relação ao Estado de São Paulo e mais ainda em relação a área do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Sobre os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo o quanto eles são parecidos em tamanho, peso e formato.

O grupo de discentes que apresentaram mais facilidade foram os Alunos ouvintes com deficiência visual de baixa visão leve, pois concluíram os estudos com o Mapa CEMT em, apenas, 29% mais tempo do que o pesquisador precisou para executar a mesma ação.

O aluno ouvinte com deficiência visual de baixa visão moderada concluiu, em segundo lugar, demorando 44% mais tempo em seu estudo que o pesquisador.

Já o aluno ouvinte com deficiência visual de baixa visão severa precisou de 71% acima do tempo que o pesquisador concluiu o seu estudo sobre a Região Sudeste do Brasil.

Os integrantes do grupo de alunos com deficiência visual de cegueira adquirida utilizou 85% a mais, do tempo que o pesquisador precisou, para finalizarem os seus estudos com o Mapa CEMT.

Os discentes que apresentaram mais dificuldades foram o que fizeram parte do grupo de Alunos ouvintes com deficiência visual de cegueira congênita, pois necessitaram de mais do que o dobro do tempo (116%) que o pesquisador precisou para estudar os conteúdos da Região Sudeste.

Observamos que quanto maior o nível de comprometimento visual desses alunos, maiores são as suas dificuldades, a pesquisa apontou que apesar de necessitarem de mais tempo, em comparação aos que possuem

uma visão saudável, todos conseguem realizar as tarefas propostas, provando que o desafio da deficiência visual está na transposição dessas barreiras e não no comprometimento cognitivo/intelectual.

O pesquisador necessitou trabalhar com abordagens personalizadas, na forma a obter o seu êxito e na intenção de proporcionar um ambiente de interação segura e amigável durante suas intervenções com cada Aluno Participante, mesmo tendo uma metodologia a ser aplicada a todos os participantes discentes nesta pesquisa.

No meio do grupo de Alunos ouvintes com deficiência visual de baixa visão leve, tivemos um aluno que também é daltônico e que avaliou com média 8,5 as cores do Mapa CEMT por ter se confundido com a cor lilás que pintamos o Estado de São Paulo com a cor azul utilizada para pintar o litoral paulista. Neste exemplo, concluímos que nem sempre as cores que aplicamos aos mapas táteis atenderão a todos de forma satisfatória. Por isso, devemos fornecer ao aluno que tenha esta barreira, informações complementares de forma a fazê-lo entender os conteúdos expostos através desses mapas.

A qualidade da voz do Mapa CEMT não é robotizada e se aproxima muito da fala humana, proporcionando aos alunos um maior conforto auditivo.

A velocidade da voz empregada nos mapas pode influenciar na qualidade dos estudos dos alunos, pois percebemos que os alunos ouvintes com deficiência visual que possuem acesso e domínio de tecnologias digitais de leitores de telas e de celulares preferem um nível mais acelerado na voz em seus estudos, isto é, seus ouvidos estão treinados para assimilarem mais informação em menor unidade de tempo. Existem também, os alunos que não treinaram esta técnica e necessitam de um nível de voz menos acelerado para conseguirem acompanhar os estudos.

O Mapa CEMT foi apontado pelos professores e alunos como uma ferramenta educacional com potenciais em suas características e funcionalidades que são dotados por projetos inclusivos que possuem *designs* universais, pois este mapa tem condições de serem utilizados por todos, alunos ouvintes com deficiência visuais ou não.

Apresentamos uma proposta de Tecnologia Assistiva muito flexível para os professores que podem modificar/atualizar os conteúdos do Mapa CEMT sempre que julgarem necessário, provando que o mapa nunca ficara obsoleto e

estará sempre disponível para melhor atender aos discentes em seus estudos acadêmicos.

O *design* do Mapa CEMT propõe um formato bastante lúdico, intuitivo, interativo e permite ao Aluno aprender brincado, criando um elo de mão dupla entre o aluno e o Mapa CEMT, permitindo-lhes um estudo mais interessante e menos cansativo.

Assim, respondemos a questão dessa pesquisa: **Como a computação embarcada, incorporada aos mapas táteis, pode agregar valor e propiciar uma maior qualidade no ensino/aprendizagem e autonomia aos estudos das pessoas ouvintes com deficiência visual?**

O aumento da qualidade do ensino ocorre por utilizarmos os nossos sentidos para compreendermos os acontecimentos ao nosso redor e na falta da visão, o Mapa CEMT, proporcionou ao seu usuário com deficiência visual um estudo sensorial que estimulou, simultaneamente, os sentidos do tato e da audição no momento em que o mesmo interagiu com esse mapa, este processo, permitiu ao aluno absorver um maior número de informações, promovendo uma interatividade entre os conteúdos exposto pelo Mapa CEMT (através de seus 46 sensores) e entre o aluno através de suas ações proveniente de seu toque nos sensores do mapa (tato) e na audição dos conteúdos em áudio.

A qualidade do ensino foi promovida pelo Mapa CEMT por ter a capacidade de permitir ao aluno ouvinte com deficiência visual a gerência de um grande volume de informações sobre a Região Sudeste do Brasil que seriam impossíveis de serem trabalhadas se fossem transcritas no sistema Braille e/ou escritas em tinta para o acesso deles sem gerarem uma imensa poluição de informações nesse mapa tátil.

Esse volume de informações foi diluído através do *design* que o aluno tem acesso através de seu tato, sendo divididos em passos e também estão distribuídos pelos seus 46 sensores que o Mapa CEMT possui espalhados pela área dos seus seis mapas táteis utilizando-se, também de símbolos táteis.

A autonomia foi proporcionada ao aluno quando ele tem a governança para repetir qualquer informação que ele não tenha assimilado sem a necessidade de auxílio externo, bastando apenas que o discente repita o movimento do toque/tato no sensor do Mapa CEMT que repetirá o áudio do

conteúdo automaticamente por quantas vezes forem necessário e o aluno pode decidir seguir nos estudos, somente quando tiver entendido o conteúdo.

O Mapa CEMT permite, também, ao aluno que já domine o princípio de funcionamento do mapa que o mesmo consiga, de forma autônoma, iniciar, retomar, revisar e concluir os seus estudos sem qualquer auxílio.

A pesquisa deixa como legado, um exemplo concreto para o desenvolvimento de novas Tecnologias Assistiva, fazendo uso de conceitos computacionais que fornecem um suporte mais técnico aos docentes e que facilite o processo de ensino/aprendizagem dos seus discentes ouvintes com deficiência visual.

A ideia de Tecnologias Assistiva mais elaboradas não é substituir a figura do professor, mas sim propor ferramentas mais eficazes e eficientes na promoção de um ambiente de ensino e aprendizagem mais produtivo para seu alunado.

5.2 Perspectivas

O produto produzido como resultado desta pesquisa, o Mapa CEMT, e na sua versão sobre os conteúdos do mapa político da Região Sudeste do Brasil foi muito elogiado e bem avaliado pelos Professores e, principalmente, pelos seus potenciais consumidores, os Alunos ouvintes com deficiência visual, tanto os de baixa visão leve/moderada ou severa, congênitos ou adquiridos, quanto os de cegueira adquirida ou congênita.

Mesmo mediante dos resultados positivos alcançados, o pesquisador tem ciência de que o Mapa CEMT, ainda, possui várias oportunidades de melhoria, tanto em seu *design* estilístico em relação ao que pode ser melhorado em suas cores, no sentido de encontrarmos cores que possam causar menos impactos no sentido de melhor atenderem as enormes especificidades da baixa visão.

A pesquisa apontou, como uma importante oportunidade de melhoria, a questão do controle de velocidade da voz que podemos solucionar encontrando uma solução via *hardware* ou via *software* em atendimento definitivo a essa questão, visando o maior conforto dos alunos que irão estudar através desses mapas táteis.

Outra grande proposta para a evolução do Mapa CEMT foi observada na pesquisa avaliativa do mapa quando o pesquisador identificou algumas falhas atitudinais dos alunos que podem gerar ambiguidades no processo de montagem e desmontagem dos Estados da Região Sudeste do Brasil, podendo induzir ao aluno a deixar de estudar e/ou revisar todos os conteúdos contidos nos sensores do mapa.

Uma forma de solucionar o problema exposto será por meio da reprogramação do Mapa CEMT, buscando corrigir o seu *design*, informando ao aluno os sensores que não foram acionados por ele e só permitir que o aluno avance em seus estudos quando todos os sensores tiverem sido acionados, permitindo ao aluno ouvir o conteúdo atribuído a todos os sensores e de cada Estado da Região Sudeste do Brasil na sua montagem e antes da sua desmontagem, finalizando o seu estudo.

Visualizamos também no processo investigativo que o Mapa CEMT para se tornar um produto comercial, ele precisará evoluir no *design* da sua interface para atender melhor ao professor no processo de atualização/gerência dos conteúdos que serão ouvidos através dos áudios incorporados ao mapa.

O *design* para o docente será solucionado com o desenvolvimento de um *software* que faça a gerência do conteúdo a ser exposto pelo Mapa CEMT, sendo administrado pelo professor que fará uso desse mapa em suas aulas com seus educandos.

Pensamos em materializar o Mapa CEMT em versões que venham atender às outras áreas do conhecimento, tais como: mapas táteis para empresas com funções mais específicas, versão para o estudo da matemática, ciências, história e etc. A proposta do Mapa CEMT, desde o início desta pesquisa, foi o de demonstrar o seu potencial multidisciplinar e utilizou como exemplo e para teste acadêmico os conteúdos do mapa político da Região Sudeste do Brasil.

Prosseguir com os estudos acadêmicos sobre a temática no sentido de adquirir informações relevantes que resultem em produtos que se tornem projetos de Tecnologia Assistiva mais eficientes e eficazes no processo de ensino e aprendizagem ou em outras áreas correlacionadas.

Uma proposta muito estudada pelo pesquisador é a de viabilizar a construção em escala industrial do produto, tornando-o menos artesanal e,

assim, diminuindo o seu custo e tempo para a sua elaboração. O pesquisador já adquiriu uma impressora 3D e estuda como incluí-la no processo de produção do Mapa CEMT.

Por último, pensamos na possibilidade de buscarmos parceiros comerciais para tornar o produto popular e disponível para o seu mercado consumidor que são os maiores interessados e beneficiários com a nova proposta apresentada pelo produto do Mapa CEMT no âmbito educacional e em outras propostas de exposição de conteúdos.

6. REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 3ed. 2016. Disponível em <<http://www.ufpb.br/cia/contents/manuais/abnt-nbr9050-edicao-2015.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16537**: Acessibilidade - Sinalização tátil no piso - Diretrizes para elaboração de projetos e instalação. 1ed. 2016. Disponível em: <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_176.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2017.

ABREU, Silvia Adriana Lima *et al.* EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR E INCLUSÃO DE DEFICIENTES VISUAIS: IMPORTÂNCIA E DIFICULDADES. **Form@re. Revista do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica/Universidade Federal do Piauí**, v. 4, n. 1, 2017. Disponível em: <<http://www.ojs.ufpi.br/index.php/parfor/article/view/5566>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

ADA - AMERICAN WITH DISABILITIES ACT 2010. Disponível em: <<https://www.ada.gov/regs2010/2010ADAStandards/2010ADAstandards.htm>>. Acesso em: 09 maio 2017.

ALEXANDRAKIS, Vassilis. **A participatory approach to the development of specifications for a 3D puzzle for visually impaired and sighted users**. 2016. 103f. Dissertation (Master of Science) - Royal Institute of Technology in Stockholm. Stockholm, 2016. Disponível em: <<http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A955255&dswid=-5926>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

ALVES, David de Abreu; ALENCAR, Alisson Clauber Mendes de; BEZERRA, HANNAH, Carla de Jesus. A cartografia tátil como recurso didático para inclusão de deficientes visuais nas aulas de geografia: breves considerações. In: II CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA E III JORNADA CHILENA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA. Campina Grande - PB, 2016. **Anais...** Pernambuco: Realize, 2016. p. 1-12. Disponível em:

<https://editorarealize.com.br/revistas/cintedi/trabalhos/TRABALHO_EV060_M D1_SA4_ID2594_12102016004850.pdf>. Acesso em: 02 maio. 2017.

AMERICAN PRINTING HOUSE FOR THE BLIND, Inc . APH. **APHont**, 2018. Disponível em: <<http://www.aph.org/products/aphont>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

AMIRALIAN, Moraes Toledo. **Compreendendo o cego**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997.

ARDUINO. **ARDUÍNO**, 2018. Disponível em <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em 19 fev. 2018.

ARRUDA, Luciana Maria Santos de. Geografia na infância para alunos com deficiência visual: a utilização de uma maquete multissensorial para a aprendizagem do conceito de paisagem. **Giramundo**, Rio de Janeiro, v.3, n.5, p. 93-101, jan./jun. 2016. Disponível em: <<http://www.revistaedugeo.com.br/ojs/index.php/revistaedugeo/article/view/379/187>>. Acesso em: 02.fev.2017.

BARBIERI, Mayara Caroline. **Cuidado à criança e ao adolescente com deficiência visual**: experiência da família. (Dissertação de mestrado), São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/7757/DissMCB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

BAÚ, Fernanda Silva *et al.* O ENSINO FRAÇÕES PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO E EXPERIMENTAÇÃO DE UM MATERIAL DIDÁTICO. In: **Semiedu 2017**. p. 1-14, 2017. Disponível em: <<http://eventosacademicos.ufmt.br/index.php/semiedu/semiedu2017/paper/view/File/1782/595>>. Acesso em: 13 fev. 2018.

BARROS, Carlos; PAULINO, Wilson R. O Corpo Humano. São Paulo, Ed. Ática, 2000.

BEM, Gabriel Moraes de. **Parâmetros de fabricação de símbolos para mapas táteis arquitetônicos**. 2016. 204f. Dissertação (mestre em Arquitetura e Urbanismo)- Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/174159> >. Acesso em: 02 maio 2017.

BERSCH, Rita. Introdução a tecnologia assistiva. **Tecnologia e educação:** Porto Alegre, p. 1-20, 2017. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2018.

BRANDÃO, Jorge. **Vivenciando a Matemática**. São Paulo: Scorteccei, 2009.

BRASIL. Circular nº 277/MEC/GM, 08 de maio de 1996a. A execução adequada de uma política educacional dirigida aos portadores de necessidades especiais possibilita que venham a alcançar níveis cada vez mais elevados do seu desenvolvimento acadêmico. **Ministério da Educação**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/aviso277.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

_____. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988. **Diário Oficial da União**, seção 1, p.1. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

_____. Decreto nº 1.320, de 24 de janeiro de 1891. Institue honras e homenagens á memória do eminente cidadão o general de brigada Benjamin Constant Botelho de Magalhães. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=50035&norma=65822>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

_____. Decreto nº 1.428, de 12 de setembro de 1854. Crea nesta Côrte hum Instituto denominado Imperial Instituto dos meninos cegos. **Coleção de Leis do Império do Brasil**, p. 295, vol. 1 pt I. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-1428-12-setembro-1854-508506-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

_____. Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999a. Regulamenta a Lei no 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm>. Acesso em: 16 mar. 2017.

_____. Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das

pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 17 mar. 2017.

_____. Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei no 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei no 10.098, de 19 de dezembro de 2000. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm>. Acesso em: 17 mar. 2017.

_____. Decreto nº 5.904, de 21 de setembro de 2006a. Regulamenta a Lei no 11.126, de 27 de junho de 2005, que dispõe sobre o direito da pessoa com deficiência visual de ingressar e permanecer em ambientes de uso coletivo acompanhada de cão-guia e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5904.htm>. Acesso em: 18 mar. 2017.

_____. Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009. Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm>. Acesso em: 18 mar. 2017.

_____. Decreto nº 44.236, de 1 de agosto de 1958. Institui a Campanha Nacional de Educação e Reabilitação dos Deficitários Visuais. **Diário Oficial da União**, seção 1, p. 17528. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1950-1959/decreto-44236-1-agosto-1958-383373-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

_____. Decreto nº 48.252, de 31 de maio de 1960. Altera dispositivos do Decreto nº 44.236, de 1 de agosto de 1958. **Diário Oficial da União**, seção 1, p. 8701. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-48252-31-maio-1960-387860-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

_____. Decreto nº 72.425, de 3 de julho de 1973. Cria o Centro Nacional de Educação Especial (CENESP), e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, seção 1, p. 6426. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-72425-3-julho-1973-420888-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

_____. Lei nº 939, de 26 de setembro de 1857. Fixando a Despesa e orçando a Receita para o exercício de 1858-1859. **Palácio do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=60084&norma=75950>>. Acesso em: 15 mar 2017.

_____. Lei nº 3.198, de 6 de julho de 1957. Denomina Instituto Nacional de Educação de Surdos o atual Instituto Nacional de Surdos-Mudos. **Diário Oficial da União**. Seção 1, p. 17077. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1950-1959/lei-3198-6-julho-1957-354795-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

_____. Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989. Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência - Corde, institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7853.htm>. Acesso em: 16 mar. 2017.

_____. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8069.htm>. Acesso em: 16 mar. 2017.

_____. Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8213cons.htm>. Acesso em: 16 mar. 2017.

_____. Lei nº 8.742, de 7 de dezembro de 1993. Dispõe sobre a organização da Assistência Social e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8742.htm>. Acesso em: 16 mar. 2017.

_____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996b. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 05 mar. 2017.

_____. Lei nº 10.048, de 8 de novembro de 2000a. Dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10048.htm>. Acesso em: 16 mar. 2017.

_____. Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000b. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10098.htm>. Acesso em: 17 mar.2017.

_____. Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002a. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm>. Acesso em: 17 mar. 2017.

_____. Manual de Orientação: Programa de Implantação de Sala de Recursos Multifuncionais. 2010. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9936-manual-orientacao-programa-implantacao-salas-recursos-multifuncionais&Itemid=30192>. Acesso em 10 jan. 2018.

_____. 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). **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm>. Acesso em: 05 jan.2017.

_____. MEC, Secretaria de Educação Especial. **Saberes e práticas da inclusão**: desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de alunos cegos e de alunos com baixa visão. 2.ed. Brasília: MEC, 2006b. Disponível em:<<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/alunoscegos.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

_____. Portaria nº 319, de 26 de fevereiro de 1999b. Uma política de diretrizes e normas para o uso, o ensino, a produção e a difusão do Sistema Braille em todas as modalidades de aplicação, compreendendo especialmente a Língua Portuguesa, a Matemática e outras Ciências, a Música e a Informática. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/port319.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

_____. Portaria nº 2.678, de 24 de setembro de 2002b. Considerando o interesse do Governo Federal em adotar para todo o País uma política de diretrizes e normas para o uso, o ensino, a produção e a difusão do Sistema Braille em todas as modalidades de aplicação, compreendendo especialmente a Língua Portuguesa. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <http://www.cmconsultoria.com.br/legislacao/portarias/2002/por_2002_2678_MEC.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2017.

_____. Previdência Social: Instituto Nacional do Seguro Social. **Manual Técnico de Procedimentos de Avaliação Médica Pericial das Funções da Visão**. 1. ed. Rev. e atual., 2014. Disponível em: <http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/510599/RESPOSTA_PEDIDO_rs396PRESINSSanexo.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2018.

_____. Resolução CNE/CEB nº 2, de 11 de setembro de 2001. Institui Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. **Ministério da Educação**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0201.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

BRULE, Emeline *et al.* MapSense: Multi-Sensory Interactive Maps for Children Living with Visual Impairments. **Proceedings of the Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems**. Learning Feedback, - chi4good, May, San José, United States p. 445-457, 2016. Disponível em: <<https://hal.inria.fr/hal-01263056/document>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

BRUNO, M.M. Garcia. **O significado da deficiência visual na vida cotidiana: análise das representações dos pais-alunos-professores**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade Católica Dom Bosco, Campo Grande (MS), 1999. Disponível em: <<http://www.bancodeescola.com/marilda.doc>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

CENCI, Carlos Alberto; BERNARDI, Núbia. Maquetes Táteis produzidas a partir de Técnicas de Fabricação Digital: investigação de simbologia para orientação espacial de deficientes visuais. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE ERGONOMIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO & VII SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ACESSIBILIDADE INTEGRAL, 2., 2016, Salvador. **Anais...** São Paulo: Blucher, 2016, p.248-259. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/eneac2016/ACE03-5.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

CEP. Comitê de Ética em Pesquisa. 2017. Disponível em <<http://plataformabrasil.saude.gov.br/visao/pesquisador/gerirPesquisa/gerirPesquisaAgrupador.jsf>> . Acesso em: 11 nov. 2017.

CIRILO, Carlos Eduardo. Computação Ubíqua: definição, princípios e tecnologias. **Cientificarticle, Universidade Federal de São Carlos, Brasil**, 2008. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43794931/E--sistemas-TurmasUpload-Planos-113186-Artigo_-_Computacao_Ubiqua_-_definicao_principios_e_tecnologias.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1494517309&Signature=mg9rnDhWrzV7VL8UXZ62AGWcMh4%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DComputacao_Ubiqua_definicao_principios_e.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2017.

COOK, A.M. & HUSSEY, S. M. **Assistive Technologies: Principles and Practices**. St. Louis, Missouri. Mosby – Year Book, 1995.

CORRÊA, E. J. *et al.* Avaliação ocular de crianças e adolescentes na atenção básica à saúde. In: GUSMAO, C. M. G. *et al.* II Relato de experiências em tecnologias educacionais do Sistema UNA-SUS 2015. 22. ed. Recife: Editora Universitária UFPE, p.196 - 211, 2015. Disponível em: <https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/avalia%C3%A7ao_ocular_crian%C3%A7a.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2018.

COSTA, Robson Xavier da; COUTINHO, Viviane dos Santos. Entre cores e pessoas com visão subnormal. **Revista Educação, Artes e Inclusão**, v. 14, n. 1, p. 62-88, 2018. Disponível em: <<http://www.revistas.udesc.br/index.php/arteinclusao/article/view/996>>. Acesso em: 16 fev. 2018.

DEGREAS, Helena Napoleon; KATAKURA, Paula. Mapas táteis: orientação e mobilidade em ambiente urbano. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 68/8, p. 1-18, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Helena_Degreas/publication/320934732> . Acesso em: 12 maio. 2017.

DIAS, Gláucia Soldati; SANTOS, Ivan Mota. CRIAÇÃO DE UM MAPA TÁTIL ATRAVÉS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA: MAIS ACESSIBILIDADE AOS DEFICIENTES VISUAIS COM A UTILIZAÇÃO DA IMPRESSÃO 3D. **Blucher Design Proceedings**, v. 2, n. 9, p. 5386-5397, 2016. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/ped2016/0461.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

FERNANDES, S.H.A.A. Relações entre o “visto” e o “sabido”: as representações de formas tridimensionais feitas por alunos cegos. **Revista Iberoamericana de Educação Matemática**, n.26, p.137- 151, 2011. Disponível em:

<http://www.fisem.org/www/union/revistas/2011/26/archivo_14_de_volumen_26.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2017.

FERREIRA, Alessandra Teles Sirvinskas *et al.* Donnai Barrow Syndrome: A Case Study in the School Environment. **Creative Education**, v. 9, n. 01, p. 56-66, 2018. Disponível em: <http://file.scirp.org/Html/5-6303786_82214.htm>. Acesso em: 05. fev. 2018.

FIGUEIREDO, João Ricardo Melo. **O presente pelo passado: variação verbal em narrativas de deficientes visuais**. Rio de Janeiro: Instituto Benjamin Constant, 2014.

FIGUEIREDO, João Ricardo Melo. DEFICIÊNCIA VISUAL: DESAFIOS PARA A EDUCAÇÃO INCLUSIVA. **Seminário de Educação Cruz Alta/RS**, v. 5, n. 1, p. 35-36, 2017. Disponível em: <<http://www.exatasnaweb.com.br/revista/index.php/anais/article/view/266>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

FRANCO, João Roberto; DIAS, Tércia Regina da Silveira. A educação de pessoas cegas no Brasil. **Avesso do Avesso**, v. 5, n. 5, p. 74-82, 2007. Disponível em: <http://feata.edu.br/downloads/revistas/avessodoavesso/v5_artigo05_educacao.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2017.

GIORGOS, Mikrou. **Research, study, design and production of a tactile map, created by 3d printing technology, in order to cater the people with partial or total blindness in the interactive park and the citadel of Leivithra**. 2017. 46f. Dissertation (Master of Science (MSc) in Strategic Product Design) -Internacional Hellenic University, Thessaloniki – Greece, 2017. Disponível em: <<https://repository.ihu.edu.gr/xmlui/handle/11544/15216>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

GOLDSCHMIDT, Andrea Inês *et al.* A importância do lúdico e dos sentidos sensoriais humanos na aprendizagem do meio ambiente. **Seminário internacional de educação–indisciplina e violência na escola: cenários e direções, Cachoeira do Sul**, p. 9-11, 2008. Disponível em: <<http://www.sieduca.com.br/2008/admin/upload/70.doc>>. Acesso em: 08 mai. 2017.

GONÇALVES, Alexandre; THOMÉ, Clarissa. Cegos usam técnica para "ver" com audição. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 03 jul. 2011. Disponível em: <<https://www.estadao.com.br/noticias/geral,cegos-usam-tecnica-para-ver-com-audicao-imp-,740066>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. IBC. **O IBC**, 2018. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/o-ibc>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Mapa da Região Sudeste 7a12**, 2017. Disponível em: <https://7a12.ibge.gov.br/images/7a12/mapas/Brasil/regiao_sudeste.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Pesquisa Nacional de Saúde**, 2013: Ciclos de Vida: Brasil e Grandes Regiões, 2015. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94522.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2017.

KAHL, Marcelo; FLORIANO, Diogo. Computação ubíqua, tecnologia sem limites. **Vale do Itajaí SC**, 2012. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32492946/diogo_floriano_marcelo_kahl_computacao_ubiqua.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1494184672&Signature=mnDvJvoRQiHRFhQAtPpJqbbUhtE%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCOMPUTACAO_UBIQUA_TECNOLOGIA_SEM_LIMITES.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2017.

KASTRUP, Virgínia. A invenção na ponta dos dedos: a reversão da atenção em pessoas com deficiência visual. **Psicol. rev. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v.13, n. 1, p. 69-90, jun. 2007. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-11682007000100005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 10 mai. 2017.

KOEHLER, Karen Elaine. **Examining the Conceptual Understandings of Geoscience Concepts of Students with Visual Impairments**: Implications of 3-D Printing. Doctor (Doctor of Philosophy)- Graduate School of The Ohio State University, Ohio, 2017. Disponível em: <https://etd.ohiolink.edu/pg_10?0::NO:10:P10_ACCESSION_NUM:osu1494273823844707>. Acesso em: 03 mar. 2017.

LACERDA, Flavia; LIMA-MARQUES, Mamede. Da necessidade de princípios de Arquitetura da Informação para a Internet das Coisas. **Perspect. ciênc. inf.**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 158-171, 2015. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362015000200158&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 07 mai. 2017.
LIMA, Patrícia Campos; FONSECA, Letícia Pedruzzi. Recursos táteis adaptados ou construídos para o ensino de deficientes visuais. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA E II CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO SUPERIOR A DISTÂNCIA. São João Del Rei- MG, 2016. **Anais...** São João Del Rei, 2016. p. 1-15. Disponível em: <https://ldi.eadufes.org/arquivos/artigoLDI_recursos-tateis-adaptados-ou-construidos-para-o-ensino-de-deficientes-visuais.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2017.

LYNN, L. E. **Designing Public Policy: a Casebook on the Role of Policy Analysis**. Santa Monica, Calif.: Goodyear, 1980.

LONTRA, Thiago. Aumenta inclusão de alunos com deficiência, mas escolas não têm estrutura para recebê-los. **O globo**, Rio de Janeiro, 31 jan. 2018. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/aumenta-inclusao-de-alunos-com-deficiencia-mas-escolas-nao-tem-estrutura-para-recebe-los-22348736>>. Acesso em: 19 fev. 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MANLEY, Sandra. **Inclusive designing the built environment who do we design for?**. Training Handbook. March/April, 2016. Disponível em: <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/dcfw-cdn/InclusiveDesign_traininghandbook.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2017.

MEAD, L. M. "Public Policy: Vision, Potential, Limits", **Policy Currents**, Fevereiro: 1-4. 1995.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 3. ed. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Abrasco, 1994.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org); DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 31. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

MINHAT, Muzaireen *et al.* TacTalk: Talking Tactile Map for The Visually Impaired. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY (ICIT), 8, 2017. **Anais...** Malaysia, p. 475-481, 2017.

Disponível em: < <http://ieeexplore.ieee.org/document/8080045/?reload=true> >.
Acesso em: 03 maio. 2017.

MONTEIRO, Mafalda Filipa de Matos. **Design de produto nómada**: um contributo ao nível da dinamização de negócios ou serviços móveis em diferentes contextos físicos. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade de Évora. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/10174/21130> >. Acesso em: 14 jan. 2018.

MOREIRA, Jonathan Rosa *et al.* AutoControl: uma proposta para acessibilidade e segurança residencial com o apoio da plataforma Arduino. **TECNOLOGIAS EM PROJEÇÃO**, v. 4, n. 1, p. 01-09, 2013. Disponível em: <<http://revista.faculdadeprojecao.edu.br/index.php/Projecao4/article/view/312/229>>. Acesso em: 02 mai. 2017.

MOUNTELOS, Stavros. **Products beyond the hegemony of vision**: Design a toy for visually impaired children with emphasis on tactile and acoustic characteristics combining Braille and Alphabet learning. 2017. 122f. Dissertation (Master of Science (MSc) in Strategic Product Design)- School of Economics, Business Administration & Legal Studies. Disponível em: <<https://repository.ihu.edu.gr/xmlui/handle/11544/15238>>. Acesso em 20 maio. 2017.

MULLER, Tiane Pereira *et al.* ESTÍMULOS SENSORIAIS NA ENSINAGEM DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: ATIVIDADES ADAPTADAS PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 4, 2017. Disponível em: <<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/22986>>. Acesso em: 08 mai. 2017.

MUSSI, Andréa Quadrado *et al.* Arquitetura inclusiva: a planta tátil como instrumento de projeto colaborativo com portadores de deficiência visual. In: XX CONGRESO DE LA SOCIEDAD IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL. Buenos Aires, Argentina, 2016. **Anais...** Buenos Aires, Argentina: Blucher, 2016. p. 387-393. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/sigradi2016/714.pdf> >. Acesso em: 12 maio. 2017.

NOGUEIRA, Ruth E. (Org.). **Geografia e inclusão escolar teoria e práticas**. Florianópolis: Edições do bosque, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/167474?show=full>>. Acesso em: 02 fev. 2017.

NOGUEIRA, R. W. Acesso à Justiça para pessoas com deficiência. Revista Consultor Jurídico, 30 nov. 2012. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/img/b/inclusao.png>> . Acesso em: 13 jan. 2018.

NORMAN, Donald A. **O design do dia-a-dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2006.

NORMANDI, Diego. **Design para acessibilidade**: inclusão de pessoas com deficiência visual ao serviço de cinema. 2016. 353 f. Dissertação (mestrado em Arquitetura) -Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-16022017-124050/pt-br.php>>. Acesso em: 15 maio. 2017.

OEA. **Convenção da Guatemala**. Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência. Guatemala, 1999. Disponível em: <<http://www.todosnos.unicamp.br:8080/lab/legislacao/legislacao-internacional/guatemala.pdf/view>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

OLIVEIRA BATISTA, Josiel de; MIRANDA, Patrick Batista; MOCROSKY, Luciane Ferreira. A utilização de recursos didáticos manipuláveis na educação de alunos cegos ou com baixa visão no contexto matemático. **Teoria e Prática da Educação**, v. 19, n. 1, p. 113-122, 2016. Disponível em: <<http://ojs.uem.br/ojs/index.php/TeorPratEduc/article/view/29082>>. Acessado em: 10 mai. 2017.

OLIVEIRA, Talitha Tomazetti Ribeiro de. **Estudo sobre a percepção acerca de aspectos geomorfológicos da paisagem pelo indivíduo com deficiência visual**. 2016. 79 f. Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/11961/DIS_PPGGEOGRAFIA_2017_OLIVEIRA_TALITHA.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em: 02. fev. 2017.

ONU. **Declaração Mundial sobre Educação para Todos**: satisfação das necessidades básicas de aprendizagem. Jomtien, Tailândia, 1990 Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000862/086291por.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

ONU. **Declaração de Salamanca**: Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais. Salamanca, Espanha, 1994. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

ONU. **Declaração Universal dos Direitos humanos**. Adotada e proclamada pela resolução 217 A (III) da Assembleia Geral das Nações Unidas. Paris, França, 10 de dezembro de 1948. Disponível em: <http://www.educacao.mppr.mp.br/arquivos/File/dwnld/educacao_basica/educacao%20infantil/legislacao/declaracao_universal_de_direitos_humanos.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.

PADDOCK, Catharine. Short stays in darkness can boost hearing, study shows. **MedicalNewsToday**. Brighton: Healthline Media, 2014. Disponível em: <<https://www.medicalnewstoday.com/articles/272262.php?sr>>. Acesso em 09 jun. 2018.

PERDUE, Nicholas A.; LOBBEN, Amy K. Understanding Spatial Pattern Cognition from Tactile Maps and Graphics. **Cartographica**, v. 51, n.2, p. 103–110. University of Toronto, 2016. Disponível em: <<https://www.utpjournals.press/doi/abs/10.3138/cart.51.2.3129>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

PETERS, B. G. **American PublicPolicy**. Chatham, N.J.: ChathamHouse, 1986.

PIAGET, J. A Epistemologia Genética. Rio de Janeiro: Vozes, 1971.

_____. O Nascimento da Inteligência da Criança. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

_____. A Construção do Real na Criança. 1 ed. São Paulo: Ática, 2001.

PRADO, Renata Beatriz de Souza, *et al.* **Tecnologia assistiva para o ensino da matemática aos alunos cegos**: o caso do centro de apoio pedagógico para atendimento às pessoas com deficiência visual. 2013.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**: uma abordagem profissional. 7º ed. Porto Alegre: McGrawHill, 2011.

RADABAUGH, M. P. **Study on the Financing of Assistive Technology Devices of Services for Individuals with Disabilities** -A report to the president and the congress of the United State, National Council on Disability, Março 1993. Disponível em: <<http://www.ccclivecaption.com>> Acesso em 04 out. 2017.

RAZUCK, R.C.S.R.; GUIMARÃES, L.B. O desafio de ensinar modelos atômicos a alunos cegos e o processo de formação de professores. **Revista de Educação Especial**, Santa Maria, v.27, n.48, p.141-154, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/4384>>. Acesso em: 06 jan.2017.

RELVAS, Marta Pires. **Fundamentos Biológicos da Educação**: despertando inteligências e afetividade no processo de aprendizagem humana. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2008.

RÉGIS, Tamara de Castro. **Um estudo para elaboração de atlas municipal na perspectiva da educação geográfica inclusiva**: o atlas adaptado do município de Florianópolis. 2016. 267 f. Dissertação (mestre em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/168016>>. Acesso em: 02. fev. 2017.

RIBEIRO, Marta Foeppe *et al.* As paisagens táteis enquanto recurso didático no ensino de geografia. **Aproximando**, Rio de Janeiro; vol. 2, n.3, 2016. Disponível em: <<http://latic.uerj.br/revista/ojs/index.php/aproximando/article/view/114/115>>. Acesso em: 02 maio. 2017.

ROSA, Maria Virgínia de Figueiredo P. do Couto; ARNOLDI, Marlene Aparecida Gonzales Colombo. **A entrevista na pesquisa qualitativa**: mecanismos para validação dos resultados. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

SANTIN, Sylvia; SIMMONS, Joyce Nesker. Problemas das crianças portadoras de deficiência visual congênita na construção da realidade. **Revista Benjamin Constant**, v. 2, 1977. Disponível em:<http://200.156.28.7/Nucleus/media/common/Nossos_Meios_RBC_RevAgo2000_ARTIGO1.RTF>. Acesso em: 08 mai. 2017.

SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. **Tecnologia assistiva**. 2017. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Acesso em: 13 fev. 2018.

SCHIRMER, Carolina R. *et al.* Atendimento Educacional Especializado: deficiência física. SEESP/SEED/MEC. Brasília, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ae_df.pdf>. Acesso em: 09 maio 2017.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23.Ed. Rev. e Atual. São Paulo: Cortez, 2013.

SILVA, Kelytha Cavalcante; ROCHA, Maraiza Lima da. A cartografia tátil na educação escolar. In: III CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG. Inovação: Inclusão Social e Direitos, v.3., 2016, Pirenópolis - Goiás. **Anais...** Pirenópolis, CEPE, 2016. p. 1-5. Disponível em: <<http://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/viewFile/7616/5110>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

SILVA, Patrícia Assis da. **O estudo da organização e representação espacial de alunos cegos para o ensino de conceitos cartográficos**. São João Del Rei – MG. 2017. 171 f. Dissertação (mestre em Geografia)- Universidade Federal de São João Del Rei, 2017. Disponível em: <<https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgeog/Patricia.pdf> >. Acesso em: 03 maio 2017.

SOARES, Karla Diamantina de Araújo; CASTRO, Helena Carla; DELOU, Cristina Maria Carvalho. Astronomia para deficientes visuais: Inovando em materiais didáticos acessíveis. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 377-391, 2015. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_3_7_ex941.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2017.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9.ed. São Paulo: Pearson, 2011.

STAMPACH, Radim; MULICKOVA, Eva. Automated generation of tactile maps. **Journal of Maps**. v. 12, n. S1, 23 Jun, p. 532–540, 2016. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17445647.2016.1196622>>. Acesso em: 03 jan 2017.

SOUZA, Edileide Maria de *et al.* A cartografia escolar no primeiro ano do ensino fundamental: estudo de caso com estudantes videntes e com deficiência visual. In: II CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA E III JORNADA CHILENA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA. Campina Grande - PB, 2016. **Anais...** Pernambuco: Realize, 2016. p. 1-10. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/revistas/cintedi/trabalhos/TRABALHO_EV060_M D1_SA4_ID2502_11102016080846.pdf>. Acesso em: 02 maio 2017.

SOUZA, Fábio. Arduíno UNO. **EMBARCADOS**. 29 nov. 2013. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

THOMSEN, Adilson. O que é Arduíno? **FILIFELOP**. Florianópolis - SC, 02 set. 2014. Disponível em: < <https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

VIVARTA, Veet (Coord.) **Mídia e deficiência**. Diversidade. Vol. 2. Andi; Fundação Banco do Brasil, 2003. Disponível em: <http://www.andi.org.br/sites/default/files/Midia_e_deficiencia.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2017.

ZUCHERATO, B.; FREITAS, M.I.C. A construção de gráficos táteis para alunos deficientes visuais. **Ciência em Extensão**, v.7, n.1, p.24-41, 2011. Disponível em: <http://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/343/403>. Acesso em: 06 jan. 2017.

ZURITA, Marcos EPV. Projeto de Sistemas Embarcados. **Universidade Federal do Piauí, Curso de Engenharia Elétrica, Campus Universitário Ministro Petrônio Portela**, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Marcos_Zurita/publication/267298521_Projeto_de_Sistemas_Embarcados/links/546e019e0cf2b5fc17602c42.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2017.

7. APÊNDICES E ANEXOS

7.1 Apêndices

7.1.1 Cronograma Acadêmico

	Atividades	Mês/Ano
Objetivo 1	Início do Mestrado - Atividades Acadêmicas	Ago/2016
Objetivo 2	Levantamento bibliográfico sobre o tema	Durante todo o projeto
Objetivo 3	Conclusão das disciplinas obrigatórias	Dez/2016
Objetivo 4	Conclusão das disciplinas específicas	Nov/2017
Objetivo 5	Pesquisa nas Bases sobre Mapas Táteis - Uma busca material e funcional	Jan-Mai/2017
Objetivo 6	Primeiro Workshop - Qualificação	25Mai2017
Objetivo 7	Construção da 1ª versão do Prototipo CEMT	Jan-Set/2017
Objetivo 8	Envio do projeto Plataforma Brasil	03Jul2017
Objetivo 9	Aprovação da Pesquisa Plataforma Brasil	29Set2017
Objetivo 10	Início da Pesquisa IBC	18Out2017
Objetivo 11	PROFESSOR - Validação do Prototipo para testes com o aluno	18-27Out/2017
Objetivo 12	ALUNO - Validação do Prototipo como Produto	01-14Nov/2017
Objetivo 13	Segundo Workshop - Qualificação	30Nov 2017
Objetivo 14	PROFESSORES E ALUNOS - Avaliação do Produto	16Nov-04Dez/2017
Objetivo 15	Apresentação de Trabalhos em Eventos Acadêmicos	Jun-Dez/2017 Jan-Mai/2018
Objetivo 16	Atividade de Prática Docente	Jul-Dez/2017
Objetivo 17	Escrita da Dissertação de Mestrado	Jun-Dez/2017 Jan-Abr/2018
Objetivo 18	Defesa da Dissertação de Mestrado	Mai/2018

7.1.2 Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE (Aluno Participante)

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - UFF
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM DIVERSIDADE E INCLUSÃO - CMPDI
TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Título do Projeto: **A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: UMA AVALIAÇÃO DESSA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA O ENSINO DAS PESSOAS OUVINTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL.**

Pesquisador Responsável: **Elias dos Santos Silva Júnior**

Orientador: **Prof. Dr. Sergio Crespo Coelho da Silva Pinto**

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: **Universidade Federal Fluminense - UFF**

Eu, _____, portador do RG nº _____ e CPF nº _____, estudante do ____ ano no Instituto Benjamin Constant, estou sendo convidado (a) a participar desse projeto de pesquisa que tem como objetivo validar e avaliar a computação como uma Tecnologia Assistiva.

O pesquisador me apresentará um Mapa Tátil geográfico que faz uso de um sistema de computador que permite ao aluno desenvolver os sentidos do tato e da audição simultaneamente para que eles tenham em seus estudos mais autonomia e qualidade. Para o professor, este Mapa Tátil será uma ferramenta educacional que poderá ser usada para ensinar as pessoas ouvintes com deficiência visual de forma prática, menos cansativa e mais produtiva.

Todo o processo de realização desta pesquisa será conduzido no Instituto Benjamin Constant (IBC) no contra turno escolar ou em qualquer folga que eu possa estar disponível e a pesquisa será de total responsabilidade do pesquisador.

O meu papel como participante será o de utilizar o Mapa Tátil como ferramenta educacional e relatar ao pesquisador, através de entrevistas o quanto ele pode ser melhorado para que realmente ele possa cumprir com o seu objetivo e apontar os seus pontos positivos e negativos no processo de ensino/aprendizagem.

Estou ciente que o pesquisador poderá realizar entrevistas gravadas com o meu consentimento e poderá registrar fotos e/ou filmagens que somente poderão ser divulgadas sem que os participantes possam ser identificados. Todos os meus dados pessoais serão confidenciais e a minha privacidade estará garantida, pois o pesquisador fará uso dos dados sem revelar a sua identidade.

Fui informado que não existem danos associados a esta pesquisa e que os desconfortos serão minimizados, pois não terei a obrigação de responder quaisquer perguntas.

Estou disposto a contribuir com essa pesquisa que tem o intuito de construir novas Tecnologias Assistivas mais evoluídas, tecnologicamente, na produção de ferramentas educacionais mais eficientes para o aprendizado dos alunos ouvintes com deficiência visual.

Poderei sanar qualquer dúvida em relação a esse projeto através do telefone do pesquisador responsável

A minha participação é **voluntária, não sendo remunerada** e tenho ciência que este consentimento poderá ser retirado a qualquer tempo, sem qualquer prejuízo para mim.

Poderei, caso julgue necessário, entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina/Hospital Universitário Antônio Pedro, para obter informações específicas sobre a aprovação deste projeto ou demais informações através do E-mail: etica@vm.uff.br e/ou Tel/fax: (21) 26299189.

Na assinatura deste termo, declaro estar ciente e concordar em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____.

Participante Estudante

Pesquisador Responsável

7.1.3 Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE (Professor de Geografia)

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - UFF
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM DIVERSIDADE E INCLUSÃO - CMPDI
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Título do Projeto: **A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: UMA AVALIAÇÃO DESSA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA O ENSINO DAS PESSOAS OUVINTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL.**

Pesquisador Responsável: **Elias dos Santos Silva Júnior**

Orientador: **Prof. Dr. Sergio Crespo Coelho da Silva Pinto**

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: **Universidade Federal Fluminense - UFF**

Eu, _____, portador do RG nº _____ e CPF nº _____, Professor (a) de Geografia do Instituto Benjamin Constant, estou sendo convidado(a) a participar desse projeto de pesquisa que tem como objetivo validar e avaliar a computação como uma Tecnologia Assistiva.

O pesquisador me apresentará um Mapa Tátil da Região Sudeste do Brasil que faz uso de um sistema de computador que permite ao aluno desenvolver os sentidos do tato e da audição simultaneamente para que eles tenham, em seus estudos, mais autonomia e qualidade. Para o professor, este Mapa Tátil será uma ferramenta educacional que poderá ser usada para ensinar as pessoas ouvintes com deficiência visual de forma prática, menos cansativa e mais produtiva.

Todo o processo de realização desta pesquisa será conduzido no Instituto Benjamin Constant (IBC) no contra turno escolar ou em qualquer folga que o professor possa estar disponível.

A pesquisa será de total responsabilidade do pesquisador responsável.

O meu papel, como participante, será o de utilizar o Mapa Tátil como ferramenta educacional e relatar ao pesquisador, através de entrevistas e questionários, o quanto ele pode ser melhorado para que realmente ele possa cumprir com o seu objetivo e apontar os seus pontos positivos e negativos no processo de ensino/aprendizagem.

Estou ciente que o pesquisador poderá realizar entrevistas gravadas com o meu consentimento e poderá registrar fotos e/ou filmagens que somente poderão ser divulgadas sem que os participantes possam ser identificados. Todos os meus dados pessoais serão confidenciais e a minha privacidade estará garantida, pois o pesquisador fará uso dos dados sem revelar a sua identidade.

Fui informado que não existem danos associados a esta pesquisa e que os desconfortos serão minimizados, pois não terei a obrigação de responder quaisquer perguntas.

Estou disposto a contribuir com essa pesquisa que tem o intuito de construir novas Tecnologias Assistivas mais evoluídas, tecnologicamente, na produção de ferramentas educacionais mais eficientes para o aprendizado dos alunos ouvintes com deficiência visual.

Poderei sanar qualquer dúvida em relação a esse projeto através do telefone do pesquisador responsável

A minha participação é **voluntária, não sendo remunerada** e tenho ciência que este consentimento poderá ser retirado a qualquer tempo, sem qualquer prejuízo para mim.

Poderei, caso julgue necessário, entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina/Hospital Universitário Antônio Pedro, para obter informações específicas sobre a aprovação deste projeto ou demais informações através do E-mail: etica@vm.uff.br e/ou Tel/fax: (21) 26299189.

Na assinatura deste termo, declaro estar ciente e concordar em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____.

Participante Professor de Geografia

Pesquisador Responsável

7.1.4 Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE (Responsável pelo Aluno)

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - UFF
CURSO DE Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão - CMPDI
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Título do Projeto: **A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: UMA AVALIAÇÃO DESSA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA O ENSINO DAS PESSOAS OUVINTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL.**

Pesquisador Responsável: **Elias dos Santos Silva Júnior**
Orientador: **Prof. Dr. Sergio Crespo Coelho da Silva Pinto**
Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: **Universidade Federal Fluminense - UFF**

Eu, _____,
portador do RG nº _____ e CPF nº _____,
responsável legal do(a) estudante _____,
portador do RG nº _____ e CPF nº _____
e estudante do ____ ano no Instituto Benjamin Constant, estou autorizando o mesmo para participar desse projeto de pesquisa que tem como objetivo validar e avaliar a computação como uma Tecnologia Assistiva.

Autorizo o pesquisador apresentar um Mapa Tátil que faz uso de um sistema de computador que permitirá, aos alunos, desenvolverem os sentidos do tato e da audição, simultaneamente, para que eles tenham em seus estudos mais autonomia e qualidade. Para o professor, este Mapa Tátil será uma ferramenta educacional que poderá ser usada para ensinar as pessoas ouvintes com deficiência visual de forma prática, menos cansativa e mais produtiva.

Estou ciente que esta pesquisa será conduzida no Instituto Benjamin Constant (IBC) no contra turno escolar ou em períodos em que o estudante possa estar disponível e a pesquisa será de total responsabilidade do pesquisador responsável.

Tenho ciência que o papel do estudante será o de utilizar o Mapa Tátil como ferramenta educacional e relatar ao pesquisador, através de entrevistas e questionários, o quanto ele pode ser melhorado para que realmente ele possa cumprir com o seu objetivo e apontar os seus pontos positivos e negativos no processo de ensino/aprendizagem.

Autorizo a realização de entrevistas gravadas com o consentimento do estudante e em caso de registro de fotos e/ou filmagens, somente autorizo a sua divulgação se o pesquisador utilizar recursos que venham preservar a privacidade do participante. Os dados pessoais do estudante são confidenciais e autorizo o pesquisador a usar dos dados da pesquisa sem revelá-las.

Fui informado que não existem danos associados a esta pesquisa e que os desconfortos serão minimizados, pois o estudante não possui a obrigação de responder quaisquer perguntas.

Esta pesquisa que pretende construir Tecnologias Assistivas mais evoluídas e mais eficientes para o aprendizado dos alunos ouvintes com deficiência visual.

Poderei sanar qualquer dúvida em relação a esse projeto através do telefone do pesquisador responsável

Autorizo a participação do estudante de forma **voluntária, não sendo remunerada** e tenho ciência que este consentimento poderá ser retirado a qualquer tempo, sem qualquer prejuízo para mim ou para o estudante.

Poderei, caso julgue necessário, entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina/Hospital Universitário Antônio Pedro, para obter informações específicas sobre a aprovação deste projeto ou demais informações através do E-mail: etica@vm.uff.br e/ou Tel/fax: (21) 26299189.

Na assinatura deste termo, declaro estar ciente e concordar em permitir a participação do estudante, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____.

Responsável legal do estudante

Pesquisador Responsável

7.1.5 Projeto de Pesquisa Resumido - IBC

PROJETO DE PESQUISA RESUMIDO

Título: A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: UMA AVALIAÇÃO DESSA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA O ENSINO DAS PESSOAS OUVINTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL.

Instituição: Universidade Federal Fluminense – UFF CMPDI

Autores:

Elias dos Santos Silva Junior e-mail: eliasjk@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Sergio Crespo Coelho da Silva Pinto e-mail: crespo.sergio@gmail.com

Período: 10/07/2017 a 08/12/2017.

Público-alvo: (Descrição: nível de escolaridade, reabilitação, condição visual, etc.)

Até 10 Professores de Geografia do IBC e até 10 Alunos Ouvintes com Deficiência Visual que estejam cursando o final do 6º ano até o 9º ano.

Justificativa:

A pessoa com deficiência, sem qualquer restrição e/ou distinção de tipo, tem o direito à educação com a garantia de sua plena participação e evolução em seu aprendizado em igualdade aos demais educandos.

A escola deve propiciar um ambiente acolhedor, livre de qualquer discriminação, eficaz para o desenvolvimento do ensino/aprendizagem e prover uma adequada adaptação do meio educacional através do preparo docente para lidar com as especificidades e expectativas educacionais dos educandos com deficiência.

Nesse viés a Tecnologia Assistiva permite ao professor ter acesso à ferramentas e material didático que realmente possam aumentar a qualidade e ajudar, em muito, no processo de ensino/aprendizagem dos seus discentes com deficiência visual utilizando-se de técnicas que venham ir além da barreira da perda da visão no processo de estimulação de outros sentidos de forma simultânea.

Devemos promover a geração de TA que possuam recursos que possam permitir uma educação inclusiva.

Objetivo Geral:

Criar um produto computacional, utilizando os fundamentos da Internet das Coisas sustentada pela Plataforma Arduino, que funcionará embarcado em um mapa tátil, abordando características da Região Sudeste do Brasil, visando garantir a qualidade no ensino, provendo uma maior autonomia aos estudos dos discentes ouvintes com deficiência visual.

Objetivos Específicos:

- Realizar uma busca material e funcional sobre os mapas táteis.
- Desenvolver um protótipo computacional experimental, utilizando os fundamentos da Internet das Coisas sustentada pela Plataforma Arduino, na construção de um *hardware*, que funcionará embarcado em um mapa tátil e abordará as características da Região Sudeste do Brasil;
- Validar o protótipo experimental como um produto;
- Avaliar o produto em seu desempenho alcançado no processo de ensino-aprendizagem;

Metodologia:

A pesquisa proposta ao IBC divide-se em 03 FASES, são elas:

- FASE 01 – O protótipo experimental que será uma computação embarcada em mapas táteis necessita ser validado para os testes com o Aluno Ouvinte com Deficiência Visual pelo Professor de Geografia;
- FASE 02 – O Aluno Ouvinte com Deficiência Visual terá que validar o protótipo experimental computacional embarcado como um produto; e
- FASE 03 – O produto que foi validado pelo Professor de Geografia e pelo Aluno Ouvinte com Deficiência Visual será Avaliado por eles e mais um universo de até 09 Professores de Geografia e de até 09 Alunos Ouvintes com Deficiência Visual na condição de um produto como Tecnologia Assistiva que possa ser utilizada de forma a atender os objetivos desta pesquisa.

Todo o processo de prototipagem evolutiva e os 18 passos da pesquisa, dividida nas 03 FASES, que serão executadas pelo pesquisador podem ser melhores visualizadas na proposta de projeto completo apresentado ao IBC.

Cronograma:

	FASES	Atividade	Mês/Ano
Objetivo 1	FASE 1	Início da pesquisa no IBC	Jul/2017
Objetivo 2		Entrevista com o Professor de Geografia	Jul/2017
Objetivo 3		Construção da 1ª versão do protótipo - Mapa tátil da Região Sudeste	Jul-Ago/2017
Objetivo 4		Validação do Protótipo pelo Professor de Geografia para os testes com Aluno	Ago-Set/2017
Objetivo 5	FASE 2	Entrevista com o Aluno Ouvinte com Deficiência Visual	Set/2017
Objetivo 6		Validação do Protótipo como Produto feita pelo Aluno do IBC	Set-Out/2017
Objetivo 7	FASE 3	Avaliação do Produto por até 10 Professores de Geografia do IBC	Out-Nov/2017
Objetivo 8		Avaliação do Produto por até 10 Alunos Ouvintes com Deficiência Visual	Out-Nov/2017
Objetivo 9		Tabulação e discussão dos resultados	Jul-Dez/2017
Objetivo 10	FINAL	Termino da pesquisa no IBC	Dez/2017
Objetivo 11		Construção do relatório	Jul-Dez/2017
Objetivo 12		Entrega e depósito do trabalho no IBC	Dez/2017

Pesquisador:

Elias dos Santos Silva Júnior

Rio de Janeiro, 01/06/2017.

7.2 Anexos

7.2.1 Declaração de Matrícula - UFF



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU MESTRADO PROFISSIONAL EM
DIVERSIDADE E INCLUSÃO

DECLARAÇÃO

Declaramos, para os devidos fins, que Elias dos Santos Silva Junior, matriculado sob nº M091.216.020 (ano de 2016) no Curso de Pós-Graduação em STRICTO SENSU - MESTRADO PROFISSIONAL EM DIVERSIDADE E INCLUSÃO da UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, encontra-se na situação MATRICULADO.



Universidade
Federal
Fluminense

Niterói, 29 de Maio de 2017 às 12:07:40

Este documento foi gerado pelo Sistema Acadêmico de Pós-Graduação da Universidade Federal Fluminense - Sispos.

ATENÇÃO: Essa declaração foi assinada eletronicamente, portanto, não necessita assinatura manual.

Para verificar a autenticidade deste documento, acesse
https://www.sistemas.uff.br/sispos/acessoaluno/validar_declaracao

2CF5.5414.5860.0D53



7.2.2 Carta de Concessão de Pesquisa - UFF



INSTITUTO DE BIOLOGIA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM DIVERSIDADE E INCLUSÃO - CMPDI



Niterói, 29 de maio de 2017.

CARTA DE APRESENTAÇÃO PARA CONCESSÃO DE PESQUISA DE MESTRADO PROFISSIONAL

Ao Diretor do Instituto Benjamin Constant,

Apresento **Elias dos Santos Silva Júnior**,
matriculado sob nº **M091.216.020** no Curso de Pós-
Graduação em STRICTO SENSU - MESTRADO PROFISSIONAL EM
DIVERSIDADE E INCLUSÃO da UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE,
estando sob a minha orientação.

Venho por meio desta, solicitar a concessão para a realização de sua
pesquisa de campo, necessária para o desenvolvimento de sua dissertação,
que tem como título: **“A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA
ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: UMA
AVALIAÇÃO DESSA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA O ENSINO DAS
PESSOAS OUVINTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL”**.

Colocamo-nos a disposição de V. S^a. para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,

Prof. Sérgio Crespo C. da S. Pinto
Chefe do Dept. de Computação (RCM)
ICT de Rio das Ostras - UFF
Matr. UFF: 1881804 SIAPE 102329^o

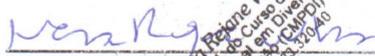
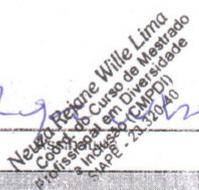

Prof. Dr. Sérgio Crespo Coelho da Silva Pinto

7.2.3 Folha de Rosto - Plataforma Brasil



MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CÔNEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa: A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: UMA AVALIAÇÃO DESSA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA O ENSINO DAS PESSOAS OUVINTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL.			
2. Número de Participantes da Pesquisa: 20			
3. Área Temática:			
4. Área do Conhecimento: Grande Área 1. Ciências Exatas e da Terra, Grande Área 7. Ciências Humanas, Grande Área 8. Linguística, Letras e Artes			
PESQUISADOR RESPONSÁVEL			
5. Nome: ELIAS DOS SANTOS SILVA JUNIOR			
6. CPF:		7. Endereço (Rua, n.º):	
8. Nacionalidade: BRASILEIRO		9. Telefone:	10. Outro Telefone:
			11. Email: eliasjk@gmail.com
Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.			
Data: <u>30</u> / <u>05</u> / <u>2017</u>		 Assinatura	
INSTITUIÇÃO PROPONENTE			
12. Nome: UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE -		13. CNPJ:	14. Unidade/Orgão: Curso Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão
15. Telefone: (21) 8866-4262		16. Outro Telefone:	
Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.			
Responsável: <u>NEUSA REJANE WILHEMA</u>		CPF: <u>929.529.577.04</u>	
Cargo/Função: <u>COORD. DO CNPDE</u>			
Data: <u>31</u> / <u>05</u> / <u>2017</u>		 	
PATROCINADOR PRINCIPAL			
Não se aplica.			

7.2.4 Declaração de Anuência - IBC



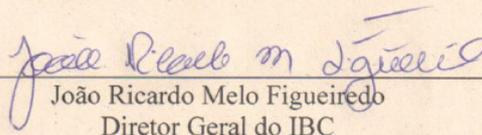
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT
DEPARTAMENTO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DIVISÃO DE PESQUISA, DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO



DECLARAÇÃO

O **Instituto Benjamin Constant** está de acordo com a execução da pesquisa “**A internet das coisas e a plataforma arduino como computação embarcada em mapas táteis: uma avaliação dessa tecnologia assistiva para o ensino das pessoas ouvintes com deficiência visual**”, coordenado pelo pesquisador **Elias dos Santos Silva Júnior**, e assume o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa durante a sua realização. O Instituto se compromete em garantir a segurança e o bem-estar dos participantes em concordância com a Resolução nº 466 de 2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Rio de Janeiro, 19 de junho de 2017.


João Ricardo Melo Figueiredo
Diretor Geral do IBC

João Ricardo Melo Figueiredo
Diretor Geral
Instituto Benjamin Constant
Matr. SIAPE nº 1567418

7.2.5 Envio de Pesquisa - Plataforma Brasil

	UFF - HOSPITAL UNIIVERSITÁRIO ANTÔNIO PEDRO / FACULDADE DE	
COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO		
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA		
Título da Pesquisa:	A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: UMA AVALIAÇÃO DESSA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA O ENSINO DAS PESSOAS OUVINTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL.	
Pesquisador:	ELIAS DOS SANTOS SILVA JUNIOR	
Versão:	1	
CAAE:	71088017.2.0000.5243	
Instituição Proponente:	Curso Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão	
DADOS DO COMPROVANTE		
Número do Comprovante:	077112/2017	
Patrocinador Principal:	Financiamento Próprio	
<p>Informamos que o projeto A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: UMA AVALIAÇÃO DESSA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA O ENSINO DAS PESSOAS OUVINTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL. que tem como pesquisador responsável ELIAS DOS SANTOS SILVA JUNIOR, foi recebido para análise ética no CEP UFF - Hospital Uniuersitário Antônio Pedro / Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense - HUFMUFF em 12/07/2017 às 08:32.</p>		
Endereço: Rua Marquês de Paraná, 303 4º Andar		
Bairro: Centro	CEP: 24.030-210	
UF: RJ	Município: NITEROI	
Telefone: (21)2629-9189	Fax: (21)2629-9189	E-mail: etica@vm.uff.br

7.2.6 Parecer do CEP - Plataforma Brasil

	UFF - HOSPITAL UNIIVERSITÁRIO ANTÔNIO PEDRO / FACULDADE DE	
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP		
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA		
Título da Pesquisa: A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: UMA AVALIAÇÃO DESSA TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA O ENSINO DAS PESSOAS OUVINTES COM DEFICIÊNCIA		
Pesquisador: ELIAS DOS SANTOS SILVA JUNIOR		
Área Temática:		
Versão: 2		
CAAE: 71088017.2.0000.5243		
Instituição Proponente: Curso Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão		
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio		
DADOS DO PARECER		
Número do Parecer: 2.304.803		
Situação do Parecer: Aprovado		
Necessita Apreciação da CONEP: Não		
NITEROI, 28 de Setembro de 2017		
<hr/> Assinado por: ROSANGELA ARRABAL THOMAZ (Coordenador)		
Endereço: Rua Marquês de Paraná, 303 4º Andar		
Bairro: Centro	Município: NITEROI	CEP: 24.030-210
UF: RJ	Telefone: (21)2629-9189	Fax: (21)2629-9189
E-mail: etica@vm.uff.br		

7.2.7 Carta de Revisão de Dissertação

	<p style="text-align: center;">MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE INSTITUTO DE BIOLOGIA Cursos de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão CMPDI</p>	
---	--	---

CARTA DE REVISÃO DE DISSERTAÇÃO

Prezada Coordenadora do Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão – CMPDI

Eu, Dr. Sídio Werdes Sousa Machado, Professor do Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão da Universidade Federal Fluminense, revisei a dissertação de mestrado do aluno **ELIAS DOS SANTOS SILVA JÚNIOR**, intitulada “**A INTERNET DAS COISAS E A PLATAFORMA ARDUÍNO COMO COMPUTAÇÃO EMBARCADA EM MAPAS TÁTEIS: Uma avaliação dessa Tecnologia Assistiva para o ensino das pessoas ouvintes com deficiência visual**”, e informo que o aluno se encontra apto para a defesa. As correções sugeridas por mim foram prontamente incorporadas à dissertação e o respectivo arquivo segue em anexo.

O formato do texto segue as exigências recomendadas por essa coordenação.

Niterói, RJ, 24 de abril de 2018.



Sídio Werdes Sousa Machado, MD, Sc.D.
Professor Associado / CMPDI-UFF

7.2.8 Registro de Material Didático

	MINISTÉRIO DA CULTURA Fundação BIBLIOTECA NACIONAL ESCRITÓRIO DE DIREITOS AUTORAIS	Rio de Janeiro - RJ	02.Mai.2018_14:58-006709_1/6	Autenticação mecânica
Fundação Biblioteca Nacional ESC.DIREITOS AUTORAIS				
Comprovante de Entrega de Documentos				
Tipo de solicitação:				
<input checked="" type="checkbox"/> Registro ou Averbação <input type="checkbox"/> Serviço				
Nome: <u>Elias dos Santos Silva Júnior</u>				
Título da Obra: <u>Computação móvel</u> Nº. Registro/Protocolo: _____				
Valor pago (em R\$):				
<input checked="" type="checkbox"/> 20,00 <input type="checkbox"/> 30,00 <input type="checkbox"/> 40,00				
<input type="checkbox"/> 50,00 <input type="checkbox"/> 60,00 <input type="checkbox"/> 80,00				
<input type="checkbox"/> Outros (especificar): _____				
Data do recebimento: <u>02/05/18</u>				
Recebido por: <u>[Assinatura]</u>				

7.2.9 Produções Acadêmicas



III SIDE - SEMINÁRIO INTERNACIONAL DIFERENÇAS E EDUCAÇÃO

Certificamos que **Elias dos Santos Silva Júnior** e **Sérgio Crespo Coelho da Silva Pinto** apresentaram pôster intitulado “**Computação embarcada em mapas táteis: uma tecnologia assistiva destinada a educação inclusiva das pessoas ouvintes com deficiência visual**”, durante o **III SIDE - Seminário Internacional Diferenças e Educação**, realizado entre os dias 22 e 24 de novembro de 2017, na Faculdade de Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Juiz de Fora, 24 de novembro de 2017.

Prof.ª Katiúscia Cristina Vargas Antunes
Coordenadora do evento

Prof.ª Sandrelena da Silva Monteiro
Coordenadora do NEPED/UFJF



Faculdade de
Educação



PRO-REITORIA DE
GRADUAÇÃO



CERTIFICADO

Certificamos que **Elias dos Santos Silva Júnior** planejou e aplicou a oficina “**ENTENDENDO E PROGRAMANDO NA PLATAFORMA ARDUÍNO**”, no I Curso de Inverno para Alunos Superdotados da Universidade Federal Fluminense no período de 27 a 28 de Julho de 2017, com carga horária total de 12 horas.

Niterói, 30 de julho de 2017.

Dra. Fernanda Serpa Cardoso
Coordenadora do Curso de Verão para
Alunos Superdotados
DIECI



Dra. Helena Carla Castro
Coordenação do Curso de Mestrado
Profissional em Diversidade e Inclusão
CMPDI