

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SANDRA REGINA MARCHI

DESIGN UNIVERSAL DE CÓDIGO DE CORES TÁTIL:  
CONTRIBUIÇÃO DE ACESSIBILIDADE PARA PESSOAS  
COM DEFICIÊNCIA VISUAL

CURITIBA  
2019

SANDRA REGINA MARCHI

DESIGN UNIVERSAL DE CÓDIGO DE CORES TÁTIL:  
CONTRIBUIÇÃO DE ACESSIBILIDADE PARA PESSOAS  
COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, na área de Concentração Manufatura.

Orientador: Prof. Dr. Ramón Sigifredo Cortés Paredes

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto

CURITIBA  
2019

M316d Marchi, Sandra Regina

Design universal de código de cores tátil: contribuição de acessibilidade para pessoas com deficiência visual [recurso eletrônico] / Sandra Regina Marchi, 2019.

Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, na área de Concentração Manufatura.

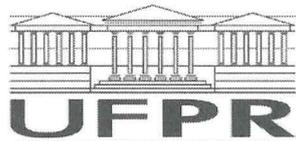
Orientador: Prof. Dr. Ramón Sigifredo Cortés Paredes

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto

1. Acessibilidade. 2. Impressão 3d. 3. Tecnologia assistiva. 4. Deficientes – inclusão digital. I. Universidade Federal do Paraná. II. Paredes, Ramón Sigifredo Cortés. III. Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro. IV. Título.

CDD 371.9

---



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA  
MECÂNICA - 40001016040P5

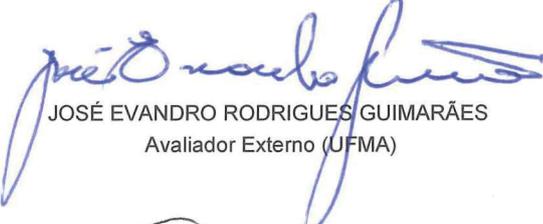
## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA MECÂNICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **SANDRA REGINA MARCHI** intitulada: **DESIGN UNIVERSAL DE CÓDIGO DE CORES TÁTIL: CONTRIBUIÇÃO DE ACESSIBILIDADE PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

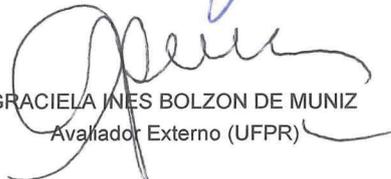
A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 20 de Fevereiro de 2019.

  
MARIA LUCIA LEITE RIBEIRO OKIMOTO  
Presidente da Banca Examinadora

  
JOSÉ EVANDRO RODRIGUES GUIMARÃES  
Avaliador Externo (UFMA)

  
OSIRIS CANCELIERI JUNIOR  
Avaliador Externo (PUC/PR)

  
GRACIELA INES BOLZON DE MUNIZ  
Avaliador Externo (UFPR)

  
JOSE AGUIOMAR FOGGIATTO  
Avaliador Externo (UTFPR)

*Com todo meu amor,  
dedico este trabalho ao meu pai, Luiz, à minha mãe Betty,  
com minha eterna gratidão pela grande oportunidade de estar aqui.  
Dedico especialmente, também, aos meus filhos muito amados,  
Victor e Dora,  
a quem devo o exemplo da responsabilidade e da missão de contribuição para que  
este mundo esteja muito melhor ao deixarmos.  
E a todos que contribuíram para que esse projeto se realizasse.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus orientadores Prof. Dr. Ramon Sigifredo Cortés Paredes pela oportunidade e apoio para a realização de nossos estudos, e à Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto, pelo acompanhamento paciente, incentivo e amizade, e, especialmente pelo envolvimento e credibilidade despendido a este trabalho.

Ao Prof. Dr. Milton Cinelli, da Universidade do Estado de Santa Catarina, que muito contribuiu para o encaminhamento deste projeto.

À minha família, meus pais e, em especial, ao Victor, Dora e Paulo Marcondes pela motivação, incentivo e paciência. À Marli Bazan Santana, que sem seu importante auxílio, colaboração e amizade este trabalho não seria possível.

Ao meu amigo e companheiro Carlos Alberto de Oliveira por todo carinho, compreensão e ajuda, pois muito colaborou para a finalização deste trabalho.

A todos os amigos do LabErg pelo companheirismo, cooperação e amizade, em especial à Dominique Adam, Bruna Brogin, Lílian Barbosa, Gisele Arabori, Kelli Smythe, Dalila Weiss, Gladis Galindo, Caelen Tegger, Isabella Sierra, Fernanda Polleto, Guilherme Molini, Rafael Vieira, Kaique Santiago, Henrique de Almeida, Weigle Martins, Bruno Barbieri, Isabela Zarpellon.

A todos os professores e coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, em especial ao Márcio Brandani Tenório, pelo apoio e amizade, sempre pronto a ajudar.

A CAPES, pelo auxílio financeiro.

A todos os que acreditaram neste projeto e ajudaram no seu desenvolvimento, em especial à espiritualidade amiga, aos mentores espirituais, que no anonimato, estiveram comigo em todos os momentos durante este percurso.

A todos que contribuíram para realização deste trabalho, a minha gratidão.

“O convívio com pessoas diferentes nos torna mais compreensivos e nos permite julgar melhor o comportamento dos que não são iguais a nós. Todos têm o direito de ser diferentes e o dever de estar juntos”.

Dorina de Gouvêa Nowill

## RESUMO

A cor é um dos elementos mais importantes da vida humana, estando conscientes disso ou não. A cor está em tudo, desde a natureza, em todos os ambientes internos e externos, nos objetos circundantes, vestuários e, até mesmo, como forma de expressão verbal, ou seja, inimaginável a vida sem cor. No entanto, milhares de pessoas no mundo não têm acesso a esta informação. O presente trabalho refere-se ao desenvolvimento de código em relevo com o objetivo de possibilitar a identificação das cores às pessoas com deficiência visual por meio do tato. Esta abordagem científica e inovadora é composta de elementos em formato tridimensional, com dimensões mínimas, inspirado no elemento principal do Sistema Braille, o ponto. A abordagem metodológica partiu de revisão bibliográfica sobre o tema, investigação e avaliação criteriosa dos códigos de cores preexistentes e o desenvolvimento de um sistema inovador, fundamentado na Teoria da Cor. Os códigos foram produzidos e experimentados em duas técnicas distintas: na técnica da Manufatura Aditiva (impressão em 3D) e na impressão em papel microcapsulado que produz relevos por meio de fusora térmica. Para a realização dos experimentos participaram 18 voluntários divididos em grupos de pessoas cegas, com baixa visão e com visão normal. Sendo nove mulheres e nove homens, com idades entre 25 a 64 anos. Os resultados da pesquisa evidenciaram que este sistema de código foi facilmente assimilado e memorizado pelos participantes com o tempo médio de 18,5 minutos para o ensino-aprendizado. A análise dos valores obtidos com o tempo médio de 14,08 segundos para o reconhecimento das cores através do código, comprovou que este sistema é eficaz e eficiente no que se propôs: o reconhecimento das cores pelo sentido do tato para promover inclusão e a acessibilidade da informação às pessoas com deficiência visual.

**Palavras-chave:** Código de cor. Tecnologia Assistiva. Acessibilidade. Comunicação. Cegueira. Deficiência visual.

## **ABSTRACT**

Color is one of the most important elements of human life, whether you are aware of it or not. The color is at all, from nature, in all internal and external environments, in the surrounding objects, garments and, even, as a form of verbal expression, unimaginable life without color. However, thousands of people in the world do not have access to this information. The present work refers to the development of code in relief with the objective of enabling the identification of the colors to people with visual impairment through tact. This scientific and innovative approach is composed of elements in three-dimensional format, with minimal dimensions, inspired by the main element of the Braille System, the point. The methodological approach was based on a bibliographic review of the theme, investigation and judicious evaluation of the pre-existing color codes and the development of an innovative system, grounded in the Color Theory. The codes were produced and tried in two distinct techniques: in the additive manufacturing technique (3D printing) and the microcapsulated paper printing that produces reliefs by means of thermal fuser. Eighteen volunteers were divided into groups of blind people, low vision and normal vision to perform the experiments. Nine women and nine men, aged between 25 and 64 years. The results of the research evidenced that this system of code was easily assimilated and memorized by the participants with an average time of 18,5 minutes for teaching/learning. The analysis of the values obtained with the average time of 14,08 seconds for the recognition of colors through the code, proved that this system is effective and efficient with has been proposed: the recognition of colors by the sense of touch to promote inclusion and accessibility information to visually impaired persons.

**Keywords:** Color code. Assistive Technology. Accessibility. Communication. Blindness. Visual impairment.

## LISTA DE FIGURAS

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| FIGURA 1 –  | MACRO-FASES DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO....   | 28  |
| FIGURA 2 –  | ALFABETO BRAILLE.....  | 94  |
| FIGURA 3 –  | FORMATO DO RELEVO DO PONTO EM BRAILLE.....   | 94  |
| FIGURA 4 –  | ARRANJO GEOMÉTRICO DOS PONTOS EM BRAILLE.....  | 95  |
| FIGURA 5 –  | SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE CORES GAGNE TODD.....                                      | 118 |
| FIGURA 6 –  | TRÊS LINHAS BASE DO SISTEMA CONSTANZ.....  | 120 |
| FIGURA 7–   | REPRESENTAÇÃO DO BRANCO E PRETO.....   | 122 |
| FIGURA 8 –  | TABELA DE TONALIDADES – GRADUAÇÕES CROMÁTICAS  | 122 |
| FIGURA 9 –  | MATERIAL DIDÁTICO SISTEMA CONSTANZ.....  | 123 |
| FIGURA 10 – | SISTEMA CONSTANZ NA OBRA DE ARTE.....  | 123 |
| FIGURA 11 – | COLORADD, REPRESENTAÇÃO DAS CORES USANDO<br>FIGURAS GEOMÉTRICAS SIMPLES.....           | 125 |
| FIGURA 12 – | SISTEMA DE CÓDIGO COLORADD.....  | 126 |
| FIGURA 13 – | SÍMBOLOS GRÁFICOS QUE REPRESENTAM O BRANCO E<br>O PRETO.....                           | 127 |
| FIGURA 14 – | SÍMBOLOS GRÁFICOS QUE REPRESENTAM AS<br>TONALIDADES DE CINZAS.....                     | 127 |
| FIGURA 15 – | FORMAS GEOMÉTRICAS QUE REPRESENTAM AS TRÊS<br>CORES-PIGMENTO PRIMÁRIAS.....            | 131 |
| FIGURA 16 – | FORMAS GEOMÉTRICAS QUE REPRESENTAM A<br>FORMAÇÃO DE CORES SECUNDÁRIAS.....             | 131 |
| FIGURA 17 – | FORMAS GEOMÉTRICAS QUE REPRESENTAM A<br>FORMAÇÃO DE COR TERCIÁRIA.....                 | 132 |
| FIGURA 18 – | REPRESENTAÇÃO ACROMÁTICA DO PRETO, CINZA E<br>BRANCO.....                              | 132 |
| FIGURA 19 – | PALETA COM A COMBINAÇÃO DE CORES.....  | 133 |
| FIGURA 20 – | REPRESENTAÇÃO DA COR VERMELHA EM TOM CLARO....   | 133 |
| FIGURA 21 – | REPRESENTAÇÃO DA COR VERMELHA EM TOM ESCURO.   | 133 |
| FIGURA 22 – | TAMANHOS MÍNIMOS DO CÓDIGO, ESCALA 1:1 (UNIDADE<br>MÉTRICA MM).....                    | 134 |
| FIGURA 23 – | SÍMBOLOS IMPRESSOS PROCESSADOS NO PAPEL PARA<br>RELEVO.....                            | 136 |
| FIGURA 24 – | SÍMBOLOS BORDADOS E COM CONTORNO PARA DAR<br>ÊNFASE À FORMA.....                       | 137 |
| FIGURA 25 – | SÍMBOLOS DAS CORES AZUL (a), PÚRPURA (b) E<br>AMARELO (c).....                         | 137 |
| FIGURA 26 – | CORES PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS (a), CORES<br>TERCIÁRIAS E TONALIDADES DE CORES (b)..... | 138 |
| FIGURA 27 – | ETIQUETA “IRO-POCHI” E ESQUEMA DE CORES.....   | 140 |
| FIGURA 28 – | PEÇAS DE TESTES UTILIZADOS PARA AVALIAR A<br>VIABILIDADE.....                          | 141 |
| FIGURA 29 – | FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DO TRABALHO.....   | 147 |
| FIGURA 30 – | REPRESENTAÇÕES TRIDIMENSIONAIS DE MUNSELL.....   | 148 |
| FIGURA 31 – | ESTRUTURAS TRIDIMENSIONAIS ARTESANAIS.....   | 150 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 32 – TRIÂNGULOS CROMÁTICOS E HEXÁGONO.....   | 151 |
| FIGURA 33 – HASTE COM AS CORES PRETO E BRANCO.....  | 152 |
| FIGURA 34 – REPRESENTAÇÃO COM PRETO E BRANCO NO EIXO<br>CENTRAL.....                                      | 152 |
| FIGURA 35 – HEXÁGONO CROMÁTICO E LINHAS APONTANDO A COR...  | 153 |
| FIGURA 36 – PRIMEIROS SEIS MODELOS PRODUZIDOS DO SISTEMA<br>DE CÓDIGO DE COR.....                         | 155 |
| FIGURA 37 – MODELOS IMPRESSOS EM PAPEL ESPECIAL PARA<br>RELEVOS.....                                      | 156 |
| FIGURA 38 – MODELOS PRODUZIDOS EM RESINA.....   | 156 |
| FIGURA 39 – MODELOS PRODUZIDOS EM ABS.....  | 157 |
| FIGURA 40 – SEIS MODELOS DE CÓDIGO PRODUZIDOS EM TRÊS<br>EQUIPAMENTOS DE MANUFATURA ADITIVA.....          | 159 |
| FIGURA 41 – MODELO ESCOLHIDO PARA O CÓDIGO.....   | 163 |
| FIGURA 42 – SISTEMA BRAILLE COMO PARÂMETRO PARA DIMENSÕES<br>DO CÓDIGO COMPARAÇÃO GRÁFICA EM TAMANHO REAL | 164 |
| FIGURA 43 – CÓDIGO NA COR VERDE - DESENHO TÉCNICO COM<br>MEDIDAS.....                                     | 165 |
| FIGURA 44 – CÓDIGO NA COR VERMELHO - DESENHO TÉCNICO COM<br>MEDIDAS.....                                  | 166 |
| FIGURA 45 – HEXÁGONO CROMÁTICO E FORMATO DE RELÓGIO COM<br>CÓDIGO DE COR.....                             | 167 |
| FIGURA 46 – CÓDIGOS EM PLA – TAMANHO P.....   | 168 |
| FIGURA 47 – CÓDIGOS EM PLA – TAMANHO M.....   | 168 |
| FIGURA 48 – CÓDIGO COR VERMELHO EM PLA – TAMANHOS P, M, G....   | 168 |
| FIGURA 49 – CÓDIGOS EM RESINA – TAMANHO G.....  | 168 |
| FIGURA 50 – CÓDIGO COR VERMELHO EM RESINA – TAMANHOS P, M,<br>G.....                                      | 168 |
| FIGURA 51 – CÓDIGO COR VERMELHO EM PAPEL – TAMANHOS P, M,<br>G.....                                       | 169 |
| FIGURA 52 – TRIÂNGULOS CROMÁTICOS FEITOS EM PLA E RESINA.....   | 172 |

## LISTA DE TABELAS, QUADROS E GRÁFICOS

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| TABELA 1 –   | SÍNTESES DOS CÓDIGOS DE CORES PREEXISTENTES..   | 144 |
| TABELA 2 –   | PRIMEIRA SEQUÊNCIA DE TESTE.....  | 176 |
| TABELA 3 –   | SEGUNDA SEQUÊNCIA DE TESTE.....   | 176 |
| TABELA 4 –   | TERCEIRA SEQUÊNCIA DE TESTE.....  | 176 |
| TABELA 5 –   | ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO MODELO DE REGRESSÃO<br>COM DISTRIBUIÇÃO NORMAL.....                             | 196 |
| TABELA 6 –   | ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO MODELO DE REGRESSÃO<br>COM DISTRIBUIÇÃO GAMA.....                               | 196 |
| QUADRO 1 –   | CONJUNTO DE QUATORZE SÍMBOLOS QUE CONSISTE<br>EM NOVE CORES PRINCIPAIS E CINCO VARIAÇÕES<br>TONAIS..... | 136 |
| GRÁFICO 1 –  | NÍVEIS DE VISÃO.....  | 179 |
| GRÁFICO 2 –  | INSTRUÇÃO EM BRAILLE.....   | 180 |
| GRÁFICO 3 –  | TEMPO DE APRENDIZAGEM DO CÓDIGO POR NÍVEIS DE<br>VISÃO.....   | 181 |
| GRÁFICO 4 –  | TEMPO INDIVIDUAL DE APRENDIZAGEM DO CÓDIGO.....   | 182 |
| GRÁFICO 5 –  | TEMPO MÉDIO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE<br>CORES POR SITUAÇÃO DE VISÃO.....                          | 183 |
| GRÁFICO 6 –  | DESVIO PADRÃO DO TEMPO DE RECONHECIMENTO DO<br>CÓDIGO DE CORES POR COR E SITUAÇÃO DE VISÃO.....         | 183 |
| GRÁFICO 7 –  | TEMPO MÉDIO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE<br>CORES POR COR E SITUAÇÃO DE VISÃO.....                    | 184 |
| GRÁFICO 8 –  | DESVIOS PADRÃO DO TEMPO DE RECONHECIMENTO<br>DO CÓDIGO DE CORES POR COR E SITUAÇÃO DE<br>VISÃO.....     | 185 |
| GRÁFICO 9 –  | TEMPO DE APRENDIZAGEM DO POR INSTRUÇÃO.....   | 186 |
| GRÁFICO 10 – | TEMPO MÉDIO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE<br>CORES POR INSTRUÇÃO.....                                  | 186 |
| GRÁFICO 11 – | TEMPO MÉDIO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE<br>CORES POR COR E INSTRUÇÃO.....                            | 187 |
| GRÁFICO 12 – | DESVIO PADRÃO TEMPO MÉDIO DE RECONHECIMENTO<br>DO CÓDIGO DE CORES POR COR E GRAU DE<br>INSTRUÇÃO.....   | 187 |
| GRÁFICO 13 – | TEMPO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE CORES<br>DE CADA PARTICIPANTE.....                                 | 188 |
| GRÁFICO 14 – | PERCENTUAL DE ACERTOS POR COR E SEQUÊNCIA.....  | 189 |
| GRÁFICO 15 – | BOX PLOTS DOS TEMPOS DE RECONHECIMENTO POR<br>COR E SEQUÊNCIA.....                                      |     |
| GRÁFICO 16 – | TEMPO MÉDIO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE<br>CORES POR INSTRUÇÃO EM BRAILLE E COR.....                 | 190 |
| GRÁFICO 17 – | DESVIO PADRÃO DE TEMPO DE RECONHECIMENTO DO<br>CÓDIGO DE CORES POR INSTRUÇÃO EM BRAILLE E<br>COR.....   | 191 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| GRÁFICO 18 – | IDADE VERSUS TEMPO DE APRENDIZAGEM E TEMPO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE CORES.....          | 192 |
| GRÁFICO 19 – | BOX PLOT DE TEMPO DE APRENDIZAGEM POR COR E SITUAÇÃO DE VISÃO.....                            | 192 |
| GRÁFICO 20 – | BOX PLOTS DE COMPARAÇÃO DO TEMPO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE CORES DE CORES REPETIDAS..... | 193 |
| GRÁFICO 21 – | BOX PLOT DE COMPARAÇÃO ENTRE CORES PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS.....                               | 194 |
| GRÁFICO 22 – | TEMPO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE CORES POR COR.....                                       | 195 |
| GRÁFICO 23 – | TEMPO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE COR POR PARTICIPANTE.....                                | 195 |

## LISTA DE SIGLAS

|          |   |   |
|----------|---|---|
| ADA      | - | <i>American with Disabilities Act</i>   |
| ANOVA    | - | Análise de variância  |
| CAP      | - | Centros de Apoio Pedagógico a Deficientes Visuais   |
| CBO      | - | Conselho Brasileiro de Oftamologia  |
| CIF      | - | Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde                               |
| CIPED    | - | Congresso Internacional de Pesquisa em Design   |
| CMY      | - | Cian, o Magenta e o Amarelo   |
| CRPD     | - | <i>United Nations Convention on the Rights of People with Disabilities</i>                        |
| DGEPRS   | - | <i>Parliamentary Research Services</i>  |
| EMTEL    | - | <i>European Commission</i>  |
| EPD      | - | Estatuto da Pessoa com Deficiência  |
| EPUB     | - | <i>Electronic Publication</i>   |
| ETAG     | - | <i>European Technology Assessment Group</i>   |
| FhGISI   | - | <i>Fraunhofer ISI</i>   |
| IAPB     | - | <i>The International Agency for the Prevention of Blindness</i>                                   |
| IBC      | - | Instituto Benjamim Constant   |
| IBGE     | - | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística   |
| ISO      | - | <i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Normalização) |
| ITA      | - | <i>Institute of Technology Assessment</i>   |
| ITAS/KIT | - | <i>Systems Analysis at Karlsruhe Institute of Technology</i>                                      |
| LABERG   | - | Laboratório de Ergonomia e Usabilidade  |
| LEMADI   | - | Laboratório de Ensino e Material Didático   |
| Ltda     | - | Limitada  |
| NBR      | - | Norma Brasileira  |
| NEE      | - | Necessidades Educacionais Especiais   |
| OMS      | - | Organização Mundial da Saúde  |
| PDO      | - | Percepção Dermo-óptica  |

|       |   |   |
|-------|---|---|
| PSR   | - | <i>Physicians for Social Responsibility</i> (Índice de Potencial de Apoio)                                  |
| RGB   | - | <i>Red/Green/Blue</i> (Sistema de cores aditivas formado por Vermelho, Verde e Azul)                        |
| RT    | - | <i>Responsible Technology</i>   |
| RYB   | - | <i>Red/Yellow/Blue</i> (Modelo histórico de síntese subtrativa de cor formado por Vermelho, Amarelo e Azul) |
| SIA   | - | Símbolos Internacionais de Acesso   |
| UFPR  | - | Universidade Federal do Paraná  |
| UK    | - | <i>United Kingdom</i>   |
| UNESP | - | Universidade Estadual Paulista  |
| USP   | - | Universidade Estadual de São Paulo  |
| UTFPR | - | Universidade Tecnológica Federal do Paraná  |

## LISTA DE ABREVIATURAS

|        |   |  |
|--------|---|--|
| ABNT   | - | Associação Brasileira de Normas Técnicas                         |
| ADON   | - | Australian Division of National                                  |
| AM     | - | <i>Additive Manufacturing</i>                                    |
| ampl.  | - | ampliado   |
| DCU    | - | Design Centrado no Usuário                                       |
| Ed.    | - | Editora  |
| ed.    | - | edição   |
| et al. | - | <i>et alii</i> (e outros)  |
| FFF    | - | Fabricação de Filamento Fundido                                  |
| Inc.   | - | <i>Incorporation</i>   |
| MA     | - | Manufatura Aditiva   |
| n.     | - | número   |
| p.     | - | página   |
| Proc.  | - | <i>Proceeding</i>  |
| PLA    | - | Poliácido Láctico ou Ácido Polilático ( <i>Polylactic Acid</i> ) |
| STOA   | - | <i>Science and Technology Options Assessment</i>                 |
| TA     | - | Tecnologia Assistiva   |
| TAC    | - | Tempo de aprendizagem do código                                  |
| TRCC   | - | Tempo de reconhecimento do código de cor                         |
| rev.   | - | revisado   |
| v.     | - | Volume   |
| 3D     | - | Tridimensional   |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|                |   |                         |
|----------------|---|-------------------------|
| 1:1            | - | Escala natural          |
| %              | - | Porcentagem             |
| cm             | - | Centímetro              |
| D              | - | Diâmetro                |
| H              | - | Altura                  |
| Hz             | - | Hertz                   |
| I              | - | Intensidade de estímulo |
| <b>K</b>       | - | Constante               |
| Kg             | - | Kilograma               |
| m <sup>2</sup> | - | Metro quadrado          |
| mm             | - | Milímetro               |
| m/s            | - | Metro por segundo       |
| P              | - | Proporção               |
| △              | - | Varição                 |
| μm             | - | Micrometro              |
| 2 <sup>k</sup> | - | Fatorial completo       |

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>18</b> |
| 1.1      | CONTEXTUALIZAÇÃO .....  | 19        |
| 1.2      | FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....   | 24        |
| 1.3      | JUSTIFICATIVA.....  | 24        |
| 1.4      | HIPÓTESE.....   | 25        |
| 1.5      | OBJETIVOS.....  | 26        |
| 1.5.1    | Objetivos Específicos.....  | 26        |
| 1.6      | CONTRIBUIÇÕES INOVADORAS DO TRABALHO.....                           | 26        |
| 1.7      | ESTRUTURA DO TRABALHO.....  | 27        |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                                   | <b>29</b> |
| 2.1      | DESIGN UNIVERSAL.....   | 29        |
| 2.2      | TECNOLOGIA ASSISTIVA.....   | 33        |
| 2.3      | DESIGN INCLUSIVO.....   | 36        |
| 2.4      | DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO.....                                     | 42        |
| 2.5      | REFLEXÃO SOBRE A DEFICIÊNCIA VISUAL.....                            | 46        |
| 2.5.1    | A Visão.....  | 47        |
| 2.5.2    | População de Deficientes Visuais no Mundo e no Brasil.....          | 50        |
| 2.5.3    | Apoio Pedagógico e Políticas Públicas para Deficientes Visuais..... | 53        |
| 2.5.4    | Eliminando Preconceitos.....  | 56        |
| 2.5.5    | O Processo Cognitivo.....   | 59        |
| 2.5.6    | A Capacidade Visual.....  | 63        |
| 2.6      | A PERCEPÇÃO.....  | 65        |
| 2.6.1    | Percepção Tátil.....  | 71        |
| 1.6.2    | Percepção Háptica.....  | 75        |
| 2.7      | SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO UNIVERSAL.....                              | 77        |
| 2.7.1    | Símbolos.....   | 79        |
| 2.7.1    | Símbolos Táteis.....  | 80        |
| 2.8      | A LINGUAGEM.....  | 89        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 2.8.1    | Semiótica.....  | 90         |
| 2.8.2    | Sistema Braille.....  | 92         |
| 2.9      | OUTROS RECURSOS DIDÁTICOS E TECNOLOGIAS PARA DEFICIENTES VISUAIS.....                   | 97         |
| 2.10     | A COR.....  | 100        |
| 2.10.1   | A Importância da Cor na Vida Humana.....  | 104        |
| 2.10.2   | A Cor dos Objetos.....  | 106        |
| 2.10.3   | Característica da Cor.....  | 109        |
| 2.10.4   | Representação Tridimensional de Cores.....  | 111        |
| 2.10.5   | A Cor como um Elemento de Comunicação.....  | 115        |
| 2.11     | CÓDIGOS DE COR.....   | 116        |
| 2.11.1   | Sistema Gagne Todd.....   | 117        |
| 2.11.2   | Sistema Constanz.....   | 119        |
| 2.11.3   | Sistema ColorADD.....   | 124        |
| 2.11.4   | Código FO•CO.....   | 130        |
| 2.11.5   | Sistema Ramsamy-Iranah.....   | 135        |
| 2.11.6   | Sistema Iro-pochi.....  | 139        |
| 2.12     | ANÁLISE DOS MODELOS DOS CÓDIGOS CROMÁTICOS E A PROPOSTA DE CÓDIGO DE COR UNIVERSAL..... | 143        |
| <b>3</b> | <b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>   | <b>147</b> |
| 3.1      | METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS.....  | 148        |
| 3.1.1    | Metodologia de Projeto.....   | 148        |
| 3.1.2    | Procedimento do Teste-piloto de Análise dos Dados Coletados.....                        | 157        |
| 3.1.3    | Finalizando o Código.....   | 163        |
| 3.1.4    | Delineamento da Fase Experimental.....  | 169        |
| 3.1.5    | Avaliação.....  | 175        |
| 3.1.6    | Análise Estatística.....  | 177        |
| <b>4</b> | <b>ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>  | <b>179</b> |
| 4.1      | PRIMEIRO TESTE.....   | 179        |
| 4.2      | SEGUNDO TESTE.....  | 194        |
| 4.3      | ANÁLISE DE VARIANCA.....  | 196        |
| <b>5</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>  | <b>198</b> |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 5.1      | CONCLUSÃO.....  | 200        |
| <b>6</b> | <b>SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTUROS.....</b>                         | <b>201</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>202</b> |
|          | <b>APÊNDICE 1 – SEE COLOR EM RELEVO IMPRESSO EM PAPEL.....</b>      | <b>220</b> |
|          | <b>APÊNDICE 2 – GUIA CROMÁTICO COM 94 CORES SEE COLOR.....</b>      | <b>221</b> |
|          | <b>APÊNDICE 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b> | <b>222</b> |
|          | <b>APÊNDICE 4 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....</b>             | <b>225</b> |
|          | <b>APÊNDICE 5 – EXPERIMENTO DO SISTEMA DE CÓDIGO DE CORES.....</b>  | <b>230</b> |
|          | <b>APÊNDICE 6 – PEDIDO DE REGISTRO DE PATENTE.....</b>              | <b>232</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

As deficiências, físicas ou mentais, podem criar um estado em que uma pessoa não é capaz de fazer uma ou mais das suas necessidades vitais por si mesmas. A deficiência visual ou debilidade visual é uma situação em que uma pessoa pode enxergar mal ou não enxergar, resultante de doença funcional dos olhos. As pessoas que possuem 10% da visão do olho ou menos são considerados deficientes visuais, e as pessoas que necessitam de ferramentas extras para enxergar de forma eficiente e ler escritos normais dificilmente são definidos como pessoas que tem baixa visão. Mas, todos esses impedimentos sempre causam problemas na vida destes indivíduos (DURSIN, 2012).

A melhoria da qualidade de vida das pessoas com deficiência e a excelência dos serviços e tecnologias voltados para elas tem grande importância em países com desenvolvimento econômico e educacional. Nos últimos anos, segundo a *Science and Technology Options Assessment – STOA* (2018), tem havido uma escalada de orientação e caminhos para encontrar tecnologias e sistemas de apoio para pessoas com deficiência, assim sendo, logicamente, com as pessoas que se encontram com deficiência visual. À vista disso, diferentes países do mundo, abarcando o Brasil, estão desenvolvendo soluções para integrar, incluir e facilitar a vida de pessoas com deficiências, assim como a vida das pessoas próximas, que convivem com elas (KEATES; CLARKSON, 2003; CLARKSON, 2008; PLOS et al. 2012; DURSIN, 2012; GUAL et al., 2012, 2014 e 2015; RAMSAMY-IRANAH et al., 2016; STOA, 2018; SAGAWA; OKUDERA; ASHIZAWA, 2019).

O esforço para a inclusão e integração geral das pessoas na sociedade, como também, a preocupação em promover o equilíbrio emocional, o bem estar e a felicidade faz com que novas pesquisas surjam para dar melhor qualidade de vida e facilitar o dia a dia das pessoas com deficiência (em especial com deficiência visual) e, do mesmo modo, a vida de seus cuidadores (STOA, 2018).

Com relação à cor, fator tão natural da vida e motivo de união entre as pessoas, não é diferente. Pesquisadores como Todd (2006), Santos (2008), Pires (2011), Monroy (2012), Ramsamy-Iranah et al. (2016) e, por último, Sagawa, Okudera e Ashizawa (2019) desenvolveram códigos de cor para atender a esta carência, mesmo assim, estes sistemas não suprem as necessidades, pois, embora fundamentados em intenções pedagógicas, apresentam dificuldades de ordem

prática que impossibilitam os seus usos em dimensões diminutas e denotam limitações para especificar uma gama maior de cores. Também, devido à dissociação com a Teoria da Cor, o aprendizado e a memorização são dificultados, tanto do entendimento básico das cores e suas formações, quanto do código em si.

A constatação de que havia a presença de um sistema de cores tátil para a aplicação em toda a gama de objetos, de linguagem universal, foi fator determinante à escolha do tema desta pesquisa. Contudo, era importante uma metodologia pedagógica apoiada na Teoria da Cor para colaborar com o entendimento das cores e facilitar a leitura do código, possibilitando uma ampla abrangência e conduzindo a aceitação universal.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A qualidade de vida e de serviços fornecidos pelos países para a população com deficiência são importantes indicadores para mostrar o nível de desenvolvimento do país, tanto quanto os cuidados com a saúde, educação e desenvolvimento econômico. Nos últimos anos, novas políticas para as pessoas com deficiência têm sido desenvolvidas em nível internacional (DURSIN, 2012). O rápido envelhecimento da população aumenta a importância dessa abordagem (WALLER et al., 2015; STOA, 2018).

No ano de 2006 a convenção das Nações Unidas definiu os direitos das pessoas com deficiência baseados na incapacidade do indivíduo de participar da sociedade em igualdade de condições com as outras pessoas. Para determinar uma definição específica de deficiência, ou seja, definir um limite que determine o quanto é o comprometimento do indivíduo com deficiência, é utilizada a comparação com a maioria da população. A definição de um limiar cria uma divisão entre as pessoas com deficiência e as pessoas sem deficiência, o que pode ser benéfico para que estas pessoas recebam o reconhecimento de seus direitos, segundo as Nações Unidas, além do devido apoio (WALLER et al., 2015).

Os estudos recentes desenvolvidos pelo Serviço de Pesquisa do Parlamento Europeu (STOA, 2018), revelam tendências sociais, como estilos de vida mais individualista e redes de solidariedade diminuídas. Estes estudos apontam para uma prioridade maior dada à autonomia das pessoas. Algumas Tecnologias Assistivas

(TAs) atuais já refletem essas tendências, permitindo que o usuário realize tarefas sozinho, que normalmente exigiria assistência de outros. Ao se assumir que estas tendências individualistas continuarão nos próximos anos, pode levar a problemas de descontrole social e isolamento emocional. Este é um forte motivo para desenvolver TAs focados na comunicação, que permitam que pessoas com deficiência se comuniquem com as pessoas ao seu redor e em todo o mundo. Estas TAs combinadas com esforços sociais para promover interações e relacionamentos humanos serão importantes para garantir mais autonomia sem que signifique mais isolamento.

No âmbito desta pesquisa será abordado como fundamental os temas de acessibilidade e inclusão social que estão progressivamente se destacando nas diversas áreas, além do mais, envolvendo como motivação minimizar as deficiências e considerar os Processos e Desenvolvimento Integrado de Produtos e Serviços orientados para a Tecnologia Assistiva (TA). Estes fatores, também, foram relacionados com o aumento da esperança de vida das pessoas em todo o mundo divulgado pela OMS (2018) e pela STOA (2018).

O uso dos produtos de TA possibilita ao usuário executar atividades e, em muitos casos, conquistar a sua autonomia reduzindo a dependência de terceiros para realizar as funções do cotidiano (CLARKSON; COLEMAN, 2015; OKUMURA; CANGIOLIERI JUNIOR, 2015).

Por outro lado, considerando o Design Inclusivo, o qual enfatiza a necessidade de compreensão da diversidade dos usuários. Para tanto, o conjunto completo de critérios para o sucesso de produtos inclusivos e o sucesso das empresas que investem neste nicho devem ser relacionados aos fatores, acima comentados, tais como: os usuários, os recursos e o planeta (CLARKSON, 2008; DURSIN, 2012; WALLER et al., 2015; SULLIVAN; SAHASRABUDHE, 2016).

Assim sendo, a funcionalidade do produto deve oferecer benefícios para o participante e para a sociedade, abrangendo a gama de diversidade humana de toda a população; os usuários devem alcançar os objetivos do produto com eficácia, eficiência e satisfação. Formando, assim, um conjunto de requisitos importantes e imprescindíveis (WALLER et al., 2015).

As deficiências podem apresentar fortes barreiras para a participação do indivíduo na sociedade, na educação e no emprego. Como por exemplo, dificultar

nas tarefas que dependem de leitura de textos, na participação em conversas, no envolvimento e engajamento no contexto social (STOA, 2018). As pesquisas salientam que fazer amigos, encontrar uma identidade para si mesmo em um ambiente social ou sentir-se valorizado em um ambiente amigável são alguns dos problemas significativos das pessoas com deficiência visual (DURSIN, 2012; RAMSAMY-IRANAH et al., 2016).

Santos (2008) ressalta que cada vez mais se vive numa sociedade individualizada onde cada pessoa procura viver por si própria e, recorrer à ajuda de terceiros pode criar sentimentos de frustração e de dependência, além de nem sempre ser possível. As recentes pesquisas de Pitano e Noal (2018) revelam que a compensação social do indivíduo cego dependerá diretamente de sua interação com as pessoas de visão normal, priorizada através da comunicação. Para estes pesquisadores é fundamental estimular a multiplicação de experiências para o indivíduo cego por meio dos processos pedagógicos intencionais.

Além do mais, o desenvolvimento da pessoa cega, assim como da pessoa com visão normal, é influenciado por inúmeros fatores de ordem familiar, social, escolar, dentre outros. Reconhecer a cegueira como uma condição estruturante da identidade da pessoa não significa admitir a existência de apenas um caminho de desenvolvimento pré-determinado pela presença da cegueira, mas, sim, buscar outras possibilidades (NUNES; LOMÔNACO, 2008).

Quanto às deficiências causadas pelo envelhecimento da população, o desenvolvimento e implantação efetiva de TAs permitem às pessoas permanecerem na força de trabalho sendo um fator crucial para os países enfrentarem tais desafios, podendo haver algumas oportunidades em termos de reduzir o estigma e alcançar economias de escala (STOA, 2018).

Assim, o tema particularmente importante neste estudo é identificado no aumento do uso de TAs para ajudar a superar algumas das barreiras à participação do indivíduo na vida social. Quando se pensa em inclusão social se faz mister compreender que há vários caminhos que podem facilitar a integração entre todas as pessoas e propiciar o envolvimento social entre os indivíduos (STOA, 2018).

A possibilidade de compreensão e reconhecimento da cor e um maior envolvimento por pessoas cegas ou com deficiência visual com este elemento, primordial da vida e do cotidiano comum, pode ser um destes caminhos, conforme

sugerem os pesquisadores que direcionaram seus estudos nesta área (SANTOS, 2008; PIRES, 2011; MONROY, 2012; RAMSAMY-IRANAH et al., 2016; SAGAWA et al., 2019).

Estes autores (SANTOS, 2008; PIRES, 2011; MONROY, 2012; RAMSAMY-IRANAH et al., 2016; SAGAWA; OKUDERA; ASHIZAWA, 2019) defendem que a cor, sendo um elemento fundamental da vida humana, está presente em tudo, identifica objetos e, por consequência, é um meio essencial da comunicação, pois, através dela expressasse sensações e sentimentos. Para Sagawa, Okudera e Ashizawa (2019), a cor se espalha pelo ambiente visual e torna a vida humana agradável e informativa, assim, o conhecimento da cor é inevitável para a vida humana. Todos gostam do colorido do mundo, no entanto, a cor não está ao alcance de todos; as pessoas com deficiência visual e cegueira, na maioria dos casos, não tem acesso a esta importante característica do mundo (PIRES, 2011; SAGAWA; OKUDERA; ASHIZAWA, 2019).

Os estudos de Sagawa, Okudera e Ashizawa (2019) reforçam que algumas pessoas com deficiência visual têm forte interesse pelas cores, mesmo que não vejam, citando como exemplo, mulheres totalmente cegas que gostam de conhecer a cor das roupas que vestem para desfrutar de sua própria coordenação de cores, fazendo, assim, sua moda particular.

Santos (2008) em seus estudos sobre o daltonismo observou que a interpretação errônea das cores pode suscitar inseguranças na integração num dado contexto social sempre que a imagem pessoal projetada seja um fator determinante de julgamentos e juízos de valor. Santos (2008) destaca a importância de procurar dotar o indivíduo daltônico de ferramentas que lhe permitam adquirir a segurança e a independência em situações tão banais e quotidianas como a simples escolha do seu vestuário e a conjugação cromática entre as várias peças.

Desta forma, conforme Wallace e Pichler (2009), o desenvolvimento de ferramentas que, além de facilitar a compreensão da cor por pessoas com deficiência visual possam propiciar mais autosuficiência no dia a dia e, também, promover a comunicação e a inclusão social, contribuindo para uma sociedade com mais qualidade de vida é de suma importância.

Assim, sendo a cor uma condição determinante para a comunicação e para a integração do indivíduo na vida em sociedade, o desenvolvimento de um novo

sistema de código para a cor mostrou-se uma ferramenta significativa e necessária, que proporcionará apoio a integração, a socialização e a inclusão da população com deficiência visual no meio social, contribuindo para solucionar a compreensão e a comunicação sempre que a cor for fator de reconhecimento ou seleção. Desta forma, este sistema de código foi desenvolvido para favorecer a identificação da cor, sendo conceitualmente sustentado na representação da cor perceptível ao tato, através da forma e do relevo.

Por conseguinte, o foco desta pesquisa são as pessoas com deficiência visual, pois, atualmente, dentre as deficiências declaradas, a mais comum foi a visual, atingindo 3,5% da população dentre as deficiências investigadas pelo IBGE (2015), que descreve, também, um dado considerado alarmante: a cada cinco segundos, uma pessoa se torna cega no mundo. Do total de casos de cegueira, 90% ocorrem em países emergentes e subdesenvolvidos, e até 2020 o número de deficientes visuais poderá dobrar no mundo (MACHADO; KEIM, 2014; IAPB, 2018; STOA, 2018).

Alguns autores (GUINAN, 1997; DURSIN, 2012; GUAL et al., 2014; RAMSAMY-IRANAH et al., 2016) defendem o princípio de que a baixa visão e a cegueira, temas a serem tratados neste trabalho, são obstáculos à capacidade básica de relacionamento entre as pessoas, afetando e comprometendo o convívio social, pois acabam gerando, a estes indivíduos, dificuldades para iniciar relacionamentos, para se comunicar ou compreender os outros, impossibilitando de participar de atividades comuns em grupos de pessoas com visão normal, como por exemplo, participar de programas de diversões, de jogos ou mesmo visitar museus. Pode ocorrer, também, a perda na interpretação de mensagens ou que entendam mal uma comunicação.

Outra deficiência a ser considerada nesta pesquisa é o daltonismo, que consiste na deficiência visual relacionada com a incapacidade de distinguir cores do espectro, sendo, assim, uma insuficiência da percepção visual da cor que afeta quase 10% da população mundial (SANTOS, 2008). Deficiência menos crítica que a cegueira, no entanto, pela abordagem da pesquisa este segmento de pessoas com o problema do daltonismo poderão se beneficiar para evitar as confusões e inseguranças com a identificação das cores.

## 1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A dificuldade da acessibilidade à informação das cores representa um importante inconveniente às pessoas com deficiência visual, visto que todos os indivíduos, sem exceção, a utilizam e necessitam fazer escolhas diárias de cores, como por exemplo, em vestuários e objetos pessoais. Esta situação coloca o deficiente visual sempre na dependência de outras pessoas, o que acaba gerando subalternidade constante, conseqüentemente, causando baixa autoestima.

Desta forma, a necessidade de um código tátil com dimensão diminuta se apresenta para possibilitar a aplicação em objetos com superfícies pequenas, sendo uma alternativa prática para a identificação da cor, uma ferramenta para guiar os indivíduos com deficiência visual sempre que cor for motivo de escolha, orientação ou comunicação.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Muitas linhas de pesquisa em áreas diversas estão inclinadas sobre a geração de meios que favoreçam a melhoria da qualidade de vida das pessoas com deficiência, bem como a inclusão destes indivíduos à sociedade. No que se refere à inclusão de pessoas com deficiência visual, salvo algumas iniciativas louváveis, observa-se, ainda, lacunas expressivas quanto às pesquisas de aspectos mais específicos, a exemplo do reconhecimento das cores.

Devido à importância da cor no universo humano, ter um meio para comunicá-la para a acessibilidade desta informação às pessoas com deficiência visual é uma questão de importância por várias razões: a cor é um aspecto importante para descrever objetos, a cor é, também, um meio de comunicação e de partilhar experiências com pessoas com visão normal. Outro atributo da cor é facilitar e enriquecer o ensino-aprendizado; ademais, identificar as cores pode facultar às pessoas autossuficiência e independência em suas atividades diárias (SANTOS, 2008; PIRES, 2011; MONROY, 2012; RAMSAMY-IRANAH et al., 2016; SAGAWA; OKUDERA; ASHIZAWA, 2019).

A abrangência de diferentes áreas, como o conhecimento tecnológico auxiliado pelo design e a arte, contribuem para a criação de um novo sistema de

código, que tem como base fundamental a Teoria da Cor (Newton, Le Blon, Moses Harris, Lambert, Runge, Goethe, Chevreul, Ostwald, Gerritsen, Munsell), o que favorece pensar na reprodução da cor em materiais impressos e objetos. Também, o Sistema Braille, sendo a linguagem tátil mais utilizada atualmente, deve ser aproveitado como inspiração, contribuindo tanto para o design do código como para parâmetros nas suas dimensões. Pois, um sistema de código de cor necessita versatilidade para atender às exigências de dimensões e facilitar a aplicabilidade em tamanhos de áreas mínimas e utilização em uma diversidade de materiais. Assim, as tecnologias de impressões em relevo em materiais diversos contribuem para a aplicação em todo tipo de produto.

Assim, um sistema de código tátil, versátil e prático pode auxiliar as pessoas com deficiência visual no reconhecimento das cores, possibilitando a autossuficiência de pessoas com deficiência visual (cegas, com baixa visão e daltônicas) quanto à escolha de cores. O que deve colaborar para um mundo mais integrado, com melhor qualidade de vida para estas pessoas, possibilitando melhora da autoestima através da independência e auto-soberania, como, também, facilitando a vida das pessoas que as cercam.

#### 1.4 HIPÓTESE

Como pressuposto científico, a percepção tátil é a mais indicada para a leitura de materiais de comunicação das pessoas com deficiência visual, sendo esta a forma utilizada, também, para o conhecimento do mundo por estas pessoas.

À vista disso, a hipótese deste trabalho é de que ter uma metodologia para a acessibilidade da informação das cores pela percepção tátil, de fácil aprendizagem e memorização, com dimensões capazes de aplicação em objetos e locais muito pequenos, possibilita a identificação das cores, contribuindo para a inclusão social, promovendo a autonomia das pessoas com deficiência visual facilitando tanto a vida destes indivíduos como a vida dos que convivem com eles.

## 1.5 OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo principal a identificação de cores por pessoas com deficiência visual através de um sistema de código tátil.

### 1.5.1 Objetivos Específicos

- Representar as cores e suas tonalidades através da percepção tátil para a identificação destas por pessoas com deficiência visual, de forma fácil, prática, por meio de uma abordagem científica, atendendo aos preceitos necessários para que seja uma linguagem universal.
- Associar a Teoria da Cor à formação de código de cor tátil.
- Apresentar metodologia para o ensino-aprendizagem do código tátil de modo que auxilie o entendimento do processo das cores e suas formações.
- Possibilitar a aplicação em objetos com tamanhos de superfícies mínimas.
- Propiciar o reconhecimento das cores de objetos seja na área da moda, do vestuário, da cultura, da higiene, da saúde, entre outros.

## 1.6 CONTRIBUIÇÕES INOVADORAS DO TRABALHO

A ideia de código para a identificação das cores para pessoas com deficiência visual já é existente, isto prova que é uma necessidade que se apresenta há muito tempo, porém, este trabalho vai além, reunindo três principais inovações. A primeira é a associação com a Teoria da Cor, o que facilita o ensino-aprendizado, não somente do sistema de código como, também, do entendimento do processo de formação das cores em si. A segunda contribuição é relativa às dimensões utilizadas, inspirado no tamanho do ponto do Braille, este sistema de código foi projetado com medidas mínimas para a percepção tátil, para que seja possível a inserção sobre superfícies com espaços reduzidos. A terceira contribuição está relacionada à genuinidade das formas, com seu design associado à formação das cores-pigmento, o que facilita a memorização de modo rápido. A combinação destes três elementos fundamentais torna este sistema de código uma linguagem universal.

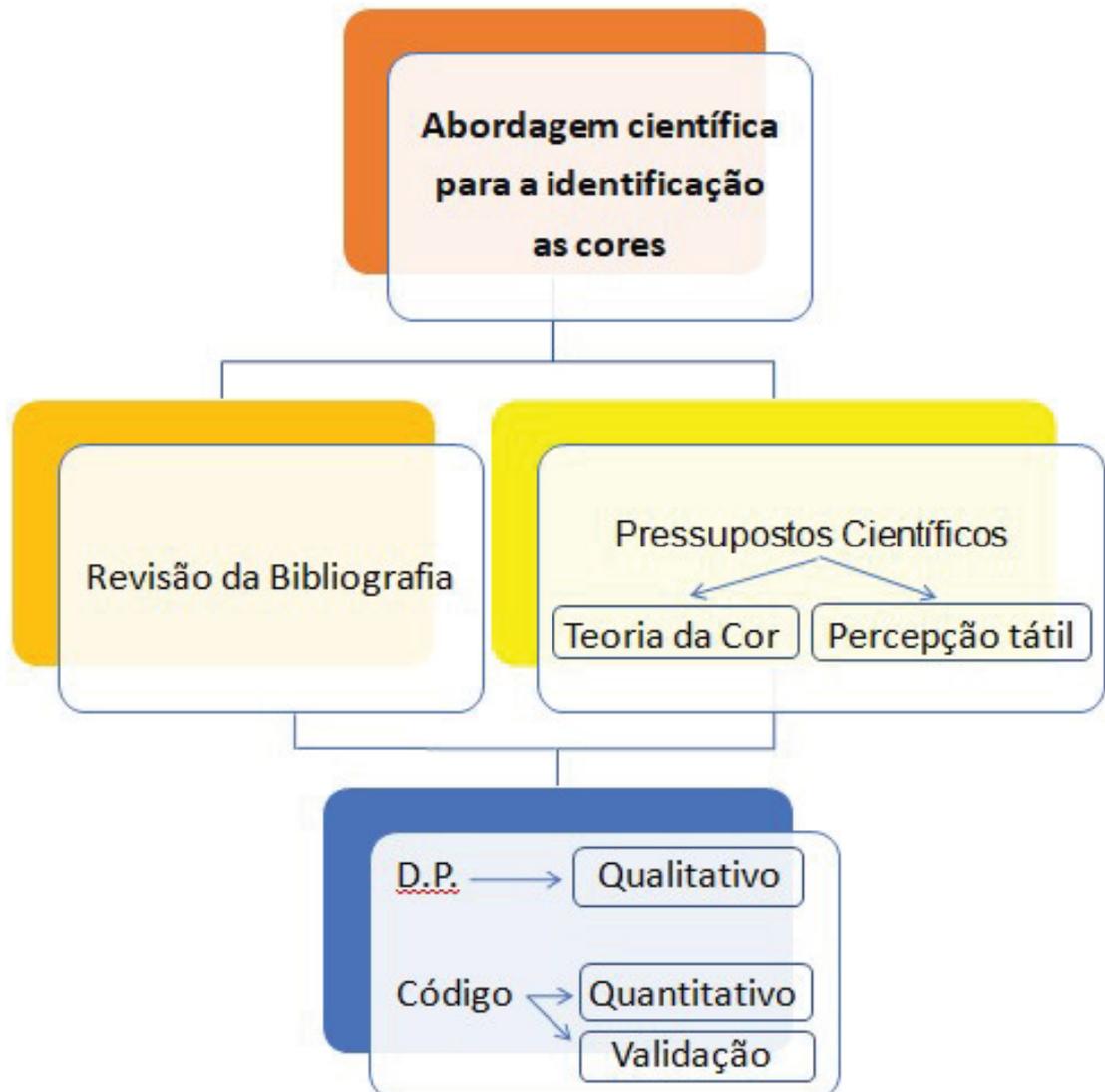
## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

A natureza desta pesquisa classifica-se como aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Quanto a sua forma, esta pesquisa é classificada como mista, sendo qualitativa na fase inicial, o que permite entendimento abrangente sobre o usuário e o processo de desenvolvimento dos artefatos para a materialização do código de cores. A abordagem quantitativa foi utilizada para a validação do artefato construído junto aos usuários com deficiência visual (SILVA; MENEZES, 2001).

Deste modo, para atingir os objetivos propostos, os procedimentos para o desenvolvimento deste estudo seguiram uma metodologia dividida nas seguintes etapas: (1) Etapa de revisão bibliográfica, em que há a prospecção teórica das informações em vistas a dar suporte e fundamentação lógica ao projeto, sustentada nos tópicos do Design Universal; Tecnologia Assistiva; Design Centrado no Usuário; Reflexão sobre a Deficiência Visual; Capacidade Visual; A Percepção; Os Sistemas de Comunicação Universal; A linguagem; Recursos didáticos e tecnologias desenvolvidas para deficientes; A Cor; Códigos de cor. (2) Etapa do processo de criação, onde há a prospecção para o desenvolvimento do código e confecção dos protótipos, produzidos por meio de três processos de Manufatura Aditiva (PLA, ABS e resina) e, também, na impressão em papel especial para relevo. Nesta etapa foram realizados testes-piloto para testar materiais e para a avaliação de aspectos do funcionamento do código, aprovação do design e correção de falhas antes de sua implantação definitiva. (3) Etapa de formulação da metodologia de avaliação e validação, onde se delineou os parâmetros de referência para analisar a eficiência e eficácia para validação o código criado, tendo em vista os objetivos propostos. (4) Etapa de elaboração do documento escrito, em que se produziu o presente documento com a descrição detalhada das etapas precedentes, esclarecendo as circunstâncias em estudo, aplicações da análise e resultados apresentados.

A FIGURA 1 apresenta o ciclo de desenvolvimento do produto (D.P.) a partir de macro-fases.

FIGURA 1 – MACRO-FASES DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO



FONTE: A autora (2019).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo de revisão bibliográfica, foi discutida a literatura primária do assunto em questão, colocando às citações que ajudaram a elucidar o tema proposto: o desenvolvimento de código de cor tátil para a utilização por indivíduos com deficiência visual.

### 2.1 DESIGN UNIVERSAL

Segundo Kawauchi (2001), a origem do termo Design Universal é atribuída a Ronald Mace, fundador do Centro de Design Universal da Universidade de Carolina do Norte, com o objetivo de promover a interação entre os produtos e o ambiente, além de permitir que os usuários utilizem o produto de forma eficaz, sem necessitar de ajuste ao produto.

Este Centro tem como missão melhorar o ambiente construído e produtos para todos os usuários, impactando mudança nas políticas e procedimentos através da pesquisa, assistência, informação, formação e Design (CUD, 2019).

Assim, na década de 90, Mace uniu arquitetos, designers de produto e engenheiros, formando um grupo de profissionais que contribuíram para estabelecer os 7 princípios do Design Universal, para guiar uma série de disciplinas de design, incluindo ambientes, produtos e comunicação. Estes 7 princípios podem ser empregados para analisar e qualificar projetos existentes, orientar processos de design, capacitar designers e usuários sobre as características dos ambientes e produtos para que sejam amplamente utilizáveis (CUD, 2019).

Os 7 Princípios do Design Universal são os seguintes: (1) Uso Equitativo; o design deve ser útil e comercializável para pessoas com habilidades diversas. (2) Flexibilidade no Uso; o design deve acomodar uma ampla gama de preferências e habilidades individuais. (3) Uso Simples e Intuitivo; o uso do design deve ser fácil de entender, independentemente da experiência do usuário, conhecimento, habilidades de linguagem ou nível de concentração atual. (4) Informação Perceptível; o design deve comunicar efetivamente informações necessárias ao usuário, independentemente das condições do ambiente ou das habilidades sensoriais do usuário. (5) Tolerância ao Erro; o design deve minimizar os riscos e as

consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais. (6) Baixo Esforço Físico; O design deve ser usado de forma eficiente e confortável e com um mínimo de fadiga. (7) Tamanho e Espaço de Abordagem e Uso; o tamanho e o espaço apropriados são fornecidos para abordagem, alcance, manipulação e uso, independentemente do tamanho do corpo, da postura ou da mobilidade do usuário (CUD, 2019).

Assim, o conceito de Design Universal se tornou a principal corrente dos produtos e serviços acessíveis para que, tanto os usuários com e sem deficiência, o utilizem sem adaptações especiais (KEATES; CLARKSON, 2003). Para Merino (2014), a essência do Design Universal está no propósito de estabelecer acessibilidade integrada a todos, sejam ou não pessoas com deficiência.

Desta forma, o Design Universal tem sido reconhecido como a tendência atual do mundo. Nos últimos anos de desenvolvimento do Design Universal, numerosos estudiosos e organizações têm proposto teorias e *insights* que permitem as pessoas entenderem os conceitos de Design Universal.

Segundo alguns pesquisadores, os princípios e o contexto do Design Universal evoluiu ao longo do tempo e variou de acordo com diferentes requisitos em diversas indústrias, isto indica que o mercado baseado no “respeito a cada indivíduo para alcançar a autorealização” está em franco crescimento. Com o conhecimento do mercado sobre os requisitos do usuário, as abordagens que são fáceis de entender e, desta forma, os produtos, podem ser projetados e produzidos para que possam alcançar a máxima usabilidade por usuários individuais (LIN; WU, 2015).

Mesmo assim, após os 34 anos da proposta de Ronald Mace, as indústrias ainda carecem de conhecimento para realizar o Design Universal. Normalmente, as indústrias estão fazendo uso de escalas de Design Universal padronizadas. Estas escalas são utilizadas para tudo, assim, com estas padronizações realizam as produções e avaliações pós-produções (NAKAGAWA, 2006; LIN; WU, 2015).

Deste modo, o melhor design pode ser alcançado como resultado de uma melhor compreensão das capacidades do indivíduo e das perdas de capacidade associadas e ele (CLARKSON, 2008). O Design Universal ou design para todos, é entendido como a adoção de concepções abertas e inclusivas, também aplicadas à educação, através de implementação de dispositivos e serviços, sendo estes,

aspectos chaves no aumento da participação das pessoas com deficiência nas instituições de ensino (VILLORIA; FUENTES, 2015).

Segundo Merino (2014), o pensamento reflexivo e seu foco no desenvolvimento de competências e aptidões para produzir projetos, considerando o Design Universal, converge para um design mais consciente, no qual os elementos que estruturam o pensamento do design sejam compreensíveis por todos. Deste modo, segundo a pesquisadora (MERINO, 2014), a compreensão do design na prática projetual é importante para buscar sua transformação e alinhamento com as necessidades procedentes, valorizando os resultados, incorporando e, principalmente, evidenciando seus valores. Com o Designer atuando como um elemento de conexão entre os projetos (produtos) e usuários.

O Design Inclusivo aplica a compreensão da diversidade de participantes para informar as decisões ao longo do processo de desenvolvimento de produtos, de forma a melhorar e satisfazer as necessidades de mais pessoas (WALLER et al., 2015). É, por vezes, confundido com a criação de soluções específicas para pessoas que sofrem de algum tipo de deficiência. Contudo, esta descrição não corresponde, de todo, ao seu objetivo primário (PIRES, 2011). Assim sendo, o Design Inclusivo é uma aspiração que deve levar os projetistas a entenderem melhor a diversidade dos usuários de seus produtos e serviços, permitindo-lhes agradar a mais clientes (CLARKSON, 2008).

Tendo como objetivo principal a construção de meios para banir a discriminação e contribuir para a inclusão social de todas as pessoas, o Design Inclusivo pode ser definido como o impulsionador do desenvolvimento de produtos e de ambientes que permitam a utilização por pessoas de todas as capacidades. Assim, conforme Pires (2011), são considerados como Design Inclusivo, os produtos e serviços criados para serem acessíveis e utilizáveis à toda a população em uma ampla variedade de situações e, na medida do possível, sem a necessidade de adaptação especial ou design especializado.

À medida que os conhecimentos e as experiências com o design acessível ampliaram, ficou evidente que muitas “adaptações” obrigatórias poderiam ser projetadas para beneficiar à todos os usuários. Segundo Clarkson (2008), a perceptibilidade, a operabilidade, a simplicidade e a condescendência são características fundamentais do design acessível.

Desta forma, as soluções resultantes de um processo de Design Inclusivo e da sua prática projetual, devem servir a todos os cidadãos, sejam crianças, idosos, esquerditos, estrangeiros, entre outros, e não apenas aos indivíduos que possuem algum tipo de deficiência física ou motora. É compreensível, contudo, que as pessoas que têm necessidades especiais sintam maiores benefícios com esta prática de design, uma vez que lhes permitirá uma maior integração na sociedade e um pleno sentido de igualdade de direitos em relação aos demais cidadãos (PIRES, 2011).

A concepção de um produto para minimizar a exclusão requer o conhecimento das exigências sobre as capacidades sensoriais, cognitivas e motoras dos seus usuários, além do conhecimento do alcance dessas capacidades dentro desta população. O "bom" design requer uma compreensão das características e capacidades dos usuários-alvo do novo produto ou serviço, de modo que este produto possa ser projetado para operar dentro de suas capacidades e atender às suas necessidades e desejos (CLARKSON, 2008). Também Merino (2014), enfatiza que o desafio está em identificar, levantar, compreender e converter as informações, e após a sua análise e síntese, gerar o design e devolvê-lo numa linguagem compreensível e adequada à demanda, atendendo o usuário, motivo pelo qual a prática projetual deve estar centrada.

Todos os produtos revelam as exigências de seus usuários no contexto de cumprir uma tarefa específica empreendida num determinado ambiente. Quando tais exigências excedem as capacidades de um usuário em particular, pode ocorrer dificuldade ou exclusão. Para Clarkson (2008), um produto que atende à poucas exigências é suscetível de excluir os usuários com habilidades mínimas, no entanto um produto que demanda altas exigências também pode excluir aqueles usuários com plena capacidade. Deste modo, os produtos que são projetados com vistas à estes desafios são mais propensos a moderar suas exigências sobre o usuário, aumentando a acessibilidade e a utilidade do produto (CLARKSON, 2008).

De acordo com William (2010), à medida que os conhecimentos e as experiências com o design acessível expandiram, foi comprovado que muitas "adaptações" obrigatórias poderiam ser projetadas para auxiliar à todos os usuários. Segundo o autor (WILLIAM, 2010), a apresentação de informações com métodos de codificação redundantes (por exemplo, textual, icônico e tátil); a disponibilização e

compatibilidade com tecnologias de apoio sensorial, assim como o posicionamento de controles e informações para que possam ser percebidas e acessadas por usuários, tanto sentados quanto de pé, são algumas das diretrizes básicas para melhorar estas características de produtos projetados para o benefício comum.

## 2.2 TECNOLOGIA ASSISTIVA

O esforço para a inclusão e a integração geral das pessoas com deficiência na sociedade, como também a preocupação em promover o equilíbrio emocional e o bem estar, faz com que novas pesquisas surjam para auxiliar, tanto pessoas com deficiência quanto os seus cuidadores (MARCHI et al., 2018).

Os avanços da ciência e da tecnologia desde o final do século XX e o início do século XXI, tem produzido benefícios às pessoas com deficiência, auxiliando o desempenho funcional nas atividades da vida diária e garantindo uma maior autonomia e segurança.

Desta maneira, as inovações tecnológicas, disponíveis tanto em produtos como em serviços, estão favorecendo extensamente as pessoas com deficiência, movendo-as para um futuro transformador, removendo as barreiras que retardam ou impedem a comunicação entre indivíduos, produtos e serviços (SULLIVAN; SAHASRABUDHE, 2016).

As ajudas técnicas tem sido denominadas pela legislação dos Estados Unidos como Tecnologia Assistiva (TA) ou Tecnologia de Assistência. Em países como a Inglaterra, Canadá e Estados Unidos, a necessidade de tecnologia assistiva é maior a cada dia. Todos tem em conta que a autonomia pessoal faz referência a habilidade para planejar a própria vida, relacionar-se com outros e participar ativamente da construção da sociedade. A autonomia supõe a relação consigo mesmo, com os demais e com o meio. Por conseguinte, as TAs são facilitadores de processos de autonomia pessoal. Por isto, está convertido em um aspecto vital e importante para os processos de inclusão em escolas e, em suas intervenções, vão de encontro com as normas de acessibilidade ao meio físico. Portanto, contribuem para a reincorporação social por compensar, atenuar, neutralizar deficiências e limitações pelo desempenho em atividades para prevenir restrições da participação ocupacional (GOMEZ-LENEÑO; LÓPEZ-MUÑOS, 2016).

Neste sentido, o projeto STOA - *Science and Technology Options Assessment* (2018) foi uma importante iniciativa realizada pelo Grupo Europeu de Avaliação Tecnológica (*European Technology Assessment Group* - ETAG), liderado pelo Instituto de Avaliação Tecnológica (*Institute for Technology Assessment*) e pelo Sistema de Análise do Instituto de Tecnologia de Karlsruhe (*Systems Analysis at Karlsruhe Institute of Technology* - ITAS/KIT), incluindo o *Fraunhofer ISI (FhGISI)*, o Instituto de Avaliação Tecnológica (*Institute of Technology Assessment* - ITA) e Tecnologia Responsável (*Responsible Technology* - RT). Este projeto foi gerido pela Unidade Prospectiva Científica (*Scientific Foresight Unit*) com direção geral dos Serviços de Investigação Parlamentar (*Parliamentary Research Services* - DGEPRS) do Parlamento Europeu.

Através de projetos deste porte, que visam aperfeiçoar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência, a União Europeia está sempre incentivando a melhoria da qualidade de vida da população. Em 2018 um grande estudo foi apresentado combinando pesquisas primárias e secundárias de vários aspectos, tais como: sociais, técnicos, éticos, regulatórios, tendências democráticas, econômicas e ambientais. Nesta pesquisa, para avaliar o futuro das TAs e desenvolver estratégias sociais, éticas e reflexões jurídicas sobre o papel do Parlamento Europeu nas iniciativas atuais e futuras, foram selecionados quatro cenários exploratórios: Alemanha, Hungria, Portugal e Suécia (STOA, 2018).

O foco deste estudo foi voltado ao desenvolvimento de TAs para três deficiências específicas, consideradas como as deficiência com maior índice de crescimento nestes últimos tempos: cegueira e deficiências visuais, surdez e deficiências auditivas e transtornos do autismo. O estudo propõe uma revisão das TAs disponíveis e TAs futuras em vários estágios de desenvolvimento, assim como uma pesquisa com pessoas de cada grupo de deficiência, levantando perspectivas e necessidades em relações às TAs (STOA, 2018).

Nas áreas de tecnologias de apoio às pessoas com deficiência, os produtos recebem regularmente atualizações que corrigem erros de acessibilidade ou adicionam novas funcionalidades. Assim, as mudanças tecnológicas estão movendo a sociedade de modo que sejam obrigatórias adoções ativas de novos produtos ou serviços. As transformações são imprescindíveis e esperadas pela população, além da expectativa potencial de que haverá melhorias constantes nas tecnologias. No

rumo destas tendências, as TAs estão sendo projetadas, favorecendo as capacidades funcionais das pessoas com deficiências (STOA, 2018).

Segundo Sullivan e Sahasrabudhe (2016), ao se pensar em TAs pergunta-se: será que o modelo projetado terá fluência como recurso de apoio, podendo tornar-se mais pessoal e personalizado? Sendo assim, qual será o impacto para as pessoas com deficiência? Também, de acordo com Sullivan e Sahasrabudhe (2016), é possível avaliar as potenciais mudanças e seus impactos sobre os indivíduos, reconhecendo as transições-chave que ocorrem de uma tecnologia para outra e o que essas transições trazem em um continuum. O sucesso provém quando resulta em uma mudança significativa para a melhoria da qualidade de vida destas pessoas.

Para Degusta (2011), há vários desenvolvimentos tecnológicos importantes tornando-se onipresentes e que estão possibilitando uma gama de novos recursos de TAs em produtos tradicionais. Segundo o autor, os produtos acessíveis devem ser auto-dirigidos gerando, assim, um nível de autonomia para o usuário, pois ao conceber dependência em cima de tecnologias para resolver os desafios de acesso (físico ou sensorial), na realidade acaba-se prejudicando o usuário, tornando-o submisso e menos propenso a receber orientações de funcionamento de futuras tecnologias.

Gomez-Leneño e López-Muños (2016), se referem as TAs como sendo uma ferramenta que permite a oportunidade de autonomia, facilitando a inclusão das pessoas com deficiência em diferentes contextos, gerando participação e impacto nas áreas da vida que comprometem o autocuidado, o lazer, a difusão, a escolaridade e o trabalho, como campos essenciais segundo a idade, o tipo e os níveis de impedimento.

Segundo Barlow et al. (2005), para a qualidade de vida dos indivíduos em sociedade, é imprescindível permitir que as pessoas sejam independentes, vivendo nas circunstâncias que escolherem sobre a própria maneira de se cuidar. Este é um princípio fundamental de uma política de saúde e assistência social voltada para o futuro. Desta forma, a ideia das TAs refere-se a um conceito inovador que integra a tecnologia dentro de residências, a fim de manter e até mesmo elevar a saúde funcional, a tranquilidade, a proteção, a segurança e a qualidade de vida de seus moradores. De acordo com os pesquisadores Cook e Polgar (2014), por TA entende-se uma ampla gama de dispositivos, serviços, estratégias e práticas que são

concebidas e aplicadas para melhorar os problemas enfrentados pelas pessoas que têm deficiência.

As TAs incluem, mas não estão limitadas a meios auxiliares de mobilidade, de visão e audição, de equipamentos, de adaptação no ambiente doméstico, de móveis ou de apoios na vida diária. São necessárias mais pesquisas a respeito de como as inovações tecnológicas podem ser promovidas, comercializadas e implementadas para beneficiar mais pessoas com todas as preocupações abordadas (MCCREADIE; TINKER, 2005).

Os estudos de Yusif et al. (2016) foram realizados para revisar as principais barreiras para a adoção de TAs por adultos mais velhos, a fim de descobrir as questões de interesse a partir de estudos empíricos e, também, para organizar essas questões, numa escala das mais críticas às menos críticas. Segundo esses pesquisadores (YUSIF et al., 2016), as pessoas mais velhas geralmente preferem continuar a viver nas suas próprias casas ao invés de mudarem-se para instituições residenciais para idosos. A privacidade é uma preocupação crítica para adultos mais velhos.

Não obstante, para o idoso, a falta de confiança e funcionalidade são barreiras concretas para a adoção de TAs, assim como, respectivamente, há sérias preocupações quanto ao custo, a facilidade de uso, a adequação para o uso diário, o estigma, o medo de dependência. Os fatores subjacentes identificados são os efeitos de gerações/grupos e declínio físico relativos ao envelhecimento, além de atitudes negativas em relação as tecnologias. Estes posicionamentos negativos são mais frequentes quando associados com tecnologias chamadas de "*Gerontechnologies*", especificamente dirigidas aos adultos mais velhos e contêm simbolismo estigmatizante que pode impedi-los de adotá-las (CLARKSON; COLEMAN, 2015; YUSIF et al., 2016).

### 2.3 DESIGN INCLUSIVO

Nos países desenvolvidos na Europa e nos EUA, o Design Inclusivo é tratado como uma abordagem geral para a concepção em que os designers garantem que seus produtos e serviços alcancem as necessidades do maior público possível, independentemente da idade ou habilidade. Assim, duas grandes

tendências tem impulsionado o crescimento do Design Inclusivo: o envelhecimento da população e o crescente movimento para integrar as pessoas com deficiência na sociedade; não como um subconjunto da população, mas como uma parte integrante da sociedade (CLARKSON; COLEMAN, 2015; STOA, 2018).

Foi desta forma que o Design Inclusivo surgiu em meados de 1990 no Reino Unido, com a intenção de induzir a profundas reflexões e promover futuras possibilidades sobre o caráter distintivo da experiência da população local como parte integrante da mais recente tendência internacional: a integração das pessoas idosas e com deficiência na corrente principal da sociedade.

Assim, promoveu-se uma série de iniciativas, como exposições, palestras, seminários, conferências, financiamentos para programas de pesquisas investigativas, dentre outros eventos, com o propósito de que, através de percepções e experiências, muitos indivíduos e grupos desenvolvessem ideias, fazendo uma síntese de iniciativas para a ligação entre design e necessidade social, desafiando velhas ideias equivocadas sobre o envelhecimento, a deficiência e a igualdade social.

Deste modo, rastrearam-se ideias que levaram a linhas de pensamento, tais como: o novo design para o envelhecimento (*New design for old*); o design para a idade (*Design age*); projetando para o futuro de nós mesmos (*Designing for our future selves*); uma comunidade emergente (*An emerging community*) (CLARKSON; COLEMAN, 2015).

Com a percepção de que vive-se em um mundo cada vez mais moldado pela intervenção humana, o design pode habilitar ou desabilitar as pessoas, assim sendo, é imperativo projetar um mundo melhor que corresponda com a diversidade presente na população. Desenvolver estratégias para projetar para toda a população é o grande desafio do Design hoje, acentuando o fato de que existem níveis de capacidade multifacetados que interagem uns com os outros. Usando o modelo de Design Inclusivo, os designers podem entender melhor a capacidade dos participantes e criar interfaces intuitivas, embalagens de fácil abertura, bem estruturadas, lógicas, sinalizações claras, direção hidráulica e frenagem assistida, projetos modulares e personalizáveis, indo além para conceder muitos outros produtos (KEATES; CLARKSON, 2003; CLARKSON; COLEMAN, 2015; BARBOSA, et al., 2018).

Para Clarkson e Coleman (2015), em uma era em que a população está envelhecendo, o Design Inclusivo beneficia a todos, desafiando o mito de que ele é direcionado a uma minoria de pouco significado econômico, mas sim, serve a pessoas mais velhas e menos capazes que constituem efetivamente uma maioria com considerável poder de compra.

Desta forma, capturar este mercado, através de melhores concepções de produtos e serviços pode levar a consideráveis vantagens para o mercado. Além disso, o Design Inclusivo pode atuar como um incentivo à inovação por pressupostos desafiadores quanto a acessibilidade e usabilidade, dirigindo o desenvolvimento de ambientes e serviços agradáveis que irão beneficiar a toda a população, levando a um aumento de negócios para as empresas. Para tanto, dois fatores-chave são bons argumentos econômicos do Design Inclusivo: o Índice de Potencial de Apoio (PSR) – pessoas mais jovens apoiando outras mais velhas, baixando os custos com cuidados e cuidadores; e uma oferta eficaz às pessoas idosas, em particular, promovendo a independência, incentivando este grupo a utilizar o rendimento disponível com estas tecnologias, sendo assim um propulsor econômico (CLARKSON; COLEMAN, 2015).

Assim sendo, o Design Inclusivo pode fazer uma contribuição significativa em todos estes fatores, e os seus princípios e métodos podem ser aplicados noutras áreas relacionadas, como no design para a segurança do paciente, onde o foco está em melhorar a qualidade dos serviços do setor público. Além disso, o Design Inclusivo pode alavancar significativamente o turismo com o acesso a ambientes e espaços públicos, como, também, incentivar as atrações internacionais. É deste modo, a partir de seu surgimento e, posteriormente, como um tema de pesquisa acadêmica, que o Design Inclusivo no Reino Unido está se desenvolvendo e se concretizado como um conjunto de ferramentas, ou melhor, um *kit* de ferramentas para design (CLARKSON; COLEMAN, 2015; WALLER et al., 2015).

Segundo Waller et al. (2015), o Design Inclusivo aponta para a necessidade de compreender a diversidade dos participantes existentes. Para estes autores (WALLER et al., 2015), o conjunto de critérios de sucesso para uma empresa inclui fatores relacionados às pessoas, porque devem oferecer benefícios, eficácia e satisfação; lucro – proporcionando retorno sobre o investimento, apoio no volume de

produção; ao globo – incentivando o uso sustentável de materiais, controle dos resíduos e eficiência energética.

Deste modo, o Design Inclusivo compreende a diversidade existente na população, partindo do princípio de que existe uma linha de produtos para participantes totalmente capazes e, outra, que apoia a minoria de clientes deficientes, definindo um limiar de comprometimento para que a pessoa seja considerada incapaz. É possível conceber e produzir produtos, serviços ou ambientes adequados a esta diversidade humana, incluindo crianças, adultos mais velhos, pessoas com deficiência, pessoas doentes ou feridas, ou, simplesmente, pessoas colocadas em desvantagem pelas circunstâncias. Esta abordagem é denominada de Design Inclusivo.

Esta definição pode beneficiar as pessoas pelo reconhecimento de seus direitos, tendo o devido apoio. Como também incentivar as organizações comerciais a desenvolver soluções especializadas para todo tipo de deficiência. Assim, é importante levar em consideração a perda das capacidades das pessoas, o que ocorre com toda a população. Além de atentar para o fato de que “é normal ser diferente” (WALLER et al., 2015).

Por vezes, o Design Inclusivo é por confundido com o desenvolvimento de soluções específicas para pessoas com deficiência, mas este não é, de todo, a sua meta. O envolvimento de pessoas com deficiência é encarado como uma forma de garantir a adequação para aqueles que, eventualmente, terão mais dificuldades de utilização, assegurando, desta forma, a usabilidade a uma faixa de população mais alargada.

Em termos gerais, as tecnologias estão seguindo como uma tendência de maior inclusão, por meio do qual uma plena assimilação social é buscada de maneira a proteger e preservar a diversidade individual. Esta ideia contrasta com o conceito das TAs integrativas, que buscam a assimilação social reduzindo as diferenças entre as pessoas. Esta tendência segue um apelo mais amplo para a mudança de atitude, de modo que as deficiências sejam vistas como variações biológicas iguais a quaisquer outras e, além disso, devem ser aceitas como tal. Deste modo, diversas TAs pretendem aumentar a autonomia do usuário pela contabilização de uma deficiência ou fazendo alterações contextuais. Esta tendência

é posicionada em resposta ao valor social colocado sobre as pessoas que vivem vidas independentes (STOA, 2018).

O desenvolvimento de um portfólio de produtos para atender ao maior número de participantes, assegurando que cada produto tenha um participante alvo, bem como aumentar o alvo do mercado, além de tomadas de decisões para garantir o sucesso de cada produto, são orientações do Design Inclusivo para um projeto adequado a diversidade da população (WALLER et al., 2015).

Segundo Plos et al. (2012), milhões de pessoas ao redor do mundo são consideradas como incapazes por causa de deficiência mental, física ou sensorial. Muitos fatores históricos (por exemplo: os deficientes da Segunda Guerra Mundial) e os fatores sócio-demográficos (por exemplo: o envelhecimento da população; o desenvolvimento da medicina) mudaram a visão que se tinha das pessoas com deficiência. Além das diferenças culturais entre países e as políticas de cuidados na Europa ou nos Estados Unidos, que carregarem uma preocupação real para melhorar as condições de vida das pessoas com deficiência e favorecer a sua participação social, como por exemplo: o direito de compensação de deficiência, a integração em educação e trabalho, o ambiente acessível e os produtos e serviços.

Assim, conforme Plos et al. (2012), para alcançar a acessibilidade de forma integral em uma sociedade, as deficiências devem ser tidas em conta, assim como o planejamento e a concepção de equipamentos ou, mesmo, a organização de atividades: este é o princípio das filosofias universalistas, bem como do Design Universal.

Em paralelo a esses movimentos, as tecnologias para a saúde e autonomia desenvolveram propósitos para satisfazer as mesmas necessidades. Os ergonomistas têm uma palavra a dizer na gestão da deficiência e do Design de TAs. Por esta razão, Plos et al. (2012), propõem uma ampla abordagem de intervenção ergonômica para o Design de TAs, incluindo necessidades funcionais, acessibilidade, aceitabilidade social e, também, do custo-benefício e *marketing*. As tecnologias de apoio visam fornecer um apoio às pessoas com deficiência, sua vida cotidiana e para a sua participação social.

Os movimentos universalistas costumam acrescentar o critério de acessibilidade e aceitabilidade funcional. De fato, a usabilidade a ser definida para uma amostra de usuário específica e um contexto de uso especificado, pode permitir

aos criadores estender a aceitabilidade funcional a um máximo de pessoas, representando, assim, a acessibilidade. Caso todos os tipos de produtos sejam projetados com uma abordagem universalista, os eletrodomésticos, a arquitetura urbana e o transporte público são bons candidatos, porque seu uso atinge potencialmente a toda população (PLOS et al., 2012; CLARKSON et al., 2003).

Para os pesquisadores Sullivan e Sahasrabudhe (2016), os remendos tecnológicos se tornaram comuns, pois, sendo a tecnologia baseada em produtos de consumos convencionais, a própria tecnologia tornou-se algo que permite distinguir nitidamente a sua utilização como Tecnologia Assistiva. As tecnologias específicas, com as características do produto inicialmente projetadas para serem usadas por pessoas sem deficiência devem alavancar, para permitir a acessibilidade e suporte para as pessoas com deficiência.

Desta forma, as TAs mescladas aos produtos de consumo convencionais reduzem o estigma que pode ser tradicionalmente associado com TAs especializadas.

Segundo Sullivan e Sahasrabudhe (2016), as ajudas tecnológicas baseadas nos produtos convencionais, tanto adaptadas como por opção ou conveniência, constituirão a nova norma. As pessoas avançarão para experimentar uma interação perfeita com os outros e seu ambiente em geral, através do uso de ferramentas inovadoras. À medida que a trajetória dessas tecnologias em desenvolvimento cresce, algumas irão inevitavelmente falhar, enquanto outras serão amplamente aceitas porque elas impactarão positivamente e melhorarão a qualidade de vida. Os beneficiários de tais transformações, inicialmente concebidas para pessoas com deficiências sensoriais, podem ser a maioria da população.

As TAs futuras, que atualmente estão em desenvolvimento, poderão ter enorme impacto na vida de toda a comunidade. Pois, enquanto algumas TAs são dispositivos especializados, de interesse apenas para as pessoas com deficiências específicas, outros têm vários recursos em comum com as tecnologias tradicionais. De fato, alguns deles são produtos padronizados do mercado em massa, configurado para o usuário individual como qualquer outra mercadoria. Os fortes laços entre as TAs e as tecnologias convencionais não são realmente tão surpreendentes, uma vez que todas as tecnologias são assistivas. Toda tecnologia é

desenvolvida para ajudar as pessoas a usar suas habilidades variadas para fazer as coisas que elas desejam ou precisam fazer (STOA, 2018).

Assim, enquanto algumas TAs são dispositivos especializados para um grupo bastante específico de usuários, há uma crescente combinação de TAs e tecnologias tradicionais, como conversores de texto em fala, que podem ajudar pessoas com e sem deficiências. Esta tendência pode ser parcial e tem ligação com o aumento dos princípios do Design Universal que exigem produtos simples e flexíveis que possam atender uma ampla gama de pessoas. À medida que as tecnologias tradicionais adotam, cada vez mais, múltiplas modalidades sensoriais ao mesmo tempo - com interfaces que integram o toque, som e visão - pode haver maior flexibilidade para decidir o formato no qual a informação é recebida de acordo com caprichos, preferências e habilidades para se comunicar (STOA, 2018).

Para Bhowmick e Hazarika (2017), as TAs para deficientes visuais e cegos é um campo de pesquisa que está ganhando proeminência crescente devido a uma explosão de novos interesses de diversas disciplinas. Este é um campo de impacto social muito relevante por conta do envelhecimento, que resulta em aumento de deficiências visuais. Segundo estes pesquisadores (BHOWMICK; HAZARIKA, 2017), houve um crescimento nesta área: de menos de 50 publicações por ano em meados de 1990, para cerca de 400 publicações científicas por ano em 2014.

No que tange ao aspecto cor, algumas soluções de TAs para a identificação de cores por deficientes visuais têm sido desenvolvidas (como por exemplo, audiodescritores e aplicativos) (BHOWMICK; HAZARIKA, 2017). Embora fáceis de utilizar, estes meios de identificação digital de cor não são totalmente confiáveis, além de que nem todas as pessoas conseguem dominar a tecnologia ou têm acesso a elas (como por exemplo, crianças e idosos) (PIRES, 2011). Desta forma, códigos táteis para a identificação de cores em objetos também foram produzidos, mas estes ainda mostram limitações importantes que devem ser aperfeiçoados (MARCHI et al., 2018).

## 2.4 DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO

O Design Centrado no Usuário (DCU) é uma filosofia de design com abordagem multidisciplinar, que coloca as necessidades, vontades e desejos dos

usuários como aspecto central do projeto. O DCU é baseado no envolvimento ativo dos usuários para melhor compreensão dos requisitos, tarefas, iterações e avaliações do consumidor, impulsionando o desenvolvimento de um produto, sistema ou serviço (OKIMOTO et al., 2019).

O DCU é um método científico, acima de tudo, que valoriza a experimentação, a iteração, aprendendo e aperfeiçoando com as falhas e a pesquisa. Ou seja, a pesquisa com usuários é toda alicerçada em conversas com os indivíduos sobre seus desafios, metas e limitações, no entanto, é apoiada em contextos, histórias e dados literários, que somente as entrevistas com o usuário não podem oferecer (GLADKIY, 2018).

Padovani (2012) defende que os designers e desenvolvedores de produtos precisam aprender como os usuários agem, entender o que eles consideram importante, assim identificando suas necessidades. Gladkiy (2018) afirma que encontrar a solução para um problema é um desafio e o designer precisa ser otimista para a criação de soluções inovadoras. E conclui que o DCU é uma abordagem positiva que começa com seres humanos e termina com as respostas, que são adaptadas às necessidades individuais, sendo geradas diversas ideias e a construção de muitos protótipos. Através das falhas e novas tentativas, finalizando com a colocação de soluções inovadoras no mundo.

Segundo o Foraker Labs (2018), o DCU é o processo de projetar uma ferramenta na perspectiva de como ela será entendida e usada pelo indivíduo. Ao invés de exigir que o usuário adapte suas atitudes e comportamentos para fazer uso de um produto ou sistema, estes podem ser projetados para suportar as crenças, atitudes e comportamentos de seus usuários relacionados às tarefas para as quais o produto está sendo projetado. Ou seja, neste caso, o usuário final é a parte mais importante do processo.

O design baseado na experiência do usuário implica em conduzir exercícios de pesquisa do usuário com o produto, revelando, desta forma, as necessidades e preferências do indivíduo por meio de observações, entrevistas, atividades criativas que incentivam os usuários a expressar suas emoções, motivações, conceitos e crenças humanas que cercam uma tarefa; é uma interface utilizada para compreender, acomodar e suportar comportamentos do usuário de uma maneira natural e satisfatória (FORAKER LABS, 2018).

Conforme Ginsburg (2011), projetos premiados e aprovados pelo público envolvem uma série de critérios de rigorosos ciclos de design (o que se convencionou chamar de design iterativo, ou seja, cíclico). Segundo a autora, essas iterações devem ocorrer antes que o produto seja efetivamente lançado no mercado, o que economizará tempo e recursos financeiros.

Para Foraker Labs (2018), um design deve estar em consonância com o usuário, deve ser fácil de aprender, suportar as tarefas e os objetivos dos usuários de forma eficiente e eficaz, além de ser satisfatório e atraente de usar. Para tanto, os usuários devem participar de uma sessão de teste de usabilidade, assim, o nível de usabilidade de uma interface pode ser medido. O usuário deve ficar livre, sem qualquer interferência do pesquisador, enquanto este registra os comportamentos, reações emocionais e o desempenho do usuário quando ele tenta realizar a tarefa. O pesquisador toma nota de quaisquer momentos de confusão ou frustração que o usuário tenha experimentando ao tentar completar uma tarefa, de forma satisfatória ou não. A análise dos dados de vários usuários fornece aos pesquisadores um meio de recomendar como e onde redesenhar a interface, com o objetivo de melhorar seu nível de usabilidade (FORAKER LABS, 2018).

Para Okimoto et al. (2019), no desenvolvimento produtos de TA, a integração da equipe com os usuários-alvos visa estabelecer uma relação de confiança, de credibilidade e de parceria efetiva. Segundo os autores, as pesquisas demonstram que quando há uma perfeita harmonia entre os designers e os usuários os resultados são muito positivos.

Desta forma, o designer de DCU cria junto com as comunidades, entendendo com mais profundidade as pessoas que está atendendo, com base em necessidades reais (GLADKIY, 2018). Assim, o DCU deve passar por 6 fases, de forma a fornecer uma linguagem comum para cientistas e partes interessadas:

- Especificação do contexto de uso e as necessidades dos usuários;
- Especificação dos requisitos de negócio;
- Construção de soluções de design desde o conceito bruto até o design final;
- Avaliação do projeto com testes de usabilidade;
- Implementação – desenvolvimento e entrega do produto;

- Implantação – avaliação do produto final conforme as necessidades do consumidor (GLADKIY, 2018; FORAKER LABS, 2018).

Este processo é de grande valia, pois, sendo a usabilidade a qualidade de um sistema, possibilita determinar o seu sucesso ou o seu fracasso para se produzir um sistema altamente utilizável, desta forma é possível obter informações de pessoas que realmente favoreçam o sistema (FORAKER LABS, 2018).

Outro viés do DCU, uma vez que os projetistas tenham determinado as soluções para a comunidade-alvo, é a perícia técnica que precisa descobrir o caminho para tornar a solução viável financeiramente, pois, encontrar equilíbrio é crucial para projetar soluções que sejam bem-sucedidas e sustentáveis (GLADKIY, 2018).

Quanto ao desenvolvimento de projetos de TA, é necessário o envolvimento de designers, profissionais da saúde, profissionais específicos conforme o objetivo, cuidadores, pais ou responsáveis pelo paciente e do próprio paciente, tanto nas fases de análise de requisitos, coleta de dados, design de protótipos, avaliação e análise de soluções do projeto para atender as necessidades únicas e individuais de um determinado assunto (OKIMOTO et al., 2019).

Segundo Okimoto et al. (2019) há algumas ênfases metodológicas como o DCU, o co-design, o design participativo, que trazem uma questão social integrativa, proporcionando a aproximação e o conhecimento do usuário, no entanto, para um projeto de TA ter sucesso em atender às necessidades dos usuários, deve haver empatia entre eles em todas as etapas, o que será um fator decisivo que leva os designers a identificar as reais necessidades do público-alvo.

Segundo Brogin, Batista e Okimoto (2015), as pessoas com deficiência carecem de produtos que atendam as suas demandas. Para Brogin e Okimoto (2018), ao projetar para pessoas com deficiência, o ideal é buscar um método que aproxime usuários e projetistas, a fim de que esta interação colabore na coleta de requisitos para o projeto, aprovação e validação dos modelos criados.

Barbosa et al. (2018), em estudos fundamentados nos relatos de usuários sobre embalagens acessíveis para pessoas com deficiência visual, verificaram a necessidade de formação específica de designers gráficos para o desenvolvimento de produtos acessíveis com criatividade, para o atendimento deste segmento

específico de consumidores cegos e com baixa visão, trazendo a combinação de recursos táteis, de audiovisuais, de forma que tenham plena autonomia, liberdade de escolha dos produtos à partir das informações disponíveis.

Okimoto et al. (2019) enfatizam que a aplicação do design centrado no usuário requer, acima de tudo, maior nível de percepção e habilidades da equipe de design quando se trata de assuntos como as deficiências. Quando se trata de usuários cegos ou surdos, a preparação da equipe do projeto deve ser maior e envolver a expansão das capacidades de percepção tátil e olfativa. Estes pesquisadores recomendam, também, a aprendizagem de línguas como o Braille e a linguagem gestual, bem como o conhecimento de softwares específicos de linguagens de acessibilidade para reduzir certas fragilidades na integração social e comunicação entre pesquisadores e participantes.

## 2.5 REFLEXÃO SOBRE A DEFICIÊNCIA VISUAL

Globalmente a deficiência visual é uma das principais causas de deficiência no mundo, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2018) e os levantamentos do projeto STOA (2018).

O aumento da população mundial, com uma proporção maior de idosos, acarreta grande aumento de pessoas com deficiência visual. Sendo assim, a perda visual representa sérias consequências para a sociedade, abalando expectativas econômicas e educacionais, além de outras; e consequências individuais, pois reduz a qualidade de vida destes indivíduos (STOA, 2018).

Os estudos de Temporini e Kara-José (2004) alertam para os efeitos adversos que a deficiência visual causa para a sociedade e evidenciam a problemática da cegueira e da baixa visão no mundo. Segundo estes pesquisadores (TEMPORINI; KARA-JOSÉ, 2004), o dados mostram que isto se dá, principalmente, devido ao crescimento da população mundial e da longevidade, à escassez de serviços especializados, às dificuldades de acesso da população à assistência oftalmológica, às dificuldades econômicas e à ausência/insuficiência de esforços educativos que favoreçam a prevenção.

Para pesquisadores como Stevens et al. (2013) e, segundo os apontamentos de STOA (2018), estar a par das tendências estimadas e do volume

global de deficiência visual é importante por razões que incluem, desde as áreas de compreensão de necessidades não satisfeitas, desenvolvimento de produtos, até mesmo dos efeitos das intervenções na saúde, como por exemplo, nos casos de cirurgias.

### 2.5.1 A Visão

O sistema visual é uma estrutura complexa constituída pelo globo ocular e um conjunto de feixes e terminações do sistema nervoso central cuja função é a de traduzir as vibrações eletromagnéticas da luz em impulsos nervosos transmitidos ao cérebro, que decodifica e interpreta o estímulo visual. A visão detecta uma infinidade de estímulos do ambiente e integra outros estímulos de forma global e simultânea (UNG, 2017).

O olho humano é capaz de distinguir alterações mínimas de forma, tamanho, cor, claridade, distância, entre outros atributos de um objeto, figura, cenário, paisagem, etc. A televisão, as revistas, os jornais, o cinema, o teatro, a dança, as artes plásticas e outras manifestações artísticas e culturais estão impregnados de imagens e apelos visuais. Neste sentido, pode-se dizer que a sociedade é caracterizada pelo “visiocentrismo”, isto é, a visão ocupa o topo dos sentidos e o centro das atenções e dos sistemas de expressões e comunicação humana (UNG, 2017).

Segundo a Cartilha de Orientação sobre o Aluno com Deficiência Visual (UNG, 2017), as universidades exemplificam o mesmo fenômeno uma vez que a construção do conhecimento, os conteúdos programáticos e as interações do usuário com o objeto de conhecimento são permeados por componentes e referências visuais presentes na fala, no material impresso, nas metodologias, atividades, tarefas e em outros aspectos da organização do trabalho pedagógico.

No caso da pessoa com deficiência visual, as palavras ou os sons, por si só, podem ter pouco sentido ou um sentido deturpado devido às sutilezas das cenas mudas ou da comunicação não verbal que acompanha ou complementa a fala dos interlocutores em um diálogo ou em qualquer outra interlocução. Ou seja, o indivíduo ouve o que é dito, mas, não necessariamente, compreende do que se trata porque o gesto e o olhar devem ser mediados pela fala e pelo contato físico (UNG, 2017).

Conforme Gil (2000), a audição e o tato são os principais canais de informação utilizados pelas pessoas com deficiência visual. As características da visão e do tato são muito diferentes no que se refere à percepção de um estímulo ou objeto. O tato faz parte de um sistema perceptivo amplo e complexo, o sentido háptico (tato ativo ou em movimento através do qual a informação chega aos receptores cutâneos e sinestésicos) interpreta a informação que é decodificada pelo cérebro.

Através deste sistema perceptivo, o participante detecta a informação do ambiente de modo fragmentário e sucessivo, uma vez que entra em contato com cada uma das partes do objeto para configurar o todo, enquanto a percepção visual é global e simultânea. Conforme a Cartilha de Orientação sobre o Aluno com Deficiência Visual (UNG, 2017), este é o motivo de que os alunos cegos levam mais tempo para conhecer e reconhecer os objetos e a disposição do mobiliário em uma sala de aula. O tamanho e a forma de uma mesa são percebidos por eles, palmo a palmo, assim como as dimensões da sala, enquanto os demais alunos percebem visualmente todo o ambiente, o que facilita a acomodação e o deslocamento.

A condição de cegueira restringe a amplitude e a variedade de experiências, a orientação e mobilidade, o controle do ambiente e a interação do indivíduo com o mundo que o cerca. O senso de visão permite perceber o mundo em imagens, movimento e cor. Usa-se informações do sentido visual para movimentar-se e interagir com objetos e ambientes. A concepção eficaz de qualquer produto ou ambiente deve levar em conta a gama de habilidades visuais humanas. A acuidade visual deficitária, devido à reduzida capacidade da lente no olho para focar a luz na retina, resulta em imagens que aparecem embaçadas (CLARKSON, 2008).

A acuidade visual é importante para tarefas como a visualização e leitura de texto e símbolos gráficos em material impresso e em produtos (como por exemplo, manuais de produtos e controles de produtos); leitura de sinalização nas estradas e espaços públicos; reconhecimento de faces em várias distâncias. Projetar material gráfico para o indivíduo com a acuidade visual reduzida envolve considerar o tamanho da matriz e o estilo de fonte do texto. Problemas particulares podem surgir quando há uma exigência de mudar a distância de visualização como parte de uma atividade, uma vez que a capacidade do olho para acomodar tal mudança se reduz com a idade (CLARKSON, 2008).

Os graus de visão abrangem um amplo espectro de possibilidades que vão da cegueira total até a visão perfeita, denominada visão normal. A expressão “deficiência visual” refere-se ao espectro que vai da cegueira até a visão subnormal (PIRES, 2011).

Assim sendo, a deficiência visual é uma limitação sensorial que pode suprimir ou minimizar a capacidade de ver. Há muitas definições para a deficiência visual abrangendo várias classificações. O comum entre as deficiências é o comprometimento do órgão da visão, as alterações estruturais que afetam as funções visuais em níveis diferenciados e que interferem de maneira diferente no desempenho individual. O comprometimento significativo das funções visuais irá acarretar em vários graus de visão residual ou em deficiência visual máxima (OLIVEIRA, 2002).

Os indivíduos considerados com deficiência visual são aqueles que têm perda total da visão e os que têm perda parcial da visão. Delimita-se como cego àquele indivíduo de visão subnormal que necessita de instrução em Braille como meio de leitura e escrita e/ou outros métodos, recursos didáticos e equipamentos especiais para o processo ensino/aprendizado. E, como indivíduo de visão subnormal ou baixa visão, aquele que possui resíduos visuais em grau que permitam ler texto impressos à tinta, impressos ampliados ou com o auxílio de potentes recursos didáticos e equipamentos ópticos especiais, excluindo as deficiências facilmente corrigidas pelo uso adequado de lentes (OLIVEIRA, 2002; CONDE, 2016).

A visão das cores se dá principalmente nas diferenças perceptivas entre uma cor e outra, ou ao possuir algum tipo de distúrbio fisiológico da visão cromática. As diversas formas de confusão de cor foram primeiramente descritas pelo químico John Dalton, em 1798, quando ele mesmo se percebeu tendo sérias dificuldades em reconhecer substâncias químicas somente pela cor. Esta dificuldade é hoje chamada de daltonismo em sua homenagem (SILVEIRA, 2015).

Além das dificuldades de reconhecimento, são definidos dois tipos de deficiência na visão cromática. O primeiro tipo é aquele onde a deficiência se localiza na retina, ou seja, nos receptores chamados cones, as células fotossensíveis da retina, gerando deficiências em determinadas cores, e o segundo

tipo são as acromatopsias (cegueira para a cor) causadas por lesões na retina ou nos lobos occipitais do cérebro (SILVEIRA, 2015).

Para reconhecer o daltonismo ou outros distúrbios cromáticos, são realizados testes de visão cromática, essas avaliações dependem do isolamento da cor como característica identificadora, facilitando demonstrar se um indivíduo tem aptidão normal ou não para a distinção entre as cores. A confusão cromática mais comum é a do primeiro tipo, entre as cores vermelho e verde, mas existem muitas espécies do daltonismo. A cegueira cromática causada por danos na retina é baseada nos protanópicos (para a percepção anômala do vermelho), os deuteranópicos (para a percepção anômala do verde) e os tritanópicos (para a percepção anômala do azul) (OLIVEIRA, 2002; CONDE, 2016).

Os indivíduos com essas deficiências são descritos como tendo visão cromática anômala, ou seja, embora possuam condições fisiológicas (cones) para fazer a mistura das três luzes (R, G e B – *Red, Green, Blue*), utilizam proporções nesta mistura diferentes das pessoas normais. Já, a cegueira total para as cores, ou acromatopsia, pode acontecer de forma congênita ou adquirida (CONDE, 2016).

A descoberta de que a construção perceptiva do universo colorido de cada indivíduo está muito além dos aspectos físicos ou fisiológicos tidos isoladamente. A reconstrução do mundo visual cromático, estudados em pacientes acromatópicos, tem mostrado que a percepção cromática é uma composição complexa entre a fisiologia de cada indivíduo, a física de cada elemento cromático da cena observada e a cultura na qual este indivíduo está inserido.

### 2.5.2 População de Deficientes Visuais no Mundo e no Brasil

Hoje, estima-se que 180 milhões de pessoas em todo o mundo sejam deficientes visuais. Destes, 45 milhões de pessoas são cegas e, por definição, não podem andar sem ajuda, geralmente precisando de apoio vocacional e/ou social (IAPB, 2018).

Segundo dados do *World Report on Disability* (CHAN; ZOELLICK, 2011) e do *Vision 2020* (IAPB, 2018), a cada 5 segundos, uma pessoa se torna cega no mundo. Além disso, do total de casos de cegueira, 90% ocorrem nos países

emergentes e subdesenvolvidos. Estima-se que até 2020, o número de pessoas com deficiência visual poderá dobrar no mundo.

Aproximadamente 50% dos cegos do mundo tiveram catarata. A maioria das pessoas restantes é cega por condições que incluem, entre outras coisas, glaucoma, tracoma, oncocercose e diferentes condições de cegueira infantil. Apesar de meio século de esforços, começando com atividades organizadas de controle do tracoma, a carga global de cegueira está crescendo em grande parte devido ao crescimento da população e ao envelhecimento (OMS, 2018).

A perda da visão causa enorme sofrimento humano para os indivíduos afetados e suas famílias, representando um problema de saúde pública, social e econômico para os países, especialmente os países em desenvolvimento, onde vivem nove dos dez cegos do mundo. De fato, cerca de 60% deles residem na África subsariana, na China e na Índia (OMS, 2018).

No Brasil, do total da população, 23,9% (45,6 milhões de pessoas) declararam ter algum tipo de deficiência. Entre as deficiências declaradas, a mais comum foi a visual, atingindo 3,5% da população dentre as deficiências investigadas pelo IBGE (2015); segundo a Fundação Dorina Nowill (NOWILL, 2018), a deficiência visual foi a que registrou a maior proporção estimada para pessoas que a adquiriram por doença ou acidente (3,3%), enquanto 0,4% a possuíam desde o nascimento. Em seguida, ficaram os problemas motores (2,3%), os intelectuais (1,4%) e os auditivos (1,1%) (NOWILL, 2018).

Conforme as informações do IBGE (2015), no Brasil não houve diferença estatisticamente significativa entre as Grandes Regiões para a população que tinha a deficiência visual desde o nascimento. Entre as pessoas que adquiriram a deficiência visual por doença ou acidente, a Região Sul apresentou a maior proporção (5,4%).

No País, 6,6% das pessoas com deficiência visual faziam uso de algum recurso para auxiliar a locomoção, como bengala articulada ou cão-guia. Todas as Grandes Regiões obtiveram estimativas assemelhada, estatisticamente observada para o Brasil (IBGE, 2015).

Em 2013, 16,0% da população com deficiência visual apresentou grau intenso ou muito intenso de limitações ou não conseguia realizar as atividades habituais. Essa foi a menor proporção de limitação encontrada nas quatro

deficiências investigadas. A Região Nordeste (20,8%) foi a única que registrou proporção superior à média nacional observada para esse indicador (IBGE, 2015).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2018), as principais causas de cegueira no Brasil são: catarata, glaucoma, retinopatia diabética, cegueira infantil e degeneração macular.

Conforme os dados do IBGE de 2010, no Brasil, das mais de 6,5 milhões de pessoas com alguma deficiência visual (IBGE, 2016):

- 528.624 pessoas são incapazes de enxergar (cegos);
- 6.056.654 pessoas possuem baixa visão ou visão subnormal (dificuldade de visão grande e permanente).

Outros 29 milhões de pessoas declararam possuir alguma dificuldade permanente de visão, ainda que utilizando de óculos ou lentes.

Com o objetivo de evitar a cegueira, criou-se o Dia Mundial da Visão (realizado anualmente na segunda quinta-feira do mês de outubro), sendo comemorado no Brasil com a ação “Programa Visão 2020: O Direito à Visão”. A iniciativa é do Ministério da Saúde, Organização Mundial da Saúde (OMS) e da Agência Internacional para a Prevenção da Cegueira (IAPB, 2018). A finalidade do programa é eliminar a cegueira evitável em todo o mundo até o ano 2020. Isso porque até 80% dos casos de cegueira resultam de causas previsíveis ou tratáveis, mas a cada cinco segundos uma pessoa fica cega no mundo e uma criança perde a visão a cada minuto. São 285 milhões de pessoas no mundo vivendo com baixa visão ou cegueira. Desses, 39 milhões são cegas e 246 milhões têm deficiência visual moderada ou grave.

Campanhas como a do Dia Mundial da Visão são promovidas para conscientizar a população sobre a necessidade de acompanhamento médico especializado, para evitar que os problemas dos olhos se agravem e acabem resultando em cegueira, que poderia ser evitada em cerca de 80% dos casos. Segundo o Conselho Brasileiro de Oftamologia (CBO, 2016), muitas doenças relacionadas à visão não apresentam sintomas, quando são descobertas, já estão em estágio bastante avançado e de difícil regressão. É o caso do glaucoma, a maior

causa de cegueira no mundo, sendo que, no Brasil, mais de um milhão de pessoas são afetados por essa doença.

Na investigação feita por Stevens et al. (2013), nos países em desenvolvimento, 30% a 72% dos casos de cegueira evitável, 9% a 58% podem ser prevenidas, e 14% a 31% são tratáveis. O principal fator de opacificação da córnea é causado por uma combinação de sarampo, xeroftalmia, e o uso da medicina tradicional do olho. Nos Estados Unidos, por exemplo, não há registro nacional dos cegos. Mas, a partir de algumas escolas que têm esta informação, apurou-se que as três principais causas são o prejuízo cortical visual, retinopatia da prematuridade e hipoplasia do nervo óptico. Sabe-se que houve um aumento significativo tanto na perda de visão cortical e retinopatia da prematuridade, nos últimos 10 anos.

Segundo o levantamento recente da União Européia no projeto STOA (2018), a prevalência européia de perda de visão e cegueira é estimada em 2,9% e 0,3% respectivamente. No entanto, tanto a perda de visão como a deficiência auditiva, correlaciona-se com o envelhecimento e, cerca de 81% destas pessoas que estão com deficiências severas e cegueira, tem mais de 50 anos. Assim sendo, espera-se um aumento no número de pessoas com deficiências visuais e auditivas à medida que a população envelhece (STOA, 2018).

Os cegos congênitos ou com visão subnormal congênita compreendem os que nasceram cegos ou que perderam a visão até os 5 anos de idade. São considerados cegos congênitos os indivíduos que nunca viram (KASTRUP, 2007). Normalmente, como as impressões visuais registram-se na memória a partir dos 6 anos de idade aproximadamente, se uma pessoa torna-se cega antes dessa faixa etária, na prática, é como se tivesse nascido sem enxergar. Já, as pessoas que apresentam perda gradual da acuidade visual após esta idade, em qualquer fase da vida, são denominadas deficientes visuais com visão parcial adventícia.

Os cegos adventícios ou de cegueira adquirida são os deficientes visuais que nasceram com visão subnormal e a perderam gradualmente ou repentinamente após os 5 anos de idade, incluindo as perdas visuais comuns na velhice originadas de catarata, diabetes ou outras doenças do gênero (OLIVEIRA, 2002).

### 2.5.3 Apoio Pedagógico e Políticas Públicas para Deficientes Visuais

Existem no Brasil alguns organismos públicos e entidades filantrópicas de apoio à pessoa com necessidades especiais, como o Instituto Benjamim Constant (IBC) no Rio de Janeiro, que é ligado ao Ministério da Educação; a Fundação Dorina Nowill para Cegos e a Laramara – Associação Brasileira de Assistência ao Deficiente Visual, ambas em São Paulo, além dos Centros de Apoio Pedagógico a Deficientes Visuais (CAP) estaduais e municipais, que produzem, adaptam e disponibilizam diversos materiais para atividades pedagógicas e para a vida diária das pessoas cegas ou com baixa visão (LOCH, 2008).

Entre tais materiais encontram-se alguns poucos mapas, plantas baixas genéricas e gráficos. Entretanto, segundo Loch (2008), apesar dos louváveis esforços dessas instituições no que concerne aos mapas táteis para a educação, elas não têm conseguido atingir um padrão cartográfico eficiente ou suficiente, nem têm conseguido atingir a demanda no âmbito nacional. Sabe-se que nas salas de recursos da grande maioria das escolas brasileiras quase nada existe de material cartográfico tátil, e que muitos estudantes cegos são desprovidos desse recurso didático.

Além dos organismos citados, conforme Sena e Carmo (2005), algumas iniciativas de professores, pesquisadores e estudantes de pós-graduação espalhados pelas universidades do Brasil estão desenvolvendo pesquisas em assuntos relativos a representações cartográficas táteis e seus usos. Como por exemplo, no Departamento de Geografia da Universidade Estadual de São Paulo (USP), no Laboratório de Ensino e Material Didático (LEMADI), são feitas pesquisas e elaboração de representações gráficas táteis para a educação e cursos de capacitação para professores, pais e deficientes visuais.

Na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ventrini (2007) desenvolveu um Sistema de Maquete Tátil/Mapavox com o objetivo de investigar como as pessoas deficientes visuais organizam os objetos no espaço e que estratégias usam para constituir suas representações. Contudo, observa-se, ainda, a carência de padronização desse tipo de mapa no Brasil quando verifica-se que os modelos existentes apresentam grande variação na sua aparência (simbologia e apresentação) para um mesmo tipo de mapa, além de omissões ou erros básicos atinentes a Cartografia (SENA; CARMO, 2005).

Com o início das Políticas Públicas direcionadas à Educação de pessoas com necessidades especiais, começam o desenvolvimento de materiais didáticos táteis e procedimentos para a abordagem de conteúdos cartográficos e geográficos para alunos cegos (VENTORINI, 2014).

No Estatuto da Pessoa com Deficiência (EPD), dentre os vários aspectos abordados, prevê-se a garantia do direito à educação: “A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurados pelo sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem”. Todavia, não existe no sistema educacional brasileiro infraestrutura, profissionais capacitados nem materiais didáticos suficientes para a plena garantia dos direitos previstos no EPD (BRASIL, 2015).

Especificamente para a educação inclusiva da pessoa cega, Figueiredo e Kato (2015) enfatizam que os esforços têm sido comprometidos em função da escassez de recursos financeiros, didáticos, tecnológicos, pela falta de capacitação dos docentes e de espaço para a experimentação no ambiente escolar e por uma lógica didática baseada na comunicação visual. Fica evidente que a Educação necessita de avanços, dos quais muitos competem à área do design, para que as pessoas cegas possam desfrutar dos seus direitos previstos no EPD (BRASIL, 2015).

Os materiais didáticos são ferramentas essenciais para a educação inclusiva. Estes são meios que a pessoa cega materializa o conhecimento, sendo possível desenvolver seu aprendizado de maneira mais igualitária em relação às pessoas de visão normal. Contudo, a baixa oferta desse tipo de produto, bem como seu elevado preço, são fatores que limitam sua aquisição. Conforme Figueiredo e Kato (2015), há uma carência de desenvolvimento de materiais didáticos para alunos cegos, o que está relacionado à dificuldade em compreender conceitos. Os materiais didáticos são, portanto, necessários para que o aluno cego possa concretizar o conhecimento, diminuir o grau de abstração e enriquecer seu repertório de experiências.

A realização de Conferências Mundiais deu voz às pessoas que reivindicavam a garantia dos direitos de todos terem suas necessidades básicas de aprendizagem atendidas e respeitadas, ou seja, atendimento especializado para

alunos com Necessidades Educacionais Especiais (NEE), preferencialmente, no ensino regular (VENTORINI; SILVA; FREITAS, 2015).

#### 2.5.4 Eliminando Preconceitos

As pessoas com deficiência são como qualquer outro indivíduo comum: têm os mesmos direitos, sentimentos, sonhos e vontades. Ter uma deficiência não torna o sujeito melhor ou pior. O indivíduo com deficiência não é um anjo, nem um modelo de virtudes: é uma pessoa (GIL, 2000). Mas, mesmo tendo este entendimento, muitas barreiras são colocadas no caminho das pessoas com deficiência visual e, segundo Gil (2000), a tarefa é eliminá-las.

Segundo Machado e Keim (2014), para suprimir os preconceitos contra a perda da visão é necessário, primeiramente, respeitar as pessoas, bem como perceber que o nível de acuidade visual pode variar, determinando 2 grupos: pessoas cegas e pessoas com baixa visão. É preciso também compreender que os 2 grupos conhecem e sentem o mundo de maneiras diferentes. Diante disso, fazem-se necessárias ações, processos, projetos e políticas públicas inclusivas diferenciadas, que respeitem as individualidades, com o propósito de tornar a sociedade inclusiva.

O educador Paulo Freire (FREIRE, 1987), apontou caminhos para que todos aprendam a respeitar as pessoas e suas individualidades, um processo capaz de promover a autonomia e libertação. De acordo com sua obra, um dos propósitos da educação é conhecer para compreender e compreender para transformar, porque, segundo o autor, quando o ser humano compreende e faz uma reflexão política sobre a vida, sobre a sociedade e o mundo, ele se torna um participante crítico que luta por um mundo melhor para todos.

Para Freire (1987), não se pode aceitar frases como “a realidade é assim mesmo”, ou, “não há como mudar”. Esse é o discurso de quem tem o poder e quer que tudo continue da mesma forma. Frases como estas se caracterizam como os baluartes da naturalização, o que impede que as pessoas percebam que tudo o que lhes ocorre na sociedade tem uma dimensão de historicização. Para superá-la, Freire propõe, no contexto de sua obra, que a educação deve estimular a

coletivização, no lugar da competitividade individualista e a conscientização, a fim de superar a alienação.

Esta compreensão sobre o assunto se aproxima do pensamento de Brumer, Pavei e Mocelin (2004), que constata que a falta ou a redução da visão não são os principais obstáculos para a inclusão das pessoas: “caso lhes sejam oferecidas as condições de aprendizado e os meios de desenvolver e aplicar suas habilidades, têm condições de andar sozinhos, estudar, trabalhar e de participar da vida social, econômica, cultural e política da sociedade”.

Keim (2011) cita Paulo Freire, lembrando a fala de uma professora chamada Maria (nome fictício), cega de nascença que, em certo dia, no ano 2003, durante uma conversa entre amigos, desconstruiu nossos preconceitos sobre a deficiência com a seguinte ideia: “Não existe deficiência, nem pessoas com deficiência”; o conceito “deficiência” foi uma ideia construída socialmente ao longo da história e é resultado do racionalismo científico, que dividiu as pessoas em categorias sociais, os “normais” e os “anormais”. Dentro de uma dessas categorias dos “anormais” estão às pessoas que foram classificadas como deficientes, e mais recentemente chamadas de pessoas com deficiência. Desta forma, este autor defende que não existe deficiência, nem pessoas com deficiência; o que existe é a diversidade humana e, dentro de suas especificidades e necessidades, pessoas com algumas limitações, que podem ser física, visual, auditiva ou intelectual. Entretanto, essas limitações poderiam ser eliminadas caso a sociedade fosse verdadeiramente inclusiva.

A professora Maria, citada acima, é integrante de uma Associação de Cegos no Paraná e acredita, assim como os pesquisadores Machado e Keim (2014), que, caso a sociedade brasileira e o poder público criasse ações e desenvolvessem projetos, processos e políticas efetivas de inclusão, estariam garantindo a igualdade de direitos e a equidade de oportunidades para mais milhares de pessoas cegas ou com baixa visão (IBGE, 2016).

De acordo com Pagliuca (1996), o ser humano se relaciona com o mundo através dos sentidos da visão, audição, olfato, paladar e tato. Assim, além do potencial visual estimulável, também os outros sentidos precisam ser estimulados durante uma visita ao espaço museal, por exemplo.

Machado e Keim (2014) enfatizam que, na ausência da visão, há uma reorganização de toda a estrutura mental que possibilitará ao cego adquirir conhecimento sobre o mundo; os conceitos de espaço, tamanho e forma serão favorecidos pelas percepções auditivas, olfativas, táteis e cinestésicas. Desta forma, para conhecer o espaço museal, o visitante cego precisa ser estimulado a ver, sentir e conhecer o patrimônio histórico, o acervo, as coleções e as obras de arte. A comunicação em Braille, a interação tátil com o acervo, a orientação para a mobilidade com autonomia e a descrição são fundamentais, porque, como o cego não tem informação visual do ambiente, ele só irá explorar os objetos dos quais já foi informado e que estejam acessíveis.

Masini (1994) comenta que a educação do deficiente visual é, na maior parte das vezes, centrada em padrões de aprendizagem adotados pelas pessoas com visão normal. Segundo a autora, educar deficientes visuais de acordo com tais padrões produz um desconhecimento das especificidades destes indivíduos. Para Moraes (2006), conhecer o modo como o deficiente visual conhece o mundo é fundamental para a elaboração de estratégias pedagógicas voltadas para estes aprendentes. A baixa visão ou acuidade visual (visão subnormal ou visão reduzida) é uma condição visual complexa e variável que dificulta as atividades de leitura e escrita, interfere ou limita a execução de tarefas e o desempenho de habilidades práticas.

Em suas pesquisas, Brumer et al. (2004), constataram que a falta ou a redução da visão não é o principal obstáculo para a inclusão das pessoas com deficiência visual como cidadãos plenos de direitos e deveres. Caso lhes sejam oferecidas as condições de aprendizado e os meios de desenvolver e aplicar suas habilidades, as pessoas com deficiência visual têm condições de uma vida autossuficiente, participando da vida social, econômica, cultural e política da sociedade com autonomia.

Pesquisadores, tais como Vigotsky (1997), Bach-y-Rita (1997), Kastrup (2007), entendem que a deficiência visual não é um fenômeno natural e meramente fisiológico, mas um fenômeno complexo, de cuja construção participam também fatores sociais, econômicos, culturais, políticos, artísticos, educacionais e tecnológicos. Estes pesquisadores entendem que as capacidades cognitivas e a amplitude existencial de uma pessoa que não dispõe da visão, mas que recebeu

cuidados, educação e oportunidades de participar da vida social e cultural são muito diferentes e superiores com relação àquela que não dispôs de tais possibilidades. Para estes pesquisadores, as novas Tecnologias Assistivas ganham lugar de destaque, pois contribuem para a compreensão e consciência dos limites e possibilidades das pessoas com deficiência visual e de sua inclusão social (KASTRUP, 2007).

#### 2.5.5 O Processo Cognitivo

O termo “cognição” é definido como representações mentais e regras de transformação que investigam os processos envolvidos na aquisição, representação, armazenamento e utilização do conhecimento, como a sensação, percepção, atenção, memória, aprendizagem, pensamento e linguagem. As chamadas ciências cognitivas são um conjunto de disciplinas dedicadas a investigar a cognição humana através da contribuição teórica e empírica ao estudo dos processos psicológicos básicos (GAUER; SOUZA, 2018).

Conforme Gauer e Souza (2018) a meta da psicologia cognitiva é conhecer as regras de transformação da informação que entram no indivíduo como *input* e saem como *output*. Ou seja, aquilo que é transmitido quando um sinal atinge um receptor, capacitando-o para fazer escolhas entre um conjunto de alternativas possíveis. É importante ter em conta que informação não carrega em si significado, mas permite ao receptor fazer escolhas. Sendo assim, se a relação entre o sinal físico e o significado não tiver sido estabelecida previamente, o estímulo não informa.

A representação mental é um estado interno que simboliza algo distinto dele próprio. Há dois níveis para discutir as representações mentais nas ciências cognitivas. O nível mais direto é o das representações conscientes, que pode acontecer, desde as proposicionais (linguísticas) até as imagéticas, que podem ser imagens visuais, auditivas (melodias), cinestésicas, olfativas e gustativas. O segundo nível seria, supostamente, onde estas representações realizam-se no cérebro em algum tipo de linguagem de máquina (GAUER; SOUZA, 2018).

Segundo Pitano e Noal (2018), a obra *Os Fundamentos da Defectologia* de Vigotski, é um dos principais referenciais teóricos que fornecem suporte operacional

e metodológico na busca de compreender a influência das funções psicológicas superiores e dos recursos na construção do conhecimento por indivíduos cegos e com deficiência visual.

Nos indivíduos com deficiência visual adquirida a cognição é distinta da cognição dos indivíduos com cegueira congênita. Para os cegos congênitos o sistema cognitivo é, desde o nascimento, constituído com base nos demais sentidos e sem referência a elementos visuais. Como o diagnóstico da cegueira pode não ser imediato, a diferença mais significativa não é entre cegos congênitos e precoces (entende-se como cegos precoces os indivíduos que perderam a visão entre 6 meses e 1 ano de idade), mas entre os cegos precoces e tardios em função de referências visuais e coordenações neurais entre as modalidades sensoriais, que acontecem até os 3 anos de idade em média. Para Kastrup (2007), os cegos tardios constituem casos bastante efetivos de deficiência visual adquirida, sendo cenário de processos de aprendizagem de profunda exigência e reinvenção cognitiva. O funcionamento cognitivo na cegueira adquirida guarda diversos pontos em comum com os indivíduos de visão normal e com os indivíduos cegos congênitos (KASTRUP, 2007).

Quando acontece a perda da visão, nos casos de cegueira adquirida ou baixa visão, são grandes as transformações cognitivas relacionadas à redução da eficiência de habilidades, hábitos e comportamentos caracterizados pelo automatismo do indivíduo de visão normal. Conforme Vigotski (1997), a cegueira não é apenas a falta da vista, pois provoca uma grande reorganização de todas as forças do organismo e da personalidade. O comportamento automático é um comportamento sem atenção. Sua utilidade na vida prática é justamente liberar a atenção para outras atividades. Assim, a perda da visão produz uma redução das ações automáticas e um aumento da participação da atenção nas mais simples tarefas da vida cotidiana (KASTRUP, 2007).

A ideia da compensação sensorial é motivo de estudo para a psicologia cognitiva da deficiência visual. Em função da ausência da visão, a pessoa cega possui um melhor desempenho de sentidos como o tato e a audição. Mas, a noção de compensação também traz complicações, pois o apelo excessivo a ela pode levar a pensar que todo o problema da reorganização cognitiva dos que perderam a visão consiste em compensar esta perda para continuar a vida cotidiana como o fazem as

peças de visão normal, apenas seguindo caminhos indiretos e mais longos (KASTRUP, 2007).

Para Vigotski (1997), a reorganização ocorre pela ação das funções psicológicas superiores, induzindo a pensar que o cego possui a audição mais desenvolvida que a pessoa com visão normal, no entanto, é a sua atenção para o sentido que, ao se reorganizar, se destaca.

Segundo Kastrup (2007), os estudos indicam que a cegueira não modifica diretamente os limites sensoriais de acuidade, mas orienta a atenção para signos não visuais, além de melhorar os mecanismos exploratórios do tato e da audição. Ou seja, a perda da visão não resulta em uma potencialização dos demais sentidos de imediato, mas, com o tempo o indivíduo tira partido de símbolos, que até então não faziam parte de seu domínio cognitivo. Assim, voltar-se para os signos facilita o desempenho de atividades da vida diária, como aquelas da escola, do trabalho e da vida social.

As funções psicológicas superiores podem ser entendidas como formas de pensar, originárias da interação entre indivíduos que estabelecem processos de mediação, sobretudo por meio da linguagem. São funções complexas e ligadas à autorregulação, utilizadas de maneira espontânea em circunstâncias de estimulação (PITANO; NOAL, 2018).

As pesquisas de Pitano e Noal (2018) demonstraram o quanto os cegos adquiridos se utilizam de recordações visuais para conceituar objetos e fenômenos, enquanto que, para os cegos congênitos, são de grande importância a mídia e a interação com o meio social na apropriação do conhecimento. Estes pesquisadores concluíram que as semelhanças e diferenças nos processos de representação mental, a partir de conceitos entre os cegos congênitos e adquiridos, são de que enquanto os cegos adquiridos (que ficaram cegos após os 5 anos de idade) utilizam tanto a perspectiva empírica como a abstrata, embora a abstrata predomine, os cegos congênitos o fazem predominantemente pela via abstrata, oriundos de processos de relação e conexão entre pensamento, imaginação e memória.

Desta forma, Pitano e Noal (2018) enfatizam que a capacidade de conceituar, de representar mentalmente os objetos e fenômenos buscando explicá-los, é desigualmente manifestada pelos cegos congênitos e os adquiridos, o que envolve a limitação da capacidade criadora, sendo a experiência dos cegos congênitos mais

pobres em razão da deficiência e da falta de compensação da mesma, detectado pelo esforço de conceituação. Concluindo que quanto mais rica for a experiência do indivíduo, mais material está disponível para a imaginação dele, provando a teoria de Vigotski (2009) de que a atividade criadora da imaginação depende diretamente da riqueza e da diversidade da experiência anterior do indivíduo (PITANO; NOAL, 2018).

A educação, como uma disciplina da Ciência Cognitiva, tem como aspecto central investigar a aprendizagem mediante pesquisas experimentais, teóricas e aplicadas. Adotando uma abordagem mais processual dirigida à aquisição, desenvolvimento, acesso, utilização e representação do conhecimento. Trata-se de uma área que busca apoio multidisciplinar em disciplinas como a Linguística, a Neurociência, a Antropologia e a Psicologia Cognitiva (JANCZURA, 2006).

Quanto aos processos educacionais relacionados à aprendizagem humana incluem vários tópicos como, por exemplo, desenvolvimento da perícia, aquisição de habilidades, metacognição, esquemas, modelos mentais, cognição espacial, raciocínio dedutivo e indutivo, atenção, representação do conhecimento e memória. Segundo Janczura (2006), na área da metacognição, as pesquisas têm sugerido práticas que contribuem para o desenvolvimento de habilidades e estratégias de aprendizagem mais efetivas, para monitorar o próprio conhecimento da informação e da memorização.

A aprendizagem está relacionada aos conhecimentos captados através dos sentidos (tato, visão, audição, olfato e paladar) e enviados ao cérebro, onde ocorre a elaboração intelectual (OLIVEIRA, 2018). Desta forma, somente o verbalismo, pode não ter um resultado satisfatório, porém, complementado com o uso de recursos didáticos variados que explore os demais sentidos pode contribuir de forma positiva. Tais recursos podem ser criados e desenvolvidos valorizando as atividades motoras não afetadas pela deficiência, como o tato e audição em casos de cegueira e a ampliação de imagens ou o uso de cores fortes para a baixa visão. Conforme Oliveira (2018), para a inclusão aos alunos com problemas visuais na educação é importante utilizar recursos didáticos que tire proveito dos demais sentidos, permitindo a formação de imagens mentais sobre o assunto abordado, estruturando seu pensamento e linguagem.

Oliveira (2018) acrescenta que, para os deficientes visuais, os recursos didáticos devem explorar preferencialmente as sensações auditivas e táteis, tal como se dá no uso da música, oralidade e do Braille, oportunizando o aluno a interagir e explorar os demais sentidos. Pois, conforme Vygotsky (1997), nas crianças com os problemas mais sérios deve-se desenvolver os sentidos sadios para compensar os que foram perdidos e, Oliveira (2018) afirma ainda, que a educação de deficientes visuais deve possuir o mesmo nível de conhecimento e dificuldade das atividades realizadas para pessoas com visão normal. Também, os pesquisadores Sá et al. (2007), reiteram que os deficientes visuais necessitam um ambiente estimulador, de mediadores e condições favoráveis à exploração de seu referencial perceptivo particular.

#### 2.5.6 A Capacidade Visual

A capacidade visual de indivíduos varia desde a simples indicação de projeção de luz, percepção das cores e contrastes, seres e objetos estáticos ou em movimento, até níveis diversos de percepção visual que comprometem e limitam o desempenho acadêmico e as atividades rotineiras. Trata-se, de um grupo heterogêneo e diversificado no qual cada indivíduo requer condições, recursos e adaptações específicas e diferenciadas (UNG, 2017).

A condição visual de uma pessoa com baixa visão é instável e oscila de acordo com o tempo, o estado emocional, as circunstâncias, as condições de iluminação natural ou artificial dentre outros fatores. Isto quer dizer que um estímulo ou um objeto pode ser visto em uma determinada posição ou distância pela interferência de um foco de luz e sombra. O mesmo objeto deixa de ser percebido mediante alterações de iluminação. O aluno enxerga o que está escrito na lousa ou no caderno e cinco minutos depois deixa de enxergar em decorrência do reflexo da luz do sol (UNG, 2017).

Por vezes, a percepção visual fica alterada em dias nublados ou em ambientes sombrios ou fortemente iluminada. Percebe-se também que a limitação visual acentua-se em situações de tensão, ansiedade ou conflitos emocionais. A baixa visão restringe o rol de informações que o indivíduo recebe do ambiente e limita ou deforma a construção do conhecimento sobre o mundo exterior.

O ato de ver depende não apenas da integridade do globo ocular; resulta também da capacidade do cérebro de realizar as suas funções, de capturar, codificar, selecionar e organizar imagens fotografadas pelos olhos. Estas imagens são associadas com outras mensagens sensoriais e armazenadas na memória para serem lembradas mais tarde (UNG, 2017).

Por isto, conforme a Cartilha de Orientação sobre o Aluno com Deficiência Visual (UNG, 2017), é preciso aprender a ver, sobretudo no caso da visão reduzida. Quanto mais forem ativadas as funções visuais, melhor será o desempenho visual. Uma pessoa com baixa visão poderá fazer uso de auxílios ópticos mediante prescrição oftalmológica. Por outro lado, há casos em que os recursos não ópticos são os mais indicados. Estes recursos contribuem significativamente para melhorar a qualidade e o conforto visual. Não raro, a perda lenta, progressiva e irreversível da visão provoca efeitos emocionais e outros impactos significativos que repercutem na família, na universidade, no trabalho e em outros âmbitos de vida social e cultural.

A leitura, a escrita e as múltiplas formas de interação com os objetos e os estímulos são influenciados ou dificultados por um conjunto de fatores orgânicos e ambientais que ocasionam uma oscilação entre ver e não ver em algumas circunstâncias. Tais como, ambiente pouco iluminado, muito claro ou ensolarado; objetos, gravuras ou desenhos opacos e sem contraste; objetos e seres em movimento; formas complexas; representação de objetos tridimensionais; tipos impressos ou figuras cujas dimensões ultrapassam o ângulo da visão central ou periférica (UNG, 2017).

Muitas vezes os docentes, por falta de informação diante das oscilações entre o ver e o não ver, costumam ignorar, subestimar ou negligenciar as interferências dos fatores ambientais e o desempenho visual dos alunos com baixa visão. Em muitos casos, julgam que o aluno é distraído, desatento, desinteressado, preguiçoso, inquieto; reclamam que o aluno só enxerga o que quer e quando quer. Na realidade, esses indivíduos são tratados como se enxergassem tudo ou, então, como se não enxergassem nada. Isto porque a baixa visão, como já foi dito, é uma condição visual complexa e variável, que precisa ser identificada e compreendida para evitar equívocos de interpretação e julgamento.

Alguns sinais e comportamentos indicadores de visão reduzida podem ser observados em sala de aula desde a aparência dos olhos, o tremor involuntário e

constante da pupila (nistagmo), o andar hesitante, o sentido de direção e localização de objetos dentre outras manifestações de percepção visual que chamam a atenção do observador atento (UNG, 2017).

Internacionalmente, metodologias para a coleta de dados sobre as pessoas com deficiência precisam ser desenvolvidas, testadas em diversas culturas, e aplicadas consistentemente. Os dados precisam ser padronizados e internacionalmente comparados para estabelecer um ponto de referência e monitorar o progresso das políticas relacionadas à deficiência. Nacionalmente, a deficiência deveria ser incluída na coleta de dados (OMS, 2011).

Como um primeiro passo, dados dos censos sobre a população nacional podem ser coletados de acordo com as recomendações do Grupo de Washington sobre a Deficiência das Nações Unidas e da Comissão sobre Estatística das Nações Unidas. Uma abordagem eficiente e efetiva em termos de custo deve incluir questões relacionadas à deficiência – ou um módulo sobre a deficiência – nas pesquisas por amostra existentes. Os dados também precisam ser discriminados por características da população para revelar padrões, tendências e informações sobre subgrupos de pessoas com deficiência. Pesquisas dedicadas a deficiência podem igualmente reunir informações mais abrangentes sobre características das deficiências, tais como prevalência, condições de saúde associadas à deficiência, uso e necessidade de serviços, qualidade de vida, oportunidades e necessidades de reabilitação (OMS, 2011).

Muitos estudos ressaltam que em indivíduos com visão normal, o processo de formação de imagem mental ativa o córtex visual, sendo que o mesmo fenômeno acontece em relação aos indivíduos cegos e com baixa visão. Similarmente para estes indivíduos, quando estimulados por outro sentido, como o tato, ou associado a sentidos como audição e o olfato, ocorre o mesmo processo de formação de imagem mental (KOSSLYN et al., 1993; KOSSLYN, et al., 1995).

## 2.6 A PERCEPÇÃO

Para traduzir ou compartilhar o mundo no seu entorno, os seres humanos recorrem a uma atitude analítica, a partir de suas próprias informações perceptivas. Para tanto, os órgãos sensoriais captam a informação que é processada e

significada no cérebro. Conforme Nogueira (2009), as coisas só o são, à medida que cada indivíduo inclui-se nela. Isso quer dizer, a significação de alguma coisa acontece sobre certo ponto de vista, em certo sentido, de certa distância, ou seja, as relações das pessoas com o mundo são efetuadas a partir do que é percebido, sentido, do que está implícito e não dito, e também daquilo que é invisível aos olhos. Então ver, não é sinônimo de perceber.

Para Kastrup (1999) as pesquisas mostram que o campo do perceber envolve um conjunto de experiências complexas, que vai além da dimensão funcional e utilitária. As experiências perceptivas não utilitárias, muitas vezes, mobilizam uma atenção de qualidade especial que está envolvida nos processos de invenção de mundo e de si mesmo, transpondo sua dimensão meramente pragmática.

Segundo Ferreira (1999), a percepção é definida como a “apreensão da realidade ou de uma situação objetiva pelo homem”, ou seja, um processamento realizado por meio dos órgãos sensoriais. A percepção se difere das outras etapas de processamento do cérebro, pois se refere a situações concretas associadas a acontecimentos presentes, desta forma auxiliando na interpretação do mundo ao seu redor.

Independente de restrições sensoriais, o conhecimento espacial de todos os indivíduos desenvolve-se num processo lento e gradual. Na sociedade humana se está habituado a viver num mundo conceituado a partir de referências visuais como, alto/baixo, belo/feio, largo/estrito, longe/perto. E a pessoa que não pode ver, como se situa nessa linguagem? Ela não pode prever uma distância com um golpe de vista, ela precisará percorrer o caminho; não pode perceber a dimensão de uma mesa ou de uma sala sem que transcorra um tempo e outros recursos que não os olhos, lhe permitam estimar os tamanhos prováveis (DUARTE, 2004).

Além disso, é preciso considerar que o deficiente visual tem uma dialética diferente, devido ao conteúdo que apreende do mundo – que não é visual (MASINI, 1997). Todavia, muitos conceitos das coisas presentes no mundo podem ser adquiridos tanto por aqueles que enxergam quanto pelos cegos com o auxílio de dispositivos auxiliares (NOGUEIRA, 2009). É de grande importância que o deficiente visual execute procedimentos visando o treino de sua percepção e integração ao meio exterior no qual ele está participando (VIVEIROS; CAMARGO, 2011).

A corrente teórica do Construtivismo, segundo Piaget (1975), explica o modo como a inteligência humana se desenvolve, sendo que esta é determinada pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio, ou seja, ao receber um estímulo, o indivíduo constrói o seu próprio conhecimento.

A área da Neurociência tem como conceito básico a “plasticidade cerebral”, que ocorre em todo indivíduo, e não somente no deficiente visual, é uma propriedade que permite ao cérebro humano adaptar-se e até regenerar-se frente a possíveis lesões (DAS et al., 2001). A plasticidade cerebral no deficiente visual produz o remapeamento cerebral, estimulando a associação das áreas visuais não ativadas com outras áreas perceptivas, como o tato e a audição (VYGOTSKY, 1995).

Realizar uma ação como um todo envolve uma combinação de capacidades sensoriais, cognitivas e motoras. Mesmo funções simples como ver, são, na realidade, um resultado de capacidades sensoriais, motoras e cognitivas trabalhando juntas. O que os sentidos humanos detectam separadamente é complexo e desorganizado, e precisa ser filtrado e processado pelo cérebro para permitir decisões e ações. Funções de nível superior como atenção, reconhecimento de objetos, compreensão da fala e planejamento do movimento, também envolvem a cognição. Isso é melhor descrito como um entrelaçamento de interações, a entrada sensorial é processada pela atenção e cognição superior, que geram uma resposta motora, causando um efeito visível no mundo. A capacidade global de uma pessoa pode ser descrita pela combinação de seus sentidos cognitivos e motores. Inversamente, a sua perda de capacidade global pode ser atribuída a uma ou mais perdas individuais, uma vez que é frequente o caso das pessoas sofrerem múltiplas perdas de capacidade menores na vida posteriormente (CLARKSON, 2008).

As ideias de Vygotsky se fundamentam na noção de “compensação”, onde a falta de determinado sentido favoreceria o desenvolvimento de outro sentido. Para este pesquisador, o cego de nascimento não forma imagens mentais visuais, possui concentração e memória mais desenvolvidas do que os videntes; a cegueira impulsiona o indivíduo a criar mecanismos internos de compensação para vencer o obstáculo da ausência de visão. As funções psicológicas têm um suporte biológico, pois são produtos da atividade cerebral; Vygotsky utiliza um formato sócio-cultural para descrever o desenvolvimento cognitivo, defendendo que um bebê ao nascer

contém os instintos cognitivos básicos que incluem a memória e a capacidade de percepção, o funcionamento psicológico fundamenta-se nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, as quais se desenvolvem num processo histórico, a relação homem/mundo é uma relação mediada por sistemas simbólicos (OLIVEIRA, 1995).

A maioria dos processos subjacentes à função intelectual, como por exemplo a memória e a atenção, ocorre no cérebro. O cérebro organiza a informação sensorial de entrada, processa-a à luz da consciência consciente e da atenção, assim inicia respostas na forma de ações (BADDELEY, 2004).

Estudos biológicos mostraram que diferentes regiões do cérebro estão envolvidas em diferentes funções intelectuais, tais como: a percepção, a memória, a iniciação de um movimento, bem como a coordenação e a fala (CLARKSON, 2008).

Conforme Clarkson (2008), as memórias e as habilidades bem estabelecidas geralmente não são afetadas pelo envelhecimento, no entanto, o indivíduo tende a levar mais tempo para aprender coisas novas. O tempo necessário para tomar decisões e responder à informação sensorial também aumenta, assim como a taxa de erro para tarefas que requerem memória, aritmética e orientação espacial. A capacidade de realizar tarefas cognitivas simultâneas também diminui.

Embora exista uma vasta gama de funções realizadas pelo cérebro, estas funções são identificadas como as mais significativas para o design do produto: a memória de trabalho, a atenção e o desempenho, o pensamento visual-espacial, a aprendizagem, a recordação e a memória de longo prazo.

A memória de trabalho descreve a capacidade consciente de armazenar temporariamente, processar e reorganizar informações. A atenção e o desempenho referem-se ao número de coisas diferentes que podem ser mantidas em mente ao mesmo tempo, e a velocidade com que as informações podem ser processadas, as decisões tomadas ou os problemas resolvidos. O pensamento visual-espacial refere-se à capacidade de processar, manipular e girar objetos no espaço mental. Os dados também podem ser armazenados na forma de palavras, e as sequências de experiências passadas podem ser lembradas conjuntamente (CLARKSON, 2008).

As informações usadas repetidamente na memória de trabalho podem ser aprendidas e armazenadas indefinidamente na memória de longo prazo. As informações também podem ser recuperadas para a memória de trabalho quando

necessário. Por exemplo, uma experiência anterior com produtos similares pode ajudar a aprender os recursos de um novo produto. Em um nível mais elevado, as funções sensoriais, cognitivas e motoras são integradas no cérebro, e a compreensão da interação entre todas essas funções é crucial para o design do produto.

Perceber é a capacidade de compreender informações que podem estar em formas, tais como: fala, texto, sons, formas ou imagens. Além dessas saídas específicas de um produto, os consumidores são fortemente influenciados pelo caráter geral do dispositivo. A forma, a cor e o estilo do produto influenciam a avaliação do usuário quanto ao seu valor estético, simbólico e prático. Isso afeta não apenas sua vontade de interagir com o dispositivo, mas também sua capacidade de fazê-lo com êxito.

Segundo Clarkson (2008), no contexto da comunicação do produto, perceber refere-se à capacidade de uma pessoa para receber e interpretar informações de um produto. Estas informações podem ser de muitas formas diferentes, como por exemplo:

- O discurso, que pode ser usado como uma saída auditiva para transmitir informações detalhadas;
- Os sons, que podem ser usados para melhorar a compreensão ao usar um produto, como fornecer *feedback* para saber se uma operação foi bem sucedida ou não;
- O texto, que pode ser usado para descrever o funcionamento de botões, fornecer instruções detalhadas ou ser apresentado em uma tela como saída;
- As imagens, que podem ser mais poderosas e mais rápidas de entender do que palavras, embora algumas imagens possam ser muito pequenas, complexas ou abstratas, casos em que o significado é perdido;
- O arranjo físico de um produto, que pode ser usado para transmitir informações;
- O modelo e a forma definida, que deve ajudar o usuário a entender quais áreas e como pode interagir com o produto.

Diferentes indivíduos preferem receber informações de diferentes formas, o mais provável de ser bem sucedido quanto à informação é apresentá-la de várias maneiras diferentes.

As ações simbólicas podem fornecer muito mais diversidade do que as físicas, mas devem ser cuidadosamente pensadas pelos designers para garantir que eles continuem simples de usar e fornecer um nível equivalente de *feedback*. O melhor design pode ser alcançado como resultado de uma melhor compreensão das capacidades (discurso, sons, texto, imagens, arranjo físico, modelo e forma) e associadas com as capacidades perdidas (CLARKSON, 2008).

Para efetuar algumas tarefas que pertencem exclusivamente à visão, o deficiente visual busca a contribuição de outros sentidos e estratégias cognitivas, assim sendo, a percepção de um sentido está inter-relacionada a outro sentido. Cada indivíduo com deficiência visual desenvolve seu próprio meio e seu padrão para provocar este intercâmbio, através de estratégias próprias para lidar com a ausência do sentido da visão (THÉORET; MERABET; PASCUAL-LEONE, 2004).

Para Silveira (2015), a maioria dos estudos sobre percepção parte do princípio de que perceber coisas depende primeiramente de ter sensações. As sensações são reconhecidas através dos cinco sentidos (visão, audição, tato, paladar e olfato). A percepção cromática acontece através da ação física da luz dentro dos olhos que pode proporcionar as cores. A percepção dos objetos coloridos é resultado da análise e síntese realizadas a partir das sensações, a interpretação está também vinculada aos estímulos e às sensações. A percepção é complexa por depender da interpretação baseada nas experiências sensoriais vivenciadas pelos indivíduos. Desta forma, para se entender a percepção deve-se pensar, também, em como se produz a sintetização.

Em termos de cor, sabe-se que as sensações cromáticas num todo de percepção são afetadas pelas experiências e atitudes armazenadas na memória do observador. Os objetos mantêm sua cor, sua identidade, seu tamanho e sua textura, sua forma e sua massa, independente da distância e da fonte de luz. Por exemplo, ao pintar uma maçã, primeiramente se pega a tinta vermelha, mesmo quando exposta a uma fonte de luz que altere completamente a sua cor física (SILVEIRA, 2015).

Desta forma, deve-se considerar que os objetos, além de sua característica material, eles ainda tem significação simbólica e virtual. Conforme a autora (SILVEIRA, 2015), uma explicação para esta constância das características dos objetos na percepção é de que o ser humano altera as sensações de tamanho, forma e cor dos objetos de acordo com a busca de seu tamanho, forma e cor autênticos, já percebidos anteriormente e requisitados através da memória. Quanto às cores, elas tendem a estarem intimamente vinculadas a superfícies, objetos, bordas e, também, a memória do observador, e esta memória exigiu aprendizagem para acontecer. E “aprender” é ver os significados agregados aos objetos. Assim, conclui-se que não há atividade humana que não seja totalmente aprendida ou que não se modifique com a aprendizagem.

### 2.6.1 Percepção Tátil

A sensação do tato começa pela pele; é a pele que provê o contato com o mundo. A pele é o maior órgão sensorial do corpo humano, correspondendo a 16% do peso corporal, pesando aproximadamente 4 Kg e medindo 2 m<sup>2</sup> em uma pessoa adulta, sendo constituída por duas camadas firmemente unidas entre si: a epiderme (camada externa, constituída por tecido epitelial) e a derme (camada interna, constituída de tecido conjuntivo). Toda a sua superfície é preenchida de terminações nervosas que são aptas à captação de estímulos mecânicos e térmicos (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2002).

A sensação de toque está na endoderme, a camada de pele a qual é impregnada a tinta quando faz-se tatuagens; a pele reage à estímulos que desencadeiam um turbilhão de atividades no cérebro. A margem de sensações percebidas por este sentido é ilimitada, uma vez que se pode perceber frio, calor, dor, irritação ou, até mesmo, quando provocada, a combinação de várias sensações. A percepção tátil tem a particularidade de ensinar que o mundo é tridimensional (SALTZMAN, 2004).

Em sua pesquisa, Clarkson (2008) prova que as pessoas têm uma ampla gama de capacidades sensoriais, cognitivas e motoras usadas quando interagem com produtos. Perdas, em qualquer uma dessas capacidades, podem tornar difícil, ou mesmo impossível, usar um produto ou serviço. Como a incidência de perda de

capacidade aumenta com a idade, o número de pessoas que têm dificuldade em usar produtos e serviços será maior para indivíduos mais velhos.

Segundo Durão e Pernão (2006), a percepção do mundo pelas sensações, e não somente pela percepção visual, é um ato complexo que deve ser entendido como componente fundamental para o design de objetos e espaços ajustados ao conforto e bem estar humano.

Na ausência da visão, da audição ou da propriocepção (também denominada como cinestesia), a percepção através do tato é a principal alternativa utilizada. O tato é o único sentido a ajustar as dimensões espaciais e temporais em um único canal sensorial. De acordo com Aires (1991), os limiares táteis podem ser conferidos pela frequência de vibração, pela pressão, pela duração do estímulo e pela intensidade. A resolução da sensibilidade tátil pode ser considerada como a mínima separação necessária entre dois pontos de estimulação para que sejam diferenciados simultaneamente através de um único toque (SCHMIDT, 1980).

Segundo Monroy (2012), qualquer alteração ou variação do mosaico de registros sensoriais resulta em reações físicas e eletroquímicas. Assim, o desenvolvimento e estimulação da percepção tátil, especialmente nas crianças cegas e deficientes visuais, é muito importante e útil para o desenvolvimento e a integração na sociedade. Pois, a sua estimulação permite que as crianças cegas aprendam com mais facilidade o Sistema Braille, por exemplo.

Conforme Monroy (2012), o toque também é analítico, além de imensamente emocional. Ou seja, através do toque a pessoa cega sente, analisa, reflete e deduz quando recebe toda a informação que recolhe de seus dedos simultaneamente; para o autor (MONROY, 2012), a essência dos objetos reside, em grande parte, na sua forma, cor e aparência. A essência da rosa não é a sua textura ou o seu perfume, mas todos os fatores que a tornam uma rosa.

Os pesquisadores Lambert e Lowenfeld (1980), afirmam que a criança aprende através dos sentidos e criticam o sistema de educação dizendo que as escolas de hoje pouco oferecem às crianças para lhes estimular e educar os seus sentidos.

O desenvolvimento do tato está vinculado a dois fatores; a consciência tátil que está relacionada à aprendizagem do indivíduo cego em distinguir, por meio da exploração de objetos com formas e texturas diferentes, de forma rápida e precisa; o

outro fator importante para o tato é a qualidade do objeto tátil, que se relaciona a textura analisada, possuindo características que o ajudam a discriminá-la (SENA, 2005).

O conhecimento sobre a percepção tátil é de vital importância numa pesquisa sobre símbolos táteis para se ter parâmetros dos limites da percepção tátil, como o tamanho mínimo e a elevação dos símbolos. O conhecimento da percepção tátil pode também contribuir para a melhoria do design, possibilitando aproveitar melhor as características do toque (BARBACENA, 2010).

Segundo Sousa (2009), duas constatações importantes tiveram impactos profundos na visão de mundo dominante na cultura ocidental. A ciência tradicional excluiu ou relegou a um plano inferior os sentidos do olfato e do tato, habilitando o olho e o ouvido como os sentidos prioritários na inquirição do mundo e na produção de conhecimento sobre a realidade. E, também, o movimento científico-cultural que não considerou a premissa da diferença, do singular, privilegiando uma racionalidade classificatória, homogeneizante e padronizadora.

Desta forma, assim como a cultura científica desprezou o tátil e o olfativo, a lugares inferiores na hierarquia e produção do saber, do mesmo modo abdicou da diferença em favor da homogeneidade, da normalidade e da padronização. Sousa (2009) questiona: “como se pode abdicar da diferença se ela se inscreve com nossa própria assinatura genética no mundo biológico?” Cada indivíduo contém um arranjo único no modo como seus genes se multiplicaram, se reduplicaram. Em cada cérebro os arranjos de sinapses e conexões, o modo como se realizam, são únicos para cada indivíduo.

No século XX, em alguns trabalhos, houve uma retomada da importância do sentido tátil, sobretudo por via das contribuições das ciências cognitivas e neurolinguísticas, ao mesmo tempo em que correntes filosóficas, psicológicas e fenomenológicas reabilitaram a premissa da diferença e da importância de que a mesma seja levada em conta nos processos complexos/plurais.

Sousa (2009), em seu trabalho, expõe duas ideias-chave; a ideia da confluência dos sentidos e da diferença como possibilidade para a construção de um diálogo rico e conseqüente entre o código tátil e o código da visualidade. Em uma de suas citações, Sousa (2009), que nasceu cega, escreveu: “meu cérebro providenciou para mim um corpo sensível, todo tátil.” Exibindo a riqueza do universo

perceptivo de uma criança cega. O perceber, dentro do não-ver, exige, pois, um exercício de mergulho na realidade tátil, pela via da educação, da arte, da psicologia, da cultura, a fim de que se estabeleça a premissa da colaboração, da dialogicidade, da confluência entre os sentidos humanos.

Oliveira (2018) também corrobora com esta ideia, segundo o pesquisador, para que as pessoas cegas possuam autonomia, é extremamente necessário o aprimoramento do tato e, por meio de materiais manipuláveis, é possível ajustar essa necessidade.

Segundo Oliveira (2018), duas áreas da pesquisa da percepção do tato são particularmente interessantes neste contexto. Primeiramente, estudos neurofisiológicos em mecanorreceptores respondem como a ponta dos dedos pode ser usada para entender como o sistema de percepção responde as características táteis. Em segundo lugar, estudos psicofísicos fornecem uma visão sobre os próprios limites e as capacidades da percepção tátil.

Conforme Vasconcellos (1993), a visão tem a capacidade de captar a informação do todo instantaneamente para depois iniciar uma análise das partes ou detalhes desse todo, enquanto que, com o tato ocorre a percepção das partes, e somente após processar as informações das partes é possível analisar o todo.

As recentes pesquisas de Kerr, McGinnity e Coleman (2018), confirmam que, embora a capacidade da visão seja altamente sofisticada, existem algumas capacidades que são difíceis de detectar apenas pela visão, como a distinção entre objetos e materiais de diferentes compressibilidades, condutividade térmica, temperatura, textura, determinação de qual material o objeto é feito. Estas são habilidades que se utilizam de tarefas como apertar ou friccionar, exercendo atividades complexas de manipulação executadas através da sofisticada percepção tátil. E, os pesquisadores concluem, afirmando que os seres humanos podem completar esses movimentos exploratórios muito rapidamente como, também, avaliar rapidamente o objeto que leva a possível identificação.

Segundo Kastrup (2007), para se saber sobre as propriedades de um objeto vários tipos de movimentos táteis são executados necessariamente para esta interação, tais como: a pressão para determinar a dureza, o contato estático para determinar propriedades térmicas, os movimentos de deslizamento lateral para determinar a textura da superfície, o invólucro para determinar a forma e volume

global, o levantamento para determinar o peso, e o contorno para determinar a forma exata.

Nas percepções de contato, onde o tato tem uma capacidade cognitiva intensificada por movimentos de exploração envolvendo dedos, mãos e braços, as percepções cinestésicas se unem às percepções cutâneas, resultando numa percepção tátil-cinestésica também chamada de percepção háptica (KASTRUP, 2007).

### 2.6.2 Percepção Háptica

O termo háptico tem sua origem na palavra grega *hapthai* (toque) e se refere à informação sensorial adquirida pelo toque ou contato físico. Os pesquisadores Holloway, Marriot e Butler (2018) apontam para o fato de a percepção háptica estar sendo extensivamente estudada. Em razão de que, ao explorar um objeto, o indivíduo passa por um processo seqüencial que requer esforço cognitivo significativo, em que movimentos diferentes são necessários para a percepção pelo toque em diferentes aspectos de um objeto, como o movimento lateral para perceber a textura, o movimento invólucro para perceber a forma global e o movimento de seguir o contorno para a percepção exata da forma.

Os estudos de O'Malley e Gupta (2008) explicam que, sendo a percepção háptica o processo de aquisição, interpretação, seleção e organização da informação sensorial tátil, o processo háptico é composto de percepção tátil, que são sensações percebidas pelos receptores da pele. A percepção cinestésica compreende o sentido da força em músculos e tendões. A propriocepção compreende a capacidade de perceber a localização espacial do corpo, sua posição e orientação, é a consciência dos movimentos produzidos pelos nossos membros, da força exercida pelos músculos e a posição de cada parte do corpo em relação às demais, sem utilizar a visão.

O toque é o único sentido humano bidirecional, ou seja, recebe e envia informações. O toque é uma força aplicada sobre algo e sua resultante é percebida por quem a aplicou (MACHADO, 2007; O'MALLEY; GUPTA, 2008; RODRIGUES, 2011; FERREIRA, 2016; HOLLOWAY; MARRIOT; BUTLER, 2018; OLIVEIRA, 2018).

Desta forma, devido às características do sistema sensorial tátil, observa-se que um toque pode desempenhar um papel crucial na construção dos comportamentos sociais e na capacidade de compreender o ambiente.

Habitualmente, no período da infância, é comum o uso dos receptores táteis, tais como as mãos e a boca, na aquisição de informação. Para Rahman et al. (2010) o uso do toque desempenha papel de grande relevância na comunicação e interação social através de contato físico, como por exemplo, um aperto de mão, cócegas, um abraço são referências sócio-emocionais cruciais para o desenvolvimento cognitivo.

Manusear objetos é uma função fundamental que implica tanto funções motoras quanto perceptuais (PENHA et al., 2014; FERREIRA, 2016; HOLLOWAY; MARRIOT; BUTLER, 2018), segundo estes autores, a nível de percepção, tanto a precisão e a sensibilidade são influenciadas pelo movimento muscular mais do que pela visão. Ou seja, a visão pode influenciar na confiabilidade, sobretudo nas condições sem movimento e em menor grau, mas o nível de confiança e precisão na percepção de um objeto é maior através da percepção háptica.

Conforme Penha et al. (2014), as informações que envolvem a extração de informações a partir de propriedades dos objetos, tais como: pressão, vibração, textura, temperatura, consistência e peso (informações exteroceptivas), assim como a orientação de segmentos corporais, uns em relação aos outros (informações proprioceptivas), são captadas por receptores térmicos e mecânicos situados na pele, em músculos e tendões; estes são os receptores cutâneos (táteis) e proprioceptivos que interagem como um sistema integrado que constitui a percepção háptica.

O toque cutâneo é definido pela estimulação da pele ou tecidos profundos sem que haja movimento de músculos ou articulações. O toque háptico se diferencia do cutâneo pelo movimento durante a estimulação, e o toque dinâmico complementa o háptico ao envolver atividade muscular. Ou seja, quando há o envolvimento de músculos e articulações relacionadas ao pegar, levantar e explorar ativamente o objeto diz-se toque háptico dinâmico; quando não há movimento a percepção se dá por estímulos depositados nas palmas das mãos ou pelos dedos, denomina-se toque cutâneo (PENHA et al., 2014).

Seow (1988), em seus estudos, afirmou que a ponta dos dedos possui elevada capacidade de reconhecer detalhes, superior à palma das mãos, devido a quantidade de receptores localizados na região.

Muitas pesquisas estão voltadas para o entendimento e conhecimento da percepção háptica nos últimos anos, visto que uma grande quantidade de tecnologia utilizando dispositivos hápticos vem sendo desenvolvidos objetivando oferecer meios de reconhecer e manipular objetos em sistemas de Realidade Virtual (RV) e Aumentada (RA) para potencializar a sensação geral de realismo ao usuário.

Estes dispositivos podem ser divididos em 3 categorias principais, conforme seu uso: para as mãos; para os braços e pernas; e para o corpo. Os dispositivos para as mãos geralmente oferecem apenas retorno tátil e permitem sentir as propriedades da superfície de objetos (MACHADO, 2007; HOLLOWAY; MARRIOT; BUTLER, 2018).

## 2.7 SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO UNIVERSAL

Através de convenções internacionais foram criados códigos que permitem a emissão e a interpretação de mensagens, independentemente da nacionalidade, localização geográfica, cultural, crença e religião de cada indivíduo. Códigos que permitem uma uniformização e interpretação de regras de funcionamento global e que se desenvolvem conceitualmente suportados em dois elementos básicos de representação gráfica: a forma e a cor (SANTOS, 2008).

Em meados do século XIX surgiu o Braille, este excelente sistema transformador da escrita visual em escrita tátil. Sousa (2009), pesquisadora cega de nascença, disse sobre o Sistema Braille: “são 6 pontos e suas 63 combinações, e então nosso mundo alargou-se, e nós pudemos tocar o intangível”.

O século XXI apresenta outro desenvolvimento magistral, conjulgando Braille e tecnologia, e criando plataformas de corporificação de coisas em texto.

Conforme Sousa (2004; 2014), ao longo da história observa-se o emprego de dois modelos básicos colocados à disposição dos projetos pedagógicos para a educação dos cegos: o modelo fundado na tradição oral e a adoção dos sistemas artificiais, substitutos da linguagem verbal e da linguagem escrita.

Sistemas de linguagem tátil, como o Braille, existem para dar suporte a comunicação para pessoas deficientes visuais. Itens como etiquetas de roupas em Braille estão disponíveis comercialmente (FUTURE AIDS, 2017). Contudo, para Ramsamy-Iranah et al. (2016), não é necessariamente o idioma ideal para comunicar as cores. Em etiquetas de roupa, um padrão de pontos pode ser um termo longo para escrever ou soletrar, por exemplo, “azul escuro”. Algumas pessoas com deficiência visual podem preferir não aprender Braille, e precisam de um esquema para mostrar as cores dos objetos, como roupas, para se certificarem deles não estarem escandalizando quando fazem a combinação das peças, ou para ajudar uma criança a construir um modelo realista quando estiver manuseando com tijolos de brinquedo, por exemplo, tijolos vermelhos numa base verde com uma folha de prova azul para criar um modelo de casa com jardim e um lago.

No cenário global, a emergência das tecnologias de informação e de comunicação tem produzido uma avalanche de proposições teóricas que podem dar conta de uma realidade instantânea, mutável e, ao mesmo tempo, capaz de abarcar e influenciar os modos como as coletividades apreendem grandes porções de objetos e coisas do mundo à sua volta. Ao contrário, no campo circunscrito à investigação da realidade comunicativa dos indivíduos cegos, impõe-se a necessidade de uma atualização desse debate à luz dos próprios avanços tecnológicos e dos contributos teóricos que já diagnosticam, de maneira satisfatória, essa nova viragem que cria a chamada sociedade da informação (SOUSA, 2014). Assim, muitas pessoas encontrarão cada vez mais TAs como ferramentas de comunicação em suas vidas pessoais e profissionais (STOA, 2018).

Para Sousa (2014) a percepção tátil, sobretudo no conhecimento ocidental, sempre contou com apreciações pouco vantajosas em relação aos outros sentidos, com predominância para uma relevância acentuada do código da visualidade, caracterizando o que poderia-se classificar como o império de um paradigma visiocêntrico de mundo.

Segundo Lima, Lima e Silva (2000) a possibilidade de acesso dos cegos à comunicação via imagem tátil ainda é um recurso pouco utilizado. Para esses pesquisadores este fato significa um grande prejuízo para o cego, pois o não acesso a materiais gráficos (desenhos e figuras em relevo) restringe uma ampla possibilidade de conhecimento do mundo e exclui ainda mais o deficiente visual.

Estando certos que o complexo tátil e a escrita em relevo nunca ocuparam uma posição de centralidade como códigos nas culturas humanas, é fato que no âmbito de suas comunidades pertencentes, mesmo dentro dos círculos culturais pertinentes (sobretudo os programas de instrução geral), o Sistema Braille foi se afirmando, gradualmente, como estratégia privilegiada de acesso ao conhecimento e de semiotização da realidade (SOUSA, 2014).

A tatilidade sempre foi, ao lado dos códigos sonoro-verbais, a estratégia por excelência para a apreensão do mundo pelos indivíduos privados da visão. O Braille qualifica ainda mais a percepção tátil, tornando complexo o diálogo entre o cérebro e a mão nos processos de conhecimento do mundo. Segundo Sousa (2014), é tão significativa a revolução que o relevo Braille promoveu na vida dos indivíduos cegos que os sulcos abertos na cultura por essas linhas regulares de pontos geometrizados criaram espécies de caminhos novos para um modo de tocar o conhecimento com as mãos. Aproveitando-se da plasticidade e grande capacidade de renovação do cérebro, essa plataforma semiótico-comunicativa criou um insuspeitado diálogo entre a mão e o aparelho neurossensório-motor do indivíduo cego, cunhando uma gramática singular que só cresce e se amplia a partir dos novos insumos, usos e práticas postos à disposição dos homens.

### 2.7.1 Símbolos

Os símbolos são representações gráficas que, através de uma figura ou forma convencionada, estabelecem a analogia entre o objeto e a informação de sua representação e expressam alguma mensagem. Devem ser legíveis e de fácil compreensão, atendendo a pessoas estrangeiras, analfabetas e com baixa visão, ou cegas, quando em relevo. Segundo as normas da ABNT (NBR 9050:2015), os símbolos complementares devem ser utilizados para indicar as facilidades existentes nas edificações, no mobiliário, nos espaços, equipamentos urbanos e serviços oferecidos. Podem, também, ser compostos e inseridos em quadrados ou círculos.

Enquanto os meios de comunicação se tornam mais complexos, o comportamento das empresas, os sinais visuais e produtos seguem o caminho da simplificação natural. A necessidade de rápida percepção na leitura, respondendo ao acelerado ritmo da sociedade atual, leva designers, profissionais empresariais e de

comunicação a reconhecer que simplicidade é um valor e que às vezes o menos é mais (WOLLNER, 2003).

Segundo Souza (2014), as formas, linhas e planos constituem os elementos de estímulo aos quais os seres humanos estão expostos que impactam constantemente os mais variados indivíduos. Além destes, a cor é outro fenômeno que age enquanto facilitador do processo de entendimento e assimilação de símbolos, significados e representações.

### 2.7.2 Símbolos Táteis

Desde a década de 1950, vários estudos têm sido realizados sobre símbolos em mapas táteis. Heath (1958) conduziu um estudo pioneiro sobre símbolos táteis como parte de sua pesquisa de doutorado. Este estudo examinou a discriminabilidade de símbolos que foram produzidos por ponto sólido de impressão Braille, em que gotas de selagem por calor de tinta plástica foram depositados em um substrato de papel. Infelizmente, estas matrizes não foram publicadas. Em vez disso, foi publicada uma tabela geral que mostrou o número total de erros para cada símbolo, com confusões e problemas de interpretação entre os símbolos. Embora os métodos de Heath (1958) não permitiram que ele apresentasse um conjunto discriminável de símbolos, sua tese definiu o cenário para novos estudos sobre discriminabilidade de símbolos táteis.

Como uma extensão da pesquisa de Heath, os pesquisadores Morris e Nolan (1961) examinaram a discriminabilidade de doze símbolos táteis, com o objetivo aumentar o número de símbolos discrimináveis que Heath havia encontrado, usando alguns de seus símbolos discrimináveis e adicionando símbolos que eles consideravam ser visualmente diferentes. Os pesquisadores (MORRIS; NOLAN, 1961) descobriram um conjunto discriminável de oito símbolos, onde cada símbolo apresentou menos de 10% de confusões com ele mesmo e com outros símbolos.

Nolan e Morris (1971) publicaram um relatório sobre a melhoria dos símbolos táteis para as crianças com deficiência visual. Uma grande parte deste relatório descreveu suas tentativas para criar um grande conjunto de símbolos discrimináveis. Os símbolos testados foram guiados por elementos os quais

continham linhas interrompidas e grossas versus linhas finas, pois Nolan e Morris (1971) acreditavam que os símbolos deviam ser variados.

Jansson (1972) realizou revisões de estudos sobre a discriminabilidade de símbolos táteis através de estudos sobre discriminabilidade de símbolos. O estudo incluiu dez símbolos de linha e oito símbolos da área que foram testados em diversas combinações de cinco símbolos.

Gill e James (1973) realizaram uma série de estudos de discriminabilidade usando símbolos de ponto no termo do formulário, e símbolos de linha e área produzidos em Braille. O conjunto de símbolos de teste foi baseado em pesquisas anteriores sobre discriminabilidade e símbolos, que foram usados na prática. O conjunto de símbolos incluiu trinta símbolos de pontos, oito símbolos de área e dezessete símbolos de linha.

Lambert e Lederman (1989) avaliaram a legibilidade e significação de dezessete símbolos de pontos. Rener (1993) realizou uma meta-análise, na qual ele identificou símbolos táteis que foram encontrados para serem discrimináveis em vários estudos. Ele incluiu cinco estudos de símbolos de ponto, sete estudos de símbolos de linha e sete estudos de símbolos de área. Rener (1993) fez contagem do número de vezes que cada símbolo foi encontrado e discriminado.

A interação entre o ponto, a linha e o plano compõem os alicerces do design. Partindo destes elementos, os designers criam imagens, ícones, texturas, padrões, diagramas, animações e sistemas tipográficos. Com esses elementos básicos do design bidimensional há maneiras de experimentar criar e manipular imagens e elaborar códigos para gerar formas com regras variáveis (LUPTON; PHILLIPS, 2015).

Segundo Kops e Gardner (1996), os símbolos em mapas táteis são classificados em três tipos: símbolos de linha que designam limites das linhas; símbolos texturizados que mostram áreas; e símbolos de ponto para indicar a localização precisa. Existem alguns fatores que influenciam os símbolos táteis, como o alto-relevo (ou altura vertical), a forma e a textura, a orientação e a redundância do estímulo.

Loomis e Lederman (1986) definiram a precisão do reconhecimento tátil através de cinco variáveis: a altura da superfície superior em relação à base (elevação ou alto-relevo), o conjunto de símbolos (uso de formas familiares e

identificáveis), a extensão espacial dos símbolos (tamanhos), o modo do toque (estático ou em movimento) e a força de contato.

Para Perera (2002), o tamanho de um símbolo tátil deve ser relativamente maior do que um símbolo visual para ser facilmente reconhecido. Os estudos de Vieilledent et al. (2003) demonstraram que é de grande valia os treinamentos táteis, devendo ser realizados com todo o indivíduo com deficiência visual. Estes treinamentos táteis tem o objetivo de auxiliar na construção da composição e do processo de formação de imagens mentais dos objetos, assim como o conhecimento mais completo sobre as condições do ambiente, sendo válido até como um treinamento visando a exploração sensorio-motora do espaço físico.

Outro aspecto a observar é a sensibilidade do tato que vai diminuindo com o envelhecimento do indivíduo. Stevens e Foulk (1996) relataram em seus estudos que a acuidade espacial da pele sobre as pontas dos dedos deteriora com a idade.

Nos estudos de Ramsamy-Iranah et al. (2016), a elevação ou alto-relevo dos símbolos se mostrou importante quando se tenta identificá-los pelo toque. O mais pronunciado é a altura, o mais facilmente distinguido são os pontos, áreas e os símbolos de linha. Conforme os testes realizados por Ramsamy-Iranah et al. (2016), as formas delineadas com contornos foram distinguidas com mais precisão do que os círculos sólidos ou símbolos pontuados como os triângulos. Ou seja, na utilização da ponta do dedo, uma forma com contorno é mais facilmente percebida, dando uma sensação melhor das bordas arredondadas.

Conforme Chapman (1994), os dois tipos de estímulos táteis que as pessoas usam para a interação com os objetos são o toque passivo e o ativo. O toque passivo é o “movimento estacionário” das pontas dos dedos sobre uma superfície, considerando que o toque ativo é o “movimento de digitalização” das pontas dos dedos. Algumas características táteis podem ser lidas através do toque sem qualquer atrito causado pelo movimento.

Nos estudos de Kops e Gardner (1996) a textura se mostrou uma característica importante para a identificação de um símbolo por meios táteis, fornecendo informações sobre os materiais utilizados e a diferenciação da base e do símbolo impresso. As texturas são definidas pelo ponto ou densidade de *pixel*, pelo espaçamento e a orientação angular. Os símbolos verticais e horizontais são mais fáceis de distinguir em diagonal ou em forma de diamante. Modelos verticais e

horizontais referem-se à interação entre a orientação de texturas e direção do movimento através da pele. A orientação juntamente com a densidade é mais fácil de distinguir do que a densidade sozinha.

Para Fagiani et al. (2011) quando um dedo se move para varrer a superfície de um objeto (detecção háptica), o contato de deslizamento gera vibrações que se propagam na pele do dedo ativando os receptores (mecanorreceptores) localizados na pele, permitindo que o cérebro identifique objetos e perceba a informação sobre as suas propriedades. A informação sobre a superfície do objeto é transmitida por meio de vibrações induzidas pela fricção entre a pele e o objeto percebido pela ponta do dedo. Os mecanorreceptores fazem a transdução do estado de tensão em impulsos elétricos que são transmitidos para o cérebro.

Nas pesquisas de Fagiani e Barbieri (2016), a percepção tátil de uma superfície com textura se origina da exploração de um dedo sobre esta superfície. Este tipo de contato deslizante ativa os mecanorreceptores localizados na pele, permitindo que o cérebro identifique o objeto e perceba informações sobre a superfície explorada. A percepção é coletada por mecanorreceptores, quer através da detecção de pressão ou através da detecção de vibração: o primeiro mecanismo é típico de grandes texturas de superfície espaçadas, enquanto o segundo é necessário perceber texturas mais finas. Estes comportamentos diferentes são bem conhecidos na literatura como o mecanismo de percepção duplex. Para estes pesquisadores, o mecanismo de percepção duplex é uma evolução biológica eficaz para a percepção tátil ideal.

A memorização pelo tato é outro aspecto eficiente na leitura de símbolos. Alguns pesquisadores, como Edman (1992) e Gual et al. (2014), testaram o quão fácil ou difícil seria para memorizar símbolos tridimensionais. Para eles, tanto a memória tátil quanto a memória de curto prazo das pessoas cegas, ajudam a reter a informação dos símbolos. Também, segundo estes pesquisadores, não há padrões internacionais para símbolos táteis. Há, somente, manuais e orientações em matéria de requisitos de design, que especificam que os símbolos táteis devem ser claramente distinguidos entre si para facilitar a memorização. Mas, conforme os estudos de Adam (2015), independente da completude da representação, a imagem desenvolvida e/ou adaptada deve ser simplificada para facilitar aquisição da informação. Mostrando que é de grande importância definir a necessidade

informacional da representação, bem como a ênfase que se deseja inferir na imagem. A partir dessas informações é possível decidir a completude e a vista que melhor representa a informação a ser transmitida.

Segundo Adam (2015), a sintaxe gráfica tátil ainda é pouco explorada na literatura e desenvolvedores de objetos/aprendizagem/ilustração e educadores especialistas no ensino tátil da imagem em relevo, tendem a produzir imagens com base na experiência de ensino, conforme as necessidades dos alunos ou do que consideram perceptível ao tato.

Existem alguns fatores, tais como o tamanho, a forma e o contraste, que também influenciam a facilidade de distinguir símbolos táteis e assim projetar um símbolo tátil abrangente, o designer deve considerar um tamanho adequado, as formas simples e os símbolos contrastantes com diferenças em termos de altura, textura e a concavidade ou convexidade do relevo (GARDINER; PERKINS, 2002; GUAL et al., 2014).

Wijntjes et al. (2008), investigaram se o campo de percepção tátil aumentaria ao utilizar as duas mãos, em vez de um lado ou uma mão, e se teria alguma influência sobre o desempenho da identificação. E, de fato, constataram que usar as duas mãos aumentou significativamente a identificação. Eles usaram ambos os resultados para discutir os mecanismos subjacentes da linha em relevo na identificação de desenho háptico.

Como Keates (1982) sugeriu, a detecção visual de um símbolo irá depender do tamanho do símbolo e do contraste com o fundo em que ele aparece. Do mesmo modo, a detecção tátil pode depender de uma relação semelhante entre símbolo e substrato. As propriedades do material, tal como rugosidade e absorção, também podem afetar a facilidade com a qual a informação pode ser extraída, influenciando a velocidade a que o utilizador pode mover os dedos.

Numerosos estudos têm explorado a percepção de aspereza, como por exemplo, Lederman (1981; 1982) detectou que a largura da ranhura e a força dos dedos foram os fatores mais importantes na percepção da rugosidade de grades. Em outro estudo sobre a percepção de aspereza, Heller (1989) não encontrou diferenças nos julgamentos de suavidade e lisura entre os participantes com visão e cegos, nem entre o toque passivo e ativo. Estes estudos sugerem que os

observadores são capazes de diferenciar entre materiais em uma faixa de níveis de rugosidade.

Características táteis, tais como as linhas colocadas nos mapas táteis, têm de ser produzidas em uma elevação (relevo) e dimensão suficiente em relação a uma superfície de fundo, a fim de ser legível. Atualmente, a elevação dos recursos de mapas táteis varia muito e depende em grande parte do método de produção utilizado, em vez do conhecimento da percepção tátil. Por exemplo, o plástico moldado não impõe um limite superior de elevação. Consequentemente, as imagens são, muitas vezes, bastante elevadas; comumente bem mais de 1 mm de altura (GARDINER; PERKINS, 2002). No papel para a fusora os relevos são, geralmente, em cerca de 0,5 milímetros, os pontos do Braille são produzindo em elevações de 0,25 mm a 1,0 mm (GILL; SILVER, 2005). A elevação dos símbolos táteis pode ser ditada pelo método de produção e controlada com precisão.

A impressora *Inkjet Tactile* (McCALLUM et al., 2006; McCALLUM; UNGAR, 2003), no entanto, permite um controle mais preciso sobre a elevação das características impressas por deposição de várias camadas de tinta de polímero. Esta impressora pode produzir imagens táteis em quase toda a elevação, em incrementos de aproximadamente 10 µm, dependendo do tipo de tinta, do substrato do processo de cura e dos materiais. Um equilíbrio importante precisa ser encontrado com esta nova tecnologia, entre a necessidade de minimizar os recursos da máquina, maximizando o desempenho para o participante.

Portanto, é importante encontrar a elevação mínima (para a economia de tempo de impressão e de tinta) em que símbolos táteis são facilmente lidos e compreendidos. No entanto, há a falta de pesquisa empírica sobre a elevação de símbolos. Diretrizes para projetos de mapas táteis, em geral, concordam que os recursos precisam ter uma elevação suficiente, mas eles não especificam um valor mínimo ou elevação ótima (EDMAN, 1992; GARDINER; PERKINS, 2002).

Os estudos psicofísicos podem dar uma indicação da sensibilidade da ponta do dedo para características salientes. A acuidade espacial do dedo foi estudada em detalhe, incluindo 2 testes controversos do limite do ponto ou da menor sensação detectável (o ponto em que um estímulo é forte o suficiente para produzir uma resposta fisiológica ou psicológica), foram feitos testes de detecção de espaço e reconhecimento de letra (JOHNSON; PHILLIPS, 1981; STEVENS; FOULKE, 1996),

bem como estudos sobre grades táteis (CRAIG, 1999; JOHNSON; PHILLIPS, 1981; VAN BOVEN; JOHNSON, 1994).

Estas experiências sugerem que as gamas de resolução espacial tátil da ponta do dedo está entre 0,87 mm e 2,36 mm. Em outras palavras, estes resultados indicam que as pontas dos dedos podem ser usadas para interpretar as características táteis (os espaços entre as barras, a diferença entre os 2 pontos e um único ponto, a diferença entre uma linha horizontal e uma vertical, a grade, etc) apenas quando os elementos destas características são separados mais do que a resolução da distância mínima. A acuidade espacial das pontas dos dedos fornece informações para os designers sobre o tamanho mínimo para os símbolos táteis. Poucos estudos investigaram a sensibilidade tátil para o aspecto de elevação (terceira dimensão) de características táteis, apesar de que a elevação é um parâmetro crucial para o toque.

Um estudo sobre os limiares de detecção mostraram que uma única aresta pode ser detectada a uma elevação de 0,85  $\mu\text{m}$  em relação a um fundo plano. Em um outro estudo sobre a amplitude das grades, os participantes discriminaram diferenças de amplitudes (relevo) tão pequenas quanto a 2  $\mu\text{m}$ . Além disso, o relevo e a forma de uma aresta são importantes na detecção da característica tátil. Estudos fisiológicos mostram que arestas vivas produzem maior atividade neural nos receptores da ponta dos dedos do que a inclinação gradual ou bordas curvas (JEHOEL, 2008).

Os estudos psicofísicos e neurofisiológicos lançam luz sobre a acuidade tátil do dedo em ambientes experimentais controlados. Estas experiências envolveram toques estáticos e passivos. Isto é muito diferente da forma como o toque é usado em cenários realistas (por exemplo, ao explorar um mapa tátil), em que são utilizados os movimentos de toque de dedo ativos. Krueger, em 1970, foi o primeiro a argumentar que o movimento entre a pele e a superfície é importante para a percepção tátil. Ele também enfatizou que há uma distinção entre a qualidade do toque passivo, onde o movimento não é controlado pelo observador, e o toque ativo, em que o observador controla o movimento (KRUEGER, 1970). No entanto, alguns estudos sugerem que, dependendo da tarefa tátil, não há diferença entre o toque ativo e o passivo (LEDERMAN, 1981; VEGA-BERMUDEZ et al., 1991).

Segundo Gual et al. (2012) no estudo sobre mapas táteis, a fim de tornar este produto tátil fácil de usar, e tendo em conta que a percepção tátil não é tão afiada como a percepção visual, qualquer dispositivo tátil-gráfico deve conter informação sintetizada, a fim de garantir que ele seja facilmente legível para o sentido do tato. Se o dispositivo tátil corresponder a informação visual, como o contraste de cor ou de impressão/digitação com tipos grandes, adaptando-se aos requisitos específicos de outros grupos, o número de usuários que pode se beneficiar dele pode crescer incluindo, por exemplo, os idosos ou pessoas com deficiências visuais, em consonância com a filosofia do Design Inclusivo.

Para estes pesquisadores é necessário reconhecer a natureza específica do processo de design dos produtos para o sentido do tato. No entanto, não existem critérios definidos e em geral os requisitos dependerão muito da experiência específica de cada designer. O tamanho máximo de qualquer gráfico tangível deve ser concebido tendo em conta o espaço necessário para usar ambas as mãos. Num mapa tátil, por exemplo, uma posição confortável da mão incluiria uma área do tamanho de uma folha A3 aproximadamente, embora mapas possam ser maiores ou menores com base em diferentes formatos e tipos de informação a ser representada (GUAL et al., 2012).

Por outro lado, segundo as pesquisas de Gual et al. (2012), a escala é condicionada pelas dimensões constantes do código Braille e da finalidade do tipo de informação a ser representada. As distâncias mínimas entre os elementos representados, tal como os símbolos de um mapa, devem ser cuidadosamente projetados. Uma distância mínima de 3 mm é necessário entre elementos para que eles possam ser reconhecidos usando o sentido do tato. Mas, a principal novidade das técnicas, tais como a impressão em 3D para a produção de mapas em relevo é a possibilidade de introdução de geometrias complexas e peças policromadas.

Em contraste, as técnicas usuais empregadas na produção de mapas táteis, como a termoformagem e a microencapsulação, são um tanto limitadas a este respeito. Uma das principais desvantagens é a sua qualidade de superfície um tanto pobre, o que produz o modelo áspero ao toque, embora isto possa ser corrigido com subsequentes tratamentos de superfície, mas até agora isso implica custos elevados quando se produzem em séries. Houve várias experiências anteriores em matéria de dispositivos táteis, especialmente para o campo de modelos em escala táteis

(VOIGT; MARTENS, 2006), mas também com mapas táteis (VOVZENÍLEK et al., 2009).

Segundo Gual et al. (2012), existem três elementos morfológicos para a concepção de símbolos táteis, mapas táteis ou qualquer gráfico tangível para os deficientes visuais, os quais são: pontos, linhas e áreas. Mas, conforme estes pesquisadores (GUAL et al., 2012), ao concentrar-se nos fundamentos do design, é evidente que estes três tipos de elementos também são chamados de elementos de design visual ou conceitual. Especificamente, eles são empregados no mundo do design gráfico. O denominador comum destes elementos é a natureza de suas duas dimensões, isto é, o fato de serem expressas em formatos visuais dentro das duas dimensões de uma estrutura plana.

No entanto, sabe-se também que quando os designers trabalham numa superfície de produto tridimensional, ou seja, quando os objetos são representados em relevo ou em três dimensões, a luz e o volume desempenham um papel especial. A luz modela corpos escuros e permite uma percepção clara de volumes na superfície. Assim, o volume é vulgarmente conhecido como o quarto elemento do design conceitual e pode ser percebido através do sentido do tato (GUAL et al., 2012).

O reconhecimento, a legibilidade e a discriminação dos símbolos são fatores levados em conta em vários estudos para verificar a possibilidade de utilização em produtos na área de Cartografia e, também, sua utilização eficiente em mapas táteis (LAMBERT; LEDERMAN, 1989; THOMPSON; CHRONICLE, 2006; McCALLUM et al., 2006).

A padronização dos símbolos táteis é uma questão exigida por aqueles envolvidos, mas, ao mesmo tempo, demonstra controvérsias, dada a dificuldade em alcançar acordos eficientes. Por um lado, tem havido esforços como foi proposto na Conferência Internacional sobre Mapas de Mobilidade em Nottingham em 1972 (JAMES, 1982) e, por outro, alguns países tais como a Austrália (ADON, 1986), no Japão (FUJIMOTO, 2005), no Brasil (NOGUEIRA, 2009), entre outros, que adotaram ou estão em processo de adoção das normas específicas. No Brasil, a ABNT (NBR 9050:2015) determina normas para a padronização dos símbolos táteis.

Além das dificuldades na padronização de símbolos táteis, algumas considerações devem ser feitas para o uso no design. Edman (1992), em seu

manual, fala sobre o ponto, a linha e os símbolos superficiais. Cada um destes elementos é utilizado para apresentar a informação específica. Em planos de mobilidade, os pontos representam locais específicos, as linhas podem expressar símbolos de direção e orientação, e símbolos superficiais são usados para cobrir certas áreas. Todos esses símbolos são informativos e podem ser categorizados como "símbolos planos", que são, de fato, aqueles usados mais regularmente na atualidade.

Ainda sobre os mapas táteis, os estudos de Edman (1992) e Gual et al. (2012), indicam que, do ponto de vista da concepção e usabilidade, a dificuldade de identificação de símbolos aumenta em um mapa com a quantidade de símbolos incluídos nele. Portanto, o uso de símbolos em um mapa é sempre o mínimo possível, se tiver mais de 6 símbolos incluídos num mesmo mapa, uma pessoa cega poderia ter problemas em memorizá-las. O espaço entre os símbolos não deve ser inferior a 3 mm para assegurar a diferenciação adequada nos relevos. É melhor não usar símbolos semelhantes juntos, pois eles podem ser confundidos, como por exemplo, se tiver 2 círculos de tamanhos semelhantes, um deve ser delineado e o outro preenchido. Quanto ao tamanho, o mínimo para um símbolo ser reconhecido é de cerca de 5 mm.

As representações dos símbolos em mapas táteis convencionais seguem as diretrizes de uso dos 3 elementos do design acima mencionados, que são parte de uma natureza essencialmente bidimensional e são expostos ao sentido do toque pela ligeira elevação. No entanto, outras áreas do conhecimento, tais como a ergonomia (PHEASANT, HASLEGRAVE, 2006), também se concentra no estudo de *displays* adaptados para ao uso do ser humano, mostrando que é possível a utilização de elementos volumétricos em tarefas onde um dos requisitos é um grau elevado de discriminação tátil (GUAL et al., 2012). Este é o caso dos controles de um avião que devem ser distintos e discriminados para serem tocados pelos pilotos, assim evitando erros fatais. Esses controles utilizam teclados, estudados em ergonomia, sobre o ponto de vista da eficiência do uso (SANDERS, 1993).

## 2.8 A LINGUAGEM

A linguagem constitui o caminho pelo qual é possível a abstração e a generalização da realidade por meio de atividades mentais complexas. Sua influência no conjunto das funções psicológicas superiores é decisiva para a transformação do pensamento situacional em pensamento conceitual. Pois, no pensamento situacional a classificação dos objetos é efetuada por um conjunto de coisas relacionadas entre si, no pensamento conceitual essa classificação se fundamenta no significado social que os objetos possuem como termos linguísticos, que vêm a ser o conceito (PITANO; NOAL, 2018). Para os pesquisadores Pitano e Noal (2018), a linguagem possibilita a comunicação, o planejamento da ação, a regulação de comportamentos e a generalização dos conceitos e experiências.

A linguagem das cores, segundo Goethe (1810), significa que estas não só se subordinam a representar a realidade da imagem, como também podem falar. Cada cor é um símbolo que possui o seu próprio significado (PEDROSA, 1995).

Segundo a ABNT (NBR 9050:2015), a linguagem é definida como um conjunto de símbolos e regras de aplicação e disposição que torna possível um sistema de comunicação, podendo ser visual, tátil ou sonoro. Fundamentalmente, tem a capacidade de proporcionar inteligibilidade. Conforme esta norma (NBR 9050:2015), o desenho do símbolo deve ter contornos fortes e bem definidos; simplicidade nas formas e poucos detalhes; estabilidade da forma; utilizar símbolos de padrão internacional.

### 2.8.1 Semiótica

No século XX surgem duas ciências da linguagem. Uma delas é a Linguística, ciência da linguagem verbal. A outra é a Semiótica, ciência de toda e qualquer linguagem. A semiótica é a ciência que tem por objeto de investigação todas as linguagens possíveis, ou seja, que tem por objetivo o exame dos modos de constituição de todo e qualquer fenômeno como fenômeno de produção de significação e de sentido.

A palavra signo é apropriada voluntariamente e remetida para a formação de conceitos, atendendo a necessidade do desenvolvimento humano. A funcionalidade dos signos linguísticos permite a representação mental sintética, superando a dependência das conexões empíricas diretas (PITANO; NOAL, 2018).

Um signo intenta representar um objeto que é, num certo sentido, a causa ou determinante do signo. Ou seja, o signo é algo que representa uma outra coisa: seu objeto. Ele só pode funcionar como signo se carregar esse poder de representar, substituir outra coisa diferente dele, pois o signo só pode representar seu objeto para um intérprete, e porque representa seu objeto, produz na mente desse intérprete alguma outra coisa que também está relacionada ao objeto não diretamente, mas pela mediação do signo (SANTAELLA, 2016).

Conforme Silveira (2015), enquanto seres culturais, participa-se ativamente da construção dos significados de tudo o que povoa o cotidiano, envolvidos diretamente com a construção simbólica dos objetos, que por sua vez mediam a percepção, reafirmando ou construindo novos significados. Alguns significados são construídos atrelados as nossas tradições, tanto na materialização como, também no uso e no disparo das ações correspondentes. Assim, o que dá qualidade e significado aos signos é a sua utilização.

O processo de leitura e interpretação de símbolos, em termos neurocognitivos, é totalmente específico dentro da estrutura cerebral, diferenciando-se das regiões que são responsáveis pela leitura pura e simples das palavras, pois existem determinados locais preferenciais com neurônios específicos para cada uma das funções. Segundo o modelo denominado “Detector de Combinações Locais”, criado por Dehaene et al. (1999), o domínio da leitura resulta de uma trajetória complexa de combinações de signos, símbolos e ícones que compõe qualquer tipo de sistema de linguagem, tanto escrita, gráfica, representacional ou pictórica.

Segundo Pitano e Noal (2018), ao representar, o cego visualiza mentalmente, constrói imagens por meio da articulação das informações que chegam, principalmente, pelo tato e pela audição (linguagem). Assim, a representação mental implica na existência de conteúdos de natureza simbólica que substituem os objetos e/ou fenômenos do mundo empírico, permitindo uma espécie de “visão” mental. Isto possibilita ao indivíduo generalizar e abstrair, desenvolvendo as suas funções psicológicas em processo permanente.

Segundo Belarmino (2016) a escrita em relevo engloba um campo de comunicação humana que envolve um modo próprio de semiotização da realidade. Como a exemplo da linguagem Braille, que, ao tocar no pequeno filete de 6 pontos justapostos, compreende-se o movimento no sentido da composição das letras, que

permite a possibilidade de 63 combinações, a multiplicidade de arranjos singulares a serem percebidos pela polpa do dedo indicador. Gerou-se, desta forma, uma nova escrita por sulcos, onde pode ser percebida uma primeira base de tradução intersemiótica, uma tradução da escrita gráfica convencional em uma matriz de pontos e todas as inter-relações entre a escrita e a linguagem verbal. Nesta escrita, o relevo expande as regras básicas de associação e combinações, promovendo a tradução de outros sistemas linguísticos.

Para uma criança que nasce cega o processo de percepção-apreensão do mundo é através do código tátil. Neste sentido, a escrita Braille vem a ser um perceptor concreto, físico, envolvendo um conceito lógico, um conjunto de relações e inter-relações de associação e combinação, que lhe confere o estatuto de signo de um tipo especial, um sistema de símbolos que serve de mediação entre esses indivíduos e os mais variados domínios da cultura (BELARMINO, 2016).

Descreve Belarmino (2016) que nas citações de Benveniste, ele afirma que “é na e pela linguagem que o homem se constitui como sujeito”, pode-se dizer que para o indivíduo cego, “que é na e pela escrita em relevo que ele se constitui como sujeito intelectual”.

Assim sendo, Belarmino (2016) conclui, pela análise do uso do Braille, que há dois níveis sutis de semiótica: um primeiro nível envolve o par percepção-cognição, presente na decodificação do alfabeto com letras em relevo, e a ação-expansão desses signos primeiros em signos outros, compreendendo diversos subsistemas que a escrita em relevo intenta representar. Um segundo nível, no plano do discurso ou no plano corporificador de coisas em texto, envolve uma semiótica muito mais complexa, porque conversa com inúmeros sistemas comunicativos. Ainda, estes sistemas de tradução intersemiótica viabilizados pelo Braille funcionam como importantes ampliadores de uma visão de mundo que antes era marcada pela experiência cotidiana. Com a conquista desta escrita a experiência expandiu-se para além de suas fronteiras, permitindo pensar na cegueira, não mais como uma realidade paralisante e mutiladora, mas antes como uma forma de visão.

### 2.8.2 Sistema Braille

O Sistema Braille foi inventado por Louis Braille em 1825, e foi adotado no Brasil em 1854, com a criação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos, hoje Instituto Benjamin Constant. Este Sistema é o processo de escrita em relevo mais adotado em todo o mundo e se aplica, não só à representação dos símbolos literais, mas também à dos matemáticos, químicos, fonéticos, informáticos, musicais, etc. O Sistema Braille foi reconhecido como o melhor método de ensino de escrita e leitura para cegos em todo o mundo (ABREU et al., 2018). Sendo este a grande ferramenta para a emancipação da pessoa com deficiência visual, responsável por abrir os canais de informação sobre o mundo para estes indivíduos, que puderam multiplicar-se quantitativamente, numa escala sem precedentes (LEMOS; CERQUEIRA, 1996).

No Brasil o Sistema Braille foi plenamente aceito, empregando-se, a princípio, praticamente toda a simbologia adotada na França. Em 1942, porém, foram necessárias algumas alterações, em razão da entrada em vigor da reforma ortográfica da Língua Portuguesa (ABREU et al., 2018).

A significação tátil dos pontos em relevo do invento de Charles Barbier foi à base para a criação do Sistema Braille, cuja estrutura diverge fundamentalmente do processo que inspirou seu inventor. Barbier criou um código que consistia numa série de pontos salientes numa folha de papel que podia ser utilizado para enviar mensagens silenciosamente e sem luz em um campo de batalha, este sistema foi rejeitado pelos militares por ser considerado demasiadamente complicado (LEMOS; CERQUEIRA, 1996).

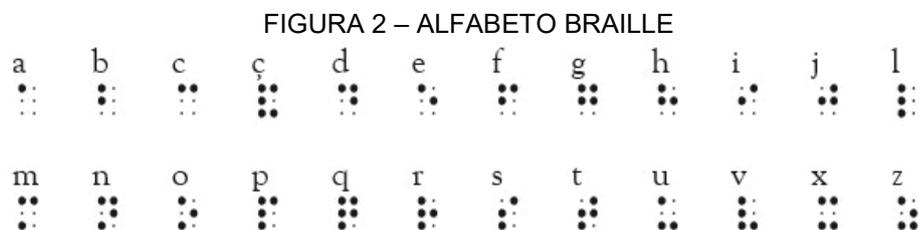
Comprovadamente, o Sistema Braille teve plena aceitação por parte das pessoas cegas, entretanto, algumas tentativas para a adoção de outras formas de leitura e escrita não obtiveram resultados práticos para o aperfeiçoamento da invenção de Louis Braille (LEMOS; CERQUEIRA, 1996).

Mesmo obtendo algumas resistências mais ou menos prolongadas em outros países da Europa e nos Estados Unidos, o Sistema Braille, por sua eficiência e ampla aplicabilidade, se impôs definitivamente como o melhor meio de leitura e de escrita para as pessoas cegas.

Este Sistema é constituído por um conjunto de símbolos e normas para a aplicação de toda esta simbologia com informações complementares sobre o emprego adequado dos símbolos (BRASIL, 2006).

O Braille é um sistema de escrita em relevo, representado por pontos sensíveis ao tato. É constituído por uma combinação de 63 sinais formados por pontos a partir do conjunto matricial  $\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$  (123456) (FIGURA 2). A combinação dos pontos é obtida pela disposição de 6 pontos básicos, organizados espacialmente em duas colunas verticais com 3 pontos à direita e três à esquerda. Este conjunto de 6 pontos chama-se de sinal fundamental. O espaço por ele ocupado, ou por qualquer outro sinal, denomina-se cela Braille ou célula Braille e, quando vazio, é considerado por alguns especialistas como um sinal, assim sendo o Sistema é composto por 64 sinais (BRASIL, 2006).

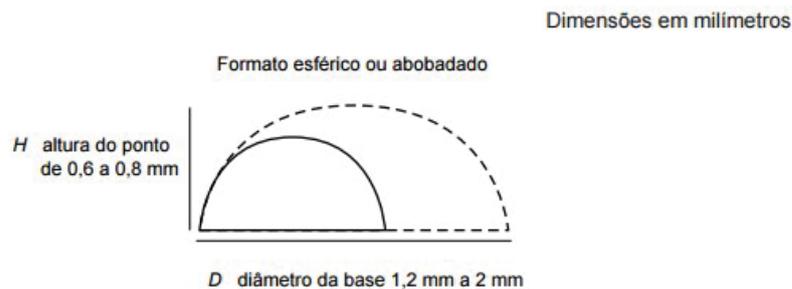
Para se identificarem facilmente e estabelecer a sua posição relativa, os pontos são numerados de cima para baixo e da esquerda para a direita. Os 3 pontos que formam a coluna ou fila vertical esquerda,  $\begin{smallmatrix} \bullet \\ \bullet \\ \bullet \end{smallmatrix}$ , têm os números 1, 2, 3; aos que compõe a coluna ou fila vertical direita,  $\begin{smallmatrix} \bullet \\ \bullet \\ \bullet \end{smallmatrix}$ , cabem os números 4, 5, 6. Os números dos pontos dos sinais Braille escrevem-se consecutivamente, com o sinal de número apenas antes do ponto de cada cela (BRASIL, 2006).



FONTE: Brasil. Ministério da Educação (2006).

Os sinais do Código Braille empregam-se, geralmente, em conformidade com os preceitos da ortografia oficial e com os textos que representam.

FIGURA 3 – FORMATO DO RELEVO DO PONTO EM BRAILLE

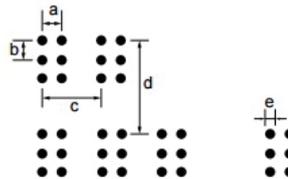


FONTE: ABNT NBR 9050:2015.

Segundo as normas ABNT (2015), o ponto em Braille deve ter aresta arredondada na forma esférica (FIGURA 3). O arranjo de 6 pontos, duas colunas e o espaçamento entre as celas em Braille está representado na FIGURA 4.

FIGURA 4 – ARRANJO GEOMÉTRICO DOS PONTOS EM BRAILLE

Dimensões em milímetros



| a                       | b   | c   | d    | Diâmetro do ponto e = D | Altura do ponto H |
|-------------------------|-----|-----|------|-------------------------|-------------------|
| 2,7                     | 2,7 | 6,6 | 10,8 | de 1,2 a 2,0            | de 0,6 a 0,8      |
| * D significa diâmetro. |     |     |      |                         |                   |

FONTE: ABNT NBR 9050:2015.

A proporção  $P$  é a relação entre o diâmetro e a altura do ponto, conforme a equação  $P = D/H$ ,

Onde,

$P$  é a proporção entre o diâmetro e a altura;

$D$  é o diâmetro, expresso em milímetros (mm);

$H$  é a altura do relevo, expressa em milímetros (mm).

Sendo que,

$D$  deve estar entre 1,2 mm e 2,0 mm;

$H$  deve estar entre 0,6 mm e 0,8 mm; e

$P$  deve estar entre 2,0 mm e 2,5 mm (ABNT NBR 9050:2015).

A leitura por meio do Sistema Braille se faz da mesma forma que a leitura com tinta, ou seja, é realizada da esquerda para a direita, de cima para baixo. Os elementos básicos do processo de aquisição da leitura são os mesmos para cegos e pessoas de visão normal. A criança, possuindo visão ou não, vai se deparar com símbolos gráficos que, no começo, carecem totalmente de conteúdo, variando unicamente de vias sensoriais (visão ou tato). Normalmente, são os dedos indicadores que lêem, deslizando ligeiramente da esquerda para a direita. Devem

ser evitados os movimentos de cima para baixo ou vice-versa, ou os de rotação ao redor dos pontos de uma letra (ABREU et al., 2018).

A leitura tátil é realizada letra por letra, e não por meio do reconhecimento de palavras completas, como acontece com a leitura em tinta. Conforme Abreu et al. (2018), trata-se de uma tarefa lenta a princípio, e que requer grande concentração. Conseguir maior velocidade não é apenas questão de esforço, mas também de técnica e prática. No momento de aprender o Braille, é necessário considerar os vários fatores que intervêm no processo, tais como: o estímulo pessoal por aprender, a idade, a patologia que causou a deficiência e também o apoio das pessoas mais próximas.

Quanto à aplicação do Braille na Língua Portuguesa, quase todos os sinais conservam a significação original. Apenas algumas vogais acentuadas e outros símbolos são representados por sinais que lhes são exclusivos.

Ao longo da história do Sistema Braille, diversos estudos e experiências têm sido realizados com o objetivo de ampliar o número de símbolos representados por um único sinal, sem prejudicar a legibilidade, nem aumentar excessivamente o espaço ocupado pelo texto. Atualmente, o melhor sistema encontrado é o chamado “Braille de oito pontos”, constituído pela inclusão do ponto 7, abaixo do ponto 3 e do ponto 8, abaixo do ponto 6. Esta é uma solução que há muito vem sendo empregada em *displays* e impressoras para Braille (ABREU et al., 2018).

Entendendo a importância do Sistema Braille, o Brasil participou, e continua participando, de encontros para estudos que ocorrem pelo mundo. Contribuindo com o Conselho Mundial para o Bem-Estar dos Cegos, hoje, União Mundial de Cegos, onde se unem esforços para a atualização e a unificação do Sistema Braille.

A participação brasileira na Conferência Íbero-Americana para Unificação do Sistema Braille, em Buenos Aires no ano de 1973, se deu com técnicos, pesquisadores e observadores. Na Reunião de Imprensas Braille de Países de Língua Castelhana, em Montevideu no ano de 1987, aconteceu a criação da Comissão para Estudo e Atualização do Sistema Braille em uso no Brasil. Com a atuação de especialistas brasileiros na Conferência em Lisboa, no ano de 1994, deu-se o Sistema Braille Aplicado à Língua Portuguesa; além de outras iniciativas e atividades desenvolvidas. Destaque-se, em todo este período, o trabalho conjunto da Fundação Dorina Nowill para Cegos e do Instituto Benjamin Constant, através de

seus especialistas, além da participação de profissionais de outras importantes entidades brasileiras (LEMOS; CERQUEIRA, 1996).

## 2.9 OUTROS RECURSOS DIDÁTICOS E TECNOLOGIAS PARA DEFICIENTES VISUAIS

Conforme Oliveira et al. (2018), são constantes as descobertas sobre design apropriado à pessoas com deficiência visual. Discutem-se novas formas de produzir e disseminar conteúdos e produtos, diagnósticos e tratamentos, relações e informações acessíveis e possíveis às pessoas com deficiência visual, explorando todos os sentidos da percepção humana.

O rápido avanço tecnológico ocorrido a partir da década de 1950 permitiu que as pessoas cegas pudessem se beneficiar de novas formas de leitura (ABREU et al., 2018).

Atualmente existem vários tipos de TAs disponíveis para auxiliar deficientes visuais. Muitas destas tecnologias estão sendo concebidas para transmitir informações através do contato tátil ou sonoro, o que antes seriam apenas transmitidas visualmente (STOA, 2018).

Para Oliveira et al. (2018), no caso de publicações direcionadas às pessoas com deficiência visual é preciso explorar os outros sentidos, para que esses supram a necessidade da visão. Desta forma, algumas das TAs mais conhecidas deficientes visuais são os auxílios hápticos, baseados na sensação do toque (STOA, 2018).

Assim, é visível a propagação de recursos elaborados para as pessoas com deficiência visual o que garante maior independência, autonomia e segurança, dentre os quais, os autores listam: embalagens de alimentos com textos em Braille, medicamentos, cosméticos, calendários, catálogos e programas de apresentação artística, cardápios em Braille em restaurantes e lanchonetes (em alguns municípios brasileiros, o cardápio acessível em Braille é obrigatório por lei), além de mapas em relevo ou táteis, semáforos com sinais sonoros, pisos diferenciados nas calçadas, superfícies texturizadas para apoiar o direcionamento e mobilidade (ABREU et al., 2018; STOA, 2018).

O livro falado (*audiobook*) e, mais recentemente, o livro digital acessível DAISY (*Digital Accessible Information System*) e o EPUB 3 (*Electronic Publication*)

facilitam o acesso rápido à cultura, à informação e ao lazer (ABREU et al., 2018). Embora, Abreu et al. (2018) enfatizam a importância do livro em Braille, defendendo que nada substitui o prazer de ter um livro entre as mãos, quando o indivíduo pode vivenciar nas suas páginas a busca de novas emoções ou voltar para reviver aquelas já sentidas, num contato sem intermediários como o autor ou as personagens.

De acordo com Oliveira (2018), dentre os recursos didáticos utilizados na educação para deficientes visuais, além do Sistema Braille, destacam-se as Caixa de Números, o Sorobã, livros didáticos adaptados, fita métrica adaptada, figuras geométricas em relevo, modelos tridimensionais e maquetes, além de sistemas operacionais auxiliares, como o Dosvox e o Virtual Vision.

Porém, ainda existem precariedades e situações que dificultam a sociedade ser inclusiva, e aguarda-se o desenvolvimento de novas TAs para melhorar a qualidade de vida deste público de forma que priorize, também, o design universal (STOA, 2018; OLIVEIRA et al., 2018).

Os modelos tridimensionais são estruturas e processos de representação que auxiliam facilitando a aprendizagem por tornarem as aulas mais dinâmicas e o conteúdo mais concreto. A utilização de modelos didáticos pedagógicos têm se tornado ferramentas-chave para um ensino inovador e diferenciado do modelo tradicional de ensino. Segundo Oliveira (2018), ao optar por estes modelos como recursos pedagógicos, o docente tem a possibilidade de trabalhar a interatividade e o raciocínio dos estudantes para assimilar novos conhecimentos exercitando a mente de forma lúdica.

A Caixa de Números é uma adaptação feita com material de baixo custo como caixas de plásticos ou papelão, contendo pequenos objetos. Nele está colocado um numeral em tinta, em relevo e em Braille na parte externa, correspondente à quantidade de objetos guardados no interior da caixa (OLIVEIRA, 2018).

O Sorobã é um instrumento utilizado para trabalhar cálculos e operações matemáticas. É uma espécie de ábaco que contém cinco contas em cada eixo e borracha compressor para deixar as contas fixas.

A fita métrica adaptada contém marcações na forma de orifícios e pequenos recortes, as figuras geométricas em relevo são confeccionadas com material

emborrachado, papelão e outros materiais. Segundo Oliveira (2018), os livros didáticos adaptados são ilustrados com desenhos, gráficos, cores, diagramas, fotos e outros recursos inacessíveis para os alunos com limitação visual.

O Dosvox, que é um dos sistemas operacionais auxiliares, possui um conjunto de ferramentas e aplicativos próprios além de agenda, *chat* e jogos interativos. Este sistema permite que pessoas cegas utilizem um microcomputador comum (PC) para desempenhar uma série de tarefas com um nível alto de independência no estudo e no trabalho. Este sistema foi desenvolvido pelo Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ (DOSVOX, 2018).

O Virtual Vision, que é outro sistema operacional auxiliar, é um *software* brasileiro desenvolvido pelo MicroPower, na cidade de São Paulo, criado para operar com os utilitários e as ferramentas do ambiente Windows (VIRTUAL VISION, 2018).

Várias TAs também estão disponíveis para apoiar deficientes visuais no acesso a tecnologias de informação e comunicação, como televisões, computadores, *internet* e *smartphones*. Estas tecnologias podem ser projetadas para fins específicos - como educação, emprego ou recreação - e podem adaptar-se às necessidades do usuário, como por exemplo, ampliar ou intensificar uma exibição, ou traduzir informações visuais em outras modalidades sensoriais, como através do som e do toque (STOA, 2018).

Outras formas de categorizar as TAs para deficientes visuais dependem do nível de independência que pode trazer para o usuário (STOA, 2018). Atualmente, com o crescente desenvolvimento das tecnologias, é possível a utilização do recurso de aplicativos para aparelhos celulares que fazem o reconhecimento da cor, sendo apenas necessário aproximar o aparelho do objeto e, carregando numa tecla previamente escolhida, o aparelho dirá qual ou quais as cores presentes, assim como as suas tonalidades. Apesar disto, este meio de reconhecimento não é totalmente confiável, uma vez que a sua identificação fica condicionada pela luminosidade existente no espaço envolvente, assim como pela qualidade da câmara (PIRES, 2011).

O Aurie é uma ferramenta portátil criado para identificar as cores de objetos e de notas de dinheiro, desenvolvido por pesquisadores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Esse equipamento é formado por uma caixa que faz a

leitura óptica do objeto e identifica as três cores básicas (azul, verde e vermelho), por meio de sensores, um para cada cor. Tendo como base estes itens, este equipamento identifica a cor que mais se aproxima do objeto analisado, e verbaliza o nome da cor. Da mesma forma, este aparelho identifica as notas de dinheiro. Embora seja um bom meio para dar apoio e propiciar autonomia aos deficientes visuais e cegos, este aparelho é um recurso de alto custo que restringe à sua obtenção (AUIRE PRISMA, 2016).

Os óculos de realidade aumentada podem ajudar usuários ampliando imagens, filtrando cores e fornecendo assistência de reconhecimento facial e áudio. Os estudos de STOA (2018) identificaram algumas tendências-chave na criação de futuras TAs para deficientes visuais que são possibilitadas por desenvolvimentos tecnológicos amplos. Por exemplo, o design e a produção de ferramentas acessíveis confeccionadas em impressora 3D, *displays* inovadores e de interfaces que fazem uso de telas táteis, reconhecimento de gestos, interfaces e sistemas de *feedback* hápticos (STOA, 2018).

Desta forma, os estudos enfatizam que, mesmo que as TAs ajudem a superar algumas barreiras à inclusão e à acessibilidade, elas podem ir mais longe (MARCHI et al., 2018). Enquanto futuras TAs podem fazer mais para ajudar, não há necessidade de esperar por elas. A ação social e as tecnologias existentes podem ser implantadas para começar a construir uma sociedade mais inclusiva hoje (STOA, 2018).

## 2.10 A COR

A cor não tem existência material, é apenas sensação produzida por certas organizações nervosas sob a ação da luz – espectro eletromagnético – mais precisamente, é a sensação provocada pela ação da luz sobre o órgão da visão. Seu aparecimento está condicionado, portanto, à existência de dois elementos: a luz (objeto físico, agindo como estímulo) e o olho (aparelho receptor, funcionando como decifrador do fluxo luminoso, decompondo-se ou alterando-o através da função seletora da retina) (PEDROSA, 1995).

A luz cria cor e forma. A luz é energia eletromagnética, produzida pelo sol em diferentes comprimentos de onda. Quando estas ondas de luz se refletem dos

objetos nos nossos olhos, criam a sensação de luz. Tudo o que nós vemos resulta da luz refletida. As ondas de luz de baixa frequência impressionam o nosso cérebro com a cor vermelha. O lilás é resultado das ondas luminosas de alta frequência. Devido à estrutura molecular e à pigmentação de cada objeto, os raios luminosos são misturados, absorvidos e refletidos em várias velocidades e intensidades. Objetos que são escuros absorvem mais raios luminosos e por isso refletem menos luz aos olhos. Esta absorção cria a ilusão de uma cor mais intensa e escura. Os objetos mais claros refletem mais luz, transmitindo a ilusão de maior esplendor e intensidade (ANDREWS, 1993).

Deste modo, quando a luz solar atinge a superfície de um objeto, este absorve diferentes longitudes de onda de seu espectro total, enquanto que refletem outras. Estas longitudes de onda refletidas são as causadoras das cores dos objetos, cores que se produzidas por filtragem de longitudes de onda se denominam cores subtrativas. Este fenômeno é o que se produz em pintura, onde a cor final de uma superfície depende das longitudes de onda da luz incidente refletidas pelos pigmentos da mesma. Assim, um carro é de cor vermelha porque absorve todas as longitudes de onda que formam a luz solar, exceto a correspondente à cor vermelha, que reflete, enquanto que um objeto é branco porque reflete todo o espectro de ondas que formam a luz, ou seja, reflete todas as cores, e o resultado da mistura de todas elas dá como produto o branco. Por sua vez, um objeto é negro porque absorve todas as longitudes de onda do espectro: o negro é a ausência de luz e de cor (CRIARWEB, 2018).

Deve-se salientar uma diferença relevante entre os modelos cor-luz, ou seja, as cores emitidas por fontes de luz (como por exemplo, sol, lâmpadas, monitores de computador); perante as cores refletidas pelos materiais. O olho humano percebe de modo diferente estas duas realidades, não sendo possível fazer uma comparação direta entre a cor vista num ecrã de computador e uma cor numa folha de papel (FIGUEIREDO; CARVALHO, 2016).

Conforme Silva (2006), a natureza forneceu-nos a cor para alimentar o corpo e o espírito. A cor enriquece todo o nosso sistema, dando-nos como suplemento da energia vital que é uma parte essencial da vida. Segundo este autor, como seres altamente coloridos, as formas humanas são feitas de cores vibrantes sempre em mutação e o Ser humano responde às cores de maneira ativa ou passivamente e as

utiliza em tudo o que se faz. As ondas de luz afetam os indivíduos em cada minuto da vida e penetram no sistema energético, quer esteja acordado ou dormindo, quer seja visual ou cego.

De acordo com Silva (2006) a cor, sendo criada pela luz, é uma forma de energia e esta energia interfere diretamente com as funções do corpo, tal como influencia a mente e as emoções ou os chamados efeitos psico-fisiológicos. Hoje se sabe que a cor afeta a ativação cortical (as ondas cerebrais), as funções do sistema nervoso autônomo (que regula a complexidade interna do corpo) e a atividade hormonal, além de que a cor desperta associações precisas emocionais e estéticas.

Muitos estudos avaliam o efeito da cor no comportamento dos indivíduos, como nos níveis de satisfação, motivação, humor, desempenho, concentração e fadiga, dentre outros. Ainda, as pesquisas revelam que algumas cores são estimulantes e outras calmantes e sedativas (MARCHI; OKIMOTO, 2004; OKIMOTO; MARCHI, 2006; MARCHI, 2007; OKIMOTO; MARCHI; KRÜGER, 2008).

A cor está introduzida no sistema humano de muitos modos. Através da compreensão dos efeitos fisiológicos e psicológicos da cor, pode-se selecionar melhor as cores do vestuário e dos ambientes (SILVA, 2006). Segundo Silveira (2015), sensação cromática é diferente de percepção cromática. Pode-se chamar de sensação da cor quando se considera parte do processo, ou seja, quando a luz existente atinge os olhos e este fluxo luminoso é codificado fisiologicamente. Já, a percepção da cor acontece quando este código fisiológico, feito a partir do fluxo luminoso, é interpretado.

Os estímulos que causam as sensações cromáticas estão divididos em 2 grupos, o das cores-luz e o das cores-pigmento. Cor-luz, ou luz colorida, é a radiação luminosa visível que tem como síntese aditiva a luz branca. Sua melhor expressão é a luz solar, por reunir de forma equilibrada todos os matizes existentes na natureza. As faixas coloridas que compõe o espectro solar, quando tomadas isoladamente, uma a uma, denominam-se luzes monocromáticas (PEDROSA, 1995).

Cor-pigmento é a substância material que, conforme sua natureza, absorve, refrata e reflete os raios luminosos componentes da luz que se difunde sobre ela. É a qualidade da luz refletida que determina a sua denominação. O que faz com que se denomine um corpo de verde é sua capacidade de absorver quase todos os raios

da luz branca incidente, refletindo para nossos olhos apenas a totalidade dos verdes (PEDROSA, 1995).

Os pigmentos que fazem parte de qualquer material, seja natural ou artificial, determinam a cor pela sua capacidade de absorver uma proporção das cores constituintes da luz natural. As tintas têm um papel preponderante no trazer a cor para qualquer superfície ou para qualquer material, tanto em plásticos, metais, borrachas, cerâmicas, vidros, têxteis, etc, ou seja, a cor é uma característica inerente a todos os materiais (SILVA, 2006). O disco cromático apresenta as relações entre as cores. Nas escolas, as crianças aprendem a misturá-las e os artistas o utilizam para trabalhar com pigmentos (tinta a óleo, aquarela e guache, dentre outros) (LUPTON; PHILLIPS, 2015).

Os olhos não são os únicos órgãos que podem sentir a luz. Reações elétricas à luz têm sido registradas na pele de ratos, sapos, cobaias e axolotles. As minhocas se encolhem quando a luz toca sua pele. Mesmo os pombos recém-nascidos, com a cabeça coberta por capuzes pretos, mostram reações comportamentais à luz (DEPARTAMENTO de Pesquisas da Universidade Rose-Croix, 1990).

A luz do sol torna bronzeada a pele do homem e estimula a formação da vitamina D. Nos hospitais, a luz é usada para tratar a icterícia neonatal e a psoríase da pele. No outro extremo, há pessoas alérgicas a luz. Os cientistas da Universidade Rose-Croix (1981) e de outras instituições de pesquisa, estão estudando outras curiosas interações entre a luz e a pele. O fenômeno é chamado de “visão sem olhos”, ou, mais comumente, “percepção dermo-ótica” (PDO). Os pesquisadores relataram que pessoas com os olhos vendados podem aprender a ler impressos e “ver” cores pela pele (DEPARTAMENTO de Pesquisas da Universidade Rose-Croix, 1990; ANDREWS, 1993).

Conforme Silveira (2015), para entender mais sobre as cores e utilizá-las em projetos, é importante entender o que muitos estudiosos, vindos de diversas áreas, distribuídos pela história, concluíram a respeito da percepção da cor. Segundo a autora, alguns deles estudaram a cor para entender outros objetos de pesquisa, enquanto outros estudaram a cor por ela mesma, complementando que a sua interpretação é importante na construção da percepção do nosso mundo visual. Escritos sobre a cor foram encontrados desde o século I d.C. e continuam a ser

desenvolvidos incansavelmente até os dias de hoje. O que prova que desde há muito tempo a Teoria da Cor vem tomando forma, ampliando e continua evoluindo em suas informações.

### 2.10.1 A Importância da Cor na Vida Humana

No mundo tudo é cor, para onde se leva o olhar, a cor está presente, intrínseca na natureza, dá a beleza, a vida, a alegria. As cores estão tão presentes na vida humana, no dia-a-dia, de forma que nem sempre lhe é dada a devida importância. Segundo Rocha (2018), a cor, bem como a sua percepção, faz parte de um conjunto quase indissociável que permeia várias esferas que vão da ciência à arte, do técnico ao estético.

Todos são afetados pelas cores, muitas vezes mais do que se possa pensar. A cor está intimamente ligada a todos os aspectos das nossas vidas (ANDREWS, 1993).

Pires (2011) justifica que a cor, como sendo um dos elementos que melhor identifica tudo aquilo que rodeia o ser humano, adquire um papel de extrema importância no cotidiano e que apesar das pessoas com deficiência visual não poderem ter acesso a esta característica do mundo, a cor não deixa de ser importante para a sua integração na sociedade. Para Nunes e Lomônaco (2008), a visão é o sentido mais importante e mais usado. E, quando uma pessoa é desprovida dela, provavelmente terá sérias restrições em sua vida.

A cor comunica, a cor sinaliza, a cor alerta, a cor traz sensações, causa emoções. Tanto nos ambientes externos como internos, nos hospitais, nos ambientes domésticos como escolares, a cor é uma importante qualidade dos objetos. Estudioso das cores, Goethe, escritor alemão, enfatiza sempre que a alma humana é naturalmente voltada para as cores (RAMOS, 2003).

Em cada imagem e cor chega até o homem de maneira a chamar sua atenção ou ainda afetar sua compreensão sobre determinada situação ou acontecimento. Desta forma, é comum o uso desses artifícios em comunicações ou expressões artísticas, seja para prender a atenção do espectador, seja para inserir ou ressaltar determinados pontos (SOUZA, 2014).

Segundo Pedrosa (2004), a cor não tem existência material. Ela é, tão somente, uma sensação provocada pela ação da luz sobre o órgão da visão, mas com sua magnificência, a cor integra e comanda o extraordinário espetáculo da vida.

Em linguagem corrente, a palavra cor tanto designa a sensação cromática, como o estímulo (a luz direta ou o pigmento capaz de refleti-la) que a provoca. Mas, a rigor, esse estímulo denomina-se matiz, e a sensação provocada por ele é que recebe o nome de cor (PEDROSA, 2004).

Assim é o mundo dos indivíduos com visão normal, mas, para indivíduos com deficiência visual, a cor também pode ser um eficiente meio para comunicar, para falar de objetos.

A cor tornou-se mesmo um elemento importante da linguagem humana (ANDREWS, 1993). Para Ramsamy-Iranah et al. (2016), ter um meio para comunicar a cor dos objetos para pessoas com deficiência visual é relevante por várias razões, pois, todos ouvem falar de cores, todos usam cores, a cor é uma forma importante para falar sobre objetos e, esta forma de comunicação, pode permitir-lhes compartilhar experiências de cores com as pessoas de visão normal. Se estes indivíduos forem capazes de se envolver com o mundo da cor, isto irá ajudar a serem mais precisos e eficientes em atividades diárias e torná-los autossuficientes (como por exemplo, fazer uma escolha rápida de roupa de certa cor), para facilitar e enriquecer a aprendizagem (como por exemplo, discutir uma obra de arte), ou para participar de atividades de lazer (como por exemplo, em jogos com peças coloridas).

Segundo Pires (2011), em suas pesquisas foi possível compreender que para os indivíduos cegos a cor não é muito importante e, por vezes, é algo subjetivo. Contudo, quando as pessoas estão integradas e interagindo com os seus iguais, o domínio da cor ganha grande importância para que não se sintam excluídos e totalmente dependentes de outros.

Santos (2008) comprovou que as pessoas com daltonismo enfrentam situações embaraçosas relacionadas com a combinação cromática em seus vestuários. Em sua pesquisa, Santos (2008) constatou que a grande maioria dos entrevistados assume depender de terceiros na escolha do vestuário, principalmente da mãe, dos companheiros ou de amigos próximos. Além do mais, em sua pesquisa o autor destaca que muitos dos indivíduos daltônicos entrevistados por ele reconheceram que tiveram a necessidade de criar “jogos” e “regras” na tentativa de

se tornarem autossuficientes e de otimizar processos criteriosos para decifrar algo tão importante e complexo, mas de uma simplicidade extrema para quem tem uma correta percepção das cores, como a escolha do vestuário no ato da compra ou no armário.

Conforme Ramsamy-Iranah et al. (2016), as pessoas com deficiência visual tem ideias diferentes sobre cor. Para alguém que é congenitamente cego a cor é um conceito, é um meio abstrato de classificação. Segundo estes pesquisadores, para aqueles que perderam a visão durante a sua vida, ou para aqueles que têm alguma percepção de luz e cor, a compreensão das cores e seu significado na vida cotidiana tem associações diferentes.

As pessoas com deficiência visual têm adotado modos de reconhecimento das cores como resposta às suas necessidades diárias. Um exemplo dessa adaptação é a utilização de etiquetas escritas em Braille em peças de roupa. Contudo, para a aplicação deste meio, é sempre necessária a ajuda de outra pessoa que coloque a etiqueta na peça de roupa certa (PIRES, 2011).

Para Gill (2004), a visão constitui um dos sistemas-guia, provavelmente, o mais poderoso deles, assim sendo, os indivíduos cegos ou com baixa visão, precisam recorrer a outros tipos de sistemas-guia. Outros utilizam as pistas olfativas (uma fábrica de bolachas, por exemplo), ou auditivas (ruídos de uma praça movimentada) ou táteis (códigos em relevo).

### 2.10.2 A Cor dos Objetos

A percepção da cor é um fenômeno bastante complexo. Na sensação da cor entram apenas os elementos físicos (a luz) e fisiológicos (o olho), mas, na percepção da cor entram, também, os dados psicológicos que alteram substancialmente a qualidade do que se vê. Segundo as pesquisas de Marchi et al. (2018), entender as características e formas de representação das cores pode contribuir para a identificação de meios de transpor esse conhecimento visual para uma forma de conhecimento tátil.

A definição de cor, vista pelo aspecto físico, é a sensação produzida por certas organizações nervosas sob a ação da luz. Ondas de luz alcançam os olhos

através de uma transmissão da fonte de luz para o objeto, e destes para o observador (SILVEIRA, 2015).

A Física estuda a luz por meio de três formas distintas: pela ótica geométrica, onde a trajetória dos raios luminosos é tratada independentemente da natureza da luz; a ótica física, onde a interpretação dos fenômenos associados à natureza da luz é fundamentada nas radiações eletromagnéticas e; finalmente, a ótica quântica, onde a interpretação dos fenômenos associados à natureza da luz é fundamentada na teoria quântica, considerando a luz formada por partículas (*quantum*). Assim, a luz pode ser referida como onda (óptica física) ou partícula (óptica quântica) (SILVEIRA, 2015).

A interação entre a luz e o objeto gera o fenômeno da cor percebida nos corpos. A luz incide sobre os átomos componentes das substâncias, interagindo e gerando a coloração dos objetos, pela capacidade de absorver, refratar ou refletir os raios luminosos (SILVEIRA, 2015).

Newton trabalhou com a luz do sol dividindo-a em raios de luz componentes, denominadas radiações monocromáticas. As radiações monocromáticas menores de 380 nm (radiações ultravioletas) e as maiores de 780 nm (radiações infravermelhas) são invisíveis para os olhos humanos. Na Teoria da Cor considera-se apenas a região entre 380 nm e 780 nm, região visível do espectro eletromagnético (SILVEIRA, 2015).

A cor-pigmento é a substância material constituinte do objeto de acordo com sua natureza química, podendo absorver, refratar ou refletir os raios luminosos componentes da luz incidente. As cores-pigmento correspondem às substâncias corantes que fazem parte do grupo das cores químicas de Goethe, podendo ser criadas, fixadas em maior ou menor grau, exaltadas em determinados objetos. Assim, o conjunto de cores-pigmento é utilizado pelos artistas e todos que trabalham com substâncias corantes (SILVEIRA, 2015).

Cada cor tem quatro dimensões – matiz, valor, intensidade e temperatura. A cor atua como uma combinação de todas estas dimensões (SILVA, 2006), embora o olho humano consiga distinguir apenas três dimensões da cor (FIGUEIREDO; CARVALHO, 2016). Estas três características, que se distinguem na percepção da cor, e que correspondem aos parâmetros básicos da mesma são: matiz (comprimento de onda) é o local da cor no interior do espectro; valor (luminosidade

ou brilho) é o caráter claro ou escuro da cor; e croma ou intensidade é a vivacidade ou o esmaecimento de uma cor (LUPTON; PHILLIPS, 2015).

Matiz ou tom é a dimensão da cor que permite diferenciar um vermelho de um verde ou de um azul e classificar um amarelo em amarelo esverdeado ou amarelo alaranjado, um matiz de vermelho pode parecer marrom com saturação baixa ou rosa em valor claro. A croma ou saturação é o julgamento da quantidade de cor, o afastamento ou aproximação de uma cor do cinzento com a mesma intensidade luminosa, ou seja, quando se converte uma imagem colorida em preto e branco, está eliminando seu matiz, mas preservando suas relações tonais. Por valor ou luminosidade/brilho entende-se a intensidade da luz refletida pela superfície, podendo-se distinguir entre claro; uma cor é enfraquecida pela adição de preto ou branco, ou então por sua neutralização em direção ao cinza (LUPTON; PHILLIPS, 2015; FIGUEIREDO; CARVALHO, 2016).

Através destas variáveis pode-se caracterizar uma cor e diferenciá-la de outras, bastando uma pequena alteração numa das variáveis para se estar perante uma cor diferente. No entanto, a classificação de uma cor mediante estas três dimensões mostra-se altamente subjetiva, pois depende da comparação e da sua capacidade visual, do julgamento de cada observador e da sua capacidade visual, isto é, da sua sensibilidade às cores (que varia de indivíduo para indivíduo). A percepção da cor depende ainda do tamanho da amostra de cor, da luz incidente, assim como das cores que eventualmente a poderão circundar e que interagem entre elas (LUPTON; PHILLIPS, 2015).

Conforme Silveira (2015), em termos de percepção cromática há mais do que as questões que envolvem a percepção da cor, a começar pela diferença entre a percepção de um objeto colorido, as cores não são vistas de forma isolada. Segundo a autora, as cores são ligadas a objetos. Assim, a percepção visual do mundo pode ser dividida entre a percepção do mundo físico substancial e a percepção do mundo das coisas úteis e significativas a que se presta atenção. As cores, as texturas, as superfícies, as bordas, as formas e os intermediários são parte do mundo físico substancial, enquanto que os objetos, lugares, pessoas, sinais e símbolos escritos fazem parte do mundo das coisas úteis e significativas.

### 2.10.3 Característica da Cor

A classificação e nomenclatura das cores foram dadas por estudiosos do assunto segundo suas características e formas de manifestação. As cores geratrizes ou primárias (o vermelho, o azul e o amarelo) são cores puras que não resultam da mistura de outras; quando misturadas em proporções variáveis, criam todas as demais cores do disco cromático (LUPTON; PHILLIPS, 2015). Já, a cor-luz se difere da cor pigmento. Na cor-luz as primárias são o vermelho, verde e azul-violetado (PEDROSA, 1995; SILVEIRA, 2015).

Tanto as cores-pigmento quanto as cores-luz são organizadas em tríades de cores primárias, quando essas tríades se somam as cores secundárias e as terciárias geram os círculos cromáticos. Assim, o círculo cromático é um instrumento importante de organização do complexo universo cromático (SILVEIRA, 2015).

Desta forma, da tríade de cores primárias (indecomponíveis) surgem as cores secundárias: o lilás ou violeta, o verde e o laranja. Estas cores provêm da mistura de duas cores primárias (LUPTON; PHILLIPS, 2015). As cores-pigmento são as substâncias dos corantes utilizados na indústria e, por este motivo, tratados com mais enfoque neste trabalho.

O círculo cromático gerado a partir das cores-pigmento primárias vermelho, azul e amarelo é bastante utilizado por ter sido construído culturalmente, ou seja, este círculo vem sendo utilizado historicamente há muitos anos sendo o mais presente em pinturas, exemplos de combinações de cores e até em apostilas de ensino fundamental (SILVEIRA, 2015).

As cores terciárias, como por exemplo: o laranja-avermelhado, o verde-amarelado, o azul-esverdeado; surgem da mistura de uma cor primária com uma cor secundária (LUPTON; PHILLIPS, 2015).

As cores complementares são aquelas que se situam em lados opostos no disco cromático, como por exemplo: vermelho/verde, azul/laranja, amarelo/lilás (LUPTON; PHILLIPS, 2015).

Uma harmonia cromática expressa o equilíbrio dos elementos mais ativos da escala de tons. Normalmente a harmonia é confundida com a combinação de cores, entretanto existe algo que ultrapassa o simples acorde. As combinações das cores complementares: vermelho/verde, azul/laranja, amarelo/lilás, formam contrastes e

reciprocidade; utilizando estas cores contrastantes em equilíbrio ficam mais potentes, principalmente quando colocadas uma ao lado da outra. Segundo Leonardo da Vinci: “Toda cor se destaca mais ao lado de sua cor contrária (complementar)” (PEDROSA, 2004). DOCZI (1990) ressalta que os padrões gerados que se movem em direções opostas são frequentes na natureza, ou seja, são os processos da união dos opostos complementares, como o sol e lua, macho e fêmea, eletricidade positiva e negativa, Yin e Yang.

Conforme Pedrosa (2004), os elementos básicos que regem a teoria das cores são os mesmos para as áreas da Física, Química, Fisiologia, Estética ou da Informática. O que varia são os códigos de linguagem, principalmente no campo da aplicação prática, adotados pelas disciplinas artísticas ou científicas. As siglas RGB (*Red, Green, Blue*), CMY (Cian, o Magenta e o Amarelo) ou CMYK (com a adição do preto) são utilizadas pela maioria dos programas de tratamento de imagem, o computador trabalha simultaneamente com as cores-luz (vermelho, verde e azul) e as cores-pigmento transparentes (ciano, magenta e amarelo) (PEDROSA, 2004).

Os sistemas RGB e CMY se encontram relacionados, já que as cores primárias de um são as secundárias do outro (as cores secundárias são obtidas por mescla direta das primárias) (CRIARWEB, 2018).

Desta forma, na tentativa de homogeneizar a produção das cores surgiram inúmeros sistemas cromáticos de catalogação de tons, tais quais: o Trumatch, Focoltone, Pantone, HKS, Toyo, entre outros. Sobre cada um desses sistemas tem-se, respectivamente que: o sistema Trumatch é baseado nas cores CMYK e é concebido por meio da organização numérica HSB, expressa pela combinação entre *Hue* ou Matiz (do vermelho ao violeta), *Saturation* ou Saturação (de cores intensas às cores pastéis) e *Brightness* ou Luminosidade (pelo acréscimo ou remoção do preto); sendo assim, tal sistema possui 50 famílias de matizes, cada uma subdivida em 40 tonalidades e, com isso, oferece mais de 2.000 cores correspondentes ao sistema CMYK, além de agregar tons de cinza.

O sistema Focoltone, assim como o primeiro, é baseado no sistema CMYK, sendo formado por 763 cores desse sistema. Já, o sistema Pantone é utilizado, principalmente, para produzir cores específicas, exatas ou ainda cores que não podem ser obtidas pelo sistema CMYK (como tons fluorescentes ou cores como prata e dourado).

O sistema HKS é o padrão utilizado na Europa e visa garantir uma impressão segura; nesse sistema, cada cor possui um tom equivalente no sistema CMYK, porém a sua impressão envolve mais custos. Por fim, o sistema Toyo é baseado nas tintas de impressão usadas no Japão, englobando mais de 1000 cores. Porém, antes dos sistemas citados acima serem criados, o modelo cromático de Albert Munsell (1858-1918) já buscava ordenar matizes de maneira específica e de modo a facilitar a reprodução dos mesmos (SOUZA, 2014).

#### 2.10.4 Representação Tridimensional de Cores

Muitos pesquisadores fizeram tentativas para conseguir uma definição quantitativa das cores com o propósito de se estabelecer um sistema de medidas, a exemplo de Leonardo da Vinci, que havia disposto as sombras em forma circular, dando a cada uma o número de graus correspondentes à sua área em relação ao todo. Para Da Vinci, o círculo representava o início da diminuição da luz até a treva total (PEDROSA, 1995).

A necessidade da Teoria da Cor em organizar a grande quantidade de cores presente em nosso mundo perceptivo evidencia a importância do controle de sua sistematização em modelos topológicos. Vários modelos topológicos foram desenvolvidos no intuito de organizar as cores sob uma lógica matemática a partir de sólidos manipuláveis. O desenvolvimento destes sólidos trouxe, mais tarde, uma ciência chamada “Colorimetria” que amparou toda a produção cromática mundial (SILVEIRA, 2015).

Na história da Teoria da Cor estão registrados todos os esforços dos pesquisadores para entender e sistematizar a cor para obtenção de organização. Estes estudos especificam uma lógica na colocação de todas as cores e variam de acordo com os diferentes autores. Alguns modelos são círculos cromáticos divididos concêntrica e, outros, são triângulos que determinam pesos diferentes para as diferentes cores, a maioria dos autores desenvolveu sólidos tridimensionais como cones duplos ou esferas e até sólidos se movimentando sobre uma trajetória predeterminada. As primeiras ordenações eram bidimensionais, correspondendo a listas de cores, escalas lineares ou círculos cromáticos. Os modelos de

sistematização mais sofisticados surgiram com o desenvolvimento das ciências exatas no século XVII (SILVEIRA, 2015).

Em seus estudos, Newton percebeu que a forma circular proporcionava um sistema de representação percentual e cada cor com referência ao todo. A disposição das cores em forma circular de acordo com os percentuais de cada uma na composição da luz branca surge como o primeiro método de representação gráfica de uma grandeza de cores, onde a luz branca é o todo, a unidade referencial e as sete cores espectrais (matizes), as partes. Mas, a criação do sistema de medida de cores só aconteceu realmente com a descoberta de Newton sobre o comprimento de onda que caracterizava cada matiz, representado em grandeza matemática por milimícrons (nm) (PEDROSA, 2004).

Le Blon (1730) traria novos elementos para a medida das cores quando revelou que todas as cores estão contidas em apenas três: vermelho, azul e amarelo. E que a mistura das três cores produz o preto em oposição à luz branca, o que evidenciou o caráter diferencial dos estímulos cor-luz e cor-pigmento. Usando a mesma ideia de Newton, Moses Harris (1766) criou um círculo cromático impresso em vermelho, azul e amarelo, com dezoito cores produzidas pela mistura das três (PEDROSA, 1995).

Da representação gráfica em duas dimensões passou-se à busca de uma representação das cores em três dimensões, que só apareceu com grande valor representativo em 1772, construído pelo matemático Jean Henri Lambert. Com triângulos superpostos a distâncias regulares um do outro, que vão diminuindo de tamanho, Lambert compôs um sólido denominado pirâmide de Lambert. No triângulo-base, cada ângulo foi pintado com uma das cores primárias (vermelho, azul e amarelo), apresentando nos lados as cores secundárias. Internamente, logo após as secundárias, surgem as cores terciárias que se misturam e escurecem até atingir o preto no centro. À medida que os triângulos diminuem de tamanho, perdem a coloração por dessaturação, até chegar ao ápice, que é o branco (PEDROSA, 1995).

Philipp Otto Runge (1777-1810) criou um sólido em forma esférica, com os tons puros num círculo equatorial: o branco no pólo superior e o preto no inferior. As cores dessaturavam-se para cima, numa escala gradual até atingir o branco e, no sentido inverso, até o preto no pólo oposto. Esta foi a primeira representação correta

das cores, tal como havia descrito por Leonardo da Vinci, além de ser as primeiras experiências tridimensionais (PEDROSA, 1995).

Após o trabalho de Runge, apareceram os sólidos como o de Chevreul que construiu um catálogo de vinte mil tons classificados teoricamente, desde as cores saturadas e suas misturas até o branco por degradação e o preto por rebaixamento, seu sólido teve a forma de um hemisfério.

A crescente concorrência nas indústrias e comercialização de corantes exigia maneiras classificatórias e designativas mais precisas, que pudessem universalizar-se com a mesma amplitude do comércio. Surgiram, então, inúmeros sistemas de referência e padronização de cores, como o sistema DIN muito utilizado na Alemanha; o Sistema do British Color Council; o de Syreeni, na Finlândia; Pêtre (Octochrome), na Bélgica; Marnier Lapostolle, na França; Perry Martin, na Suécia, dentre outros. Mas, o diagrama tricromático adotado pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE) foi a representação que marcou como o símbolo da moderna representação das cores (PEDROSA, 1995). No sistema CIE as funções de equilíbrio cromático foram definidas pelos comprimentos de onda: 700 nm para o vermelho, 546,1 nm para o verde e 435,8 para o azul. Com este sistema foi possível uma interação entre indústrias químicas da cor de diferentes culturas (SILVEIRA, 2015).

A descoberta fundamental de Newton, de que a luz branca podia ser decomposta por um prisma numa faixa contínua de cores variadas, que permitiu ao físico o título de fundador da ciência da cor. Os pintores e tintureiros, então, fizeram a descoberta de que de três cores fundamentais todos os tons intermediários podiam ser produzidos e, assim, desenvolveram uma doutrina prática de três cores que foi posteriormente adotada pelos físicos. Logo passaram a ser utilizados recursos da Química por conta da produção dos corantes artificiais. O lado fisiológico da cor foi explorado e cultivado pela Fisiologia, ajudado pelo congresso de Oftalmologia. E, por fim, como a cor também é uma sensação, incluiu-se a cor na Psicologia moderna.

O químico alemão Ostwald, no início da década de XX, criou um sistema de mostragem conhecido como sólido das cores, para a maior precisão na determinação de uma cor. Este sólido é constituído por triângulos equiláteros unidos pela base em torno de um eixo, as cores são colocadas de maneira que suas

complementares fiquem diametralmente opostas. O vértice horizontal corresponde ao grau de maior pureza da cor (saturação). A cor, dividida em oito estágios, degrada-se progressivamente até atingir o branco do vértice superior e o preto no inferior.

Em 1989, Frans Gerritsen trabalha com cores opostas, tentando adequá-las ao espaço cromático. Em seu modelo ele trabalha com uma variação de luminosidade colocada no eixo vertical branco-preto, como a variável de valor de Munsell. Gerritsen dividiu seu modelo em ondas curtas e longas, dentro de uma escala de comprimento de onda, colocando o azul na zona de onda curta, segue com o verde, o amarelo e chega à zona de onda larga com o vermelho, criando o primeiro par de cores opostas. Extrapolando o triângulo, Gerritsen segue para um círculo cromático. Quando colocou o eixo da luminosidade branco-preto, 20 níveis de cinzas apareceram formando o sólido (SILVEIRA, 2015).

Tanto bi como tridimensional, a maioria dos modelos criados pelos estudiosos da cor, apresentam pontos-chaves onde se colocam as cores primárias ou principais em relação às secundárias ou intermediárias (SILVEIRA, 2015).

O método de Munsell criado para a padronização das cores-pigmento foi o que obteve maior sucesso. Em 1942 a *American Standards Association* (Associação Americana de Normas) recomendou-o como padrão de aferição cromática, sendo utilizado até os dias de hoje em vários países. Logo apareceria a primeira edição do Atlas do Sistema de Cores Munsell, também denominado como Árvore de Munsell (PEDROSA, 1995). Este Atlas é um sólido tridimensional irregular, formado pelas variáveis de análise de cada cor (matiz, valor e croma). Munsell adotou a concepção de Helmholtz sobre as três características fundamentais da cor. Para Munsell, matiz é a característica que diferencia uma cor da outra: o azul do amarelo, o azul do vermelho, etc. O valor é o grau de claridade ou de obscuridade contido numa cor, e o croma é a qualidade de saturação de cada cor que indica seu grau de pureza (SILVEIRA, 2015). Na representação tridimensional do seu sistema de coordenadas cilíndricas, Munsell desenvolveu uma escala de valores neutros como eixo vertical (PEDROSA, 1995).

Munsell prosseguiu seus estudos na construção de seu sólido. Após a disposição dos matizes saturados em um círculo, onde colocou cinco matizes centrais, os cinco matizes de mais alto croma (amarelo - Y, verde - G, púrpura - P,

vermelho – R, e azul – B) em círculos de distâncias iguais. E a mistura dos matizes principais resultou em outros matizes intermediários.

Crescendo com a colocação de inúmeros matizes e para que seu sólido fosse controlado, Munsell idealizou uma escala de um a dez entre cada matiz principal e intermediária, sendo a variável de valor a luminosidade ou o brilho da cor, assim formalizando uma escala de cinzas que vai do branco (dez) ao preto (zero), definindo um caminho cromático entre uma cor saturada e a mesma cor apagada ou sem saturação (SILVEIRA, 2015).

A representação tridimensional de Munsell foi utilizada nesta pesquisa para se pensar na cor de forma tridimensional para, assim, se idealizar um sistema de código para a cor em relevo.

#### 2.10.5 A Cor como um Elemento de Comunicação

O colorido exerce extraordinário efeito nas sociedades, vide seu papel secular de comunicar e transmitir mensagens. Sendo assim, é principalmente através da cor que o homem identifica o universo ao seu redor e é por esse motivo que a mesma é alvo constante de estudos e levantamentos (SOUZA, 2014).

Segundo Neto et al. (2011), a cor é um elemento integrante da linguagem visual, e por isso, é um dos diversos códigos da comunicação humana. O grande número de conceitos envolvendo as cores, com repertórios e alinhamentos próprios, cria linguagens e termos específicos para cada área, desde a medicina às artes.

Para estes pesquisadores (NETO et al., 2011), a informação cromática é interpretada quando recebida pela visão, e os comportamentos do aparelho óptico e do cérebro decodificam e determinam os aspectos da cor no processo. O olho humano percebe as variações eletromagnéticas como cores diversas, mas é um fenômeno que varia com o ambiente, com as condições de luz e com a percepção do receptor. Outra variante na percepção da cor é a experiência pessoal, cuja informação armazenada associa a um significado subjetivo, e, portanto, individual. Ou seja, o fenômeno cromático possui um papel de informação cultural, carregado de simbolismo. Portanto, o impacto que a cor determina não é arbitrário em si e deve ser planejando, visto que a cor impressiona, expressa e significa. Ou seja, enquanto mensagem, a cor é um instrumento eficaz de comunicação.

A cor é um dos elementos informacionais e personalizadores mais importantes de um sistema de identificação, tanto no sentido físico como simbólico. No físico, para detectar atributos como visibilidade, harmonia e contraste; no simbólico, seus aspectos semânticos são carregados de significados (JORGE, 2009). Também Silveira (2015), enfatiza que não se vê a cor isoladamente, mas sim ligada a objetos. Os objetos trazem uma história de construção de significados, que por sua vez, ficam atrelados às suas cores.

Para Silva (2006), a realização das necessidades estéticas e cognitivas dependem de uma correta e perfeita identificação do Ser humano com o sistema ambiental dos objetos, dentro de um processo comunicacional. Segundo este autor, a cor é a verdadeira razão para uma nova forma de interação e de integração entre os seres e deles com o mundo.

## 2.11 CÓDIGOS DE COR

Com o intuito de comunicar as cores para o público cego, com baixa visão ou daltônico, alguns pesquisadores se dedicaram a estudar o tema e a desenvolver meios para tornar isto possível. Pois, embora o Braille seja o sistema de linguagem mais empregado por este público, a escrita Braille ocupa um espaço muito grande (cada página da escrita em tinta corresponde a aproximadamente três páginas em Braille), além do fato de sua impressão ser mais onerosa, a necessidade do público com deficiência visual ter acesso à cor ainda é uma carência a ser suprida. Desta forma, as novas tecnologias e o Braille devem constituir-se numa parceria harmoniosa (ABREU, 2018).

Assim, a partir de bases de dados como SciELO, Science Direct, Periódicos Nacionais e Internacionais e em *websites* foram identificados 6 modelos de códigos cromáticos táteis voltados para deficientes visuais desenvolvidos por pesquisadores, tais como Gagne Todd (2006); Miguel Neiva Santos (2008); Constance Bonilla Monroy (2012); Filipa Nogueira Pires (2011); Ramsamy-Iranah (2016); Sagawa; Okudera; Ashizawa (2019), descritos a seguir.

### 2.11.1 Sistema Gagne Todd

O sistema de cores criado por Gagne Todd refere-se a um sistema e modo de identificação de cores. Em particular, a invenção é um sistema de identificação de cores para auxiliar indivíduos daltônicos a distinguir e decifrar cores. Este sistema recebeu o benefício do Pedido de Patente Provisional dos Estados Unidos Ser. 60 / 647.797, apresentado em 31 de Janeiro de 2005 (TODD, 2006).

Segundo Todd (2006), a cor é uma parte onipresente da vida sendo usada para distinguir, destacar e identificar objetos. A cor é frequentemente utilizada em *Websites*, em mapas e no controle e direcionamento de tráfego. Para sobreviver em nossa sociedade multi-colorida, os indivíduos daltônicos devem encontrar uma maneira de compensar sua incapacidade de ver as cores. Pois tarefas simples, como selecionar, comprar e combinar roupas, são difíceis para os daltônicos. Para coordenar e selecionar roupas, muitos indivíduos daltônicos buscam ajuda em indivíduos que enxergam as cores. Um problema semelhante pode surgir na seleção de móveis, para combinar com a cor das paredes ou dos tapetes. Certas combinações de cores são consideradas esteticamente incongruentes ou extravagantes, e podem expor o indivíduo daltônico ao ridículo e à humilhação.

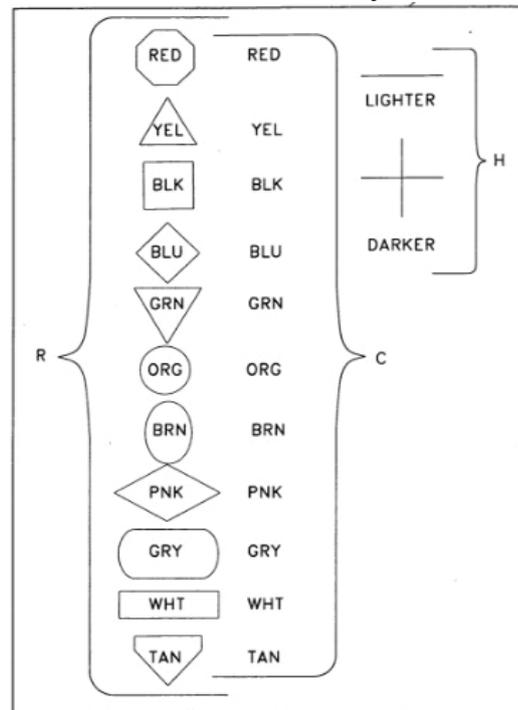
O daltonismo também pode ser uma desvantagem na realização de tarefas diárias e pode limitar as escolhas de trabalho. Por exemplo, os fios elétricos são codificados por cores e exigem leituras de cores precisas. Assim, um sistema de identificação de cores para ajudar os indivíduos daltônicos a identificar cores, e também a escolher combinações de cores esteticamente agradáveis, é desejado (TODD, 2006).

O sistema de código de Gagne Todd é monocromático e associa uma cor a um símbolo de referência. Cada cor do espectro de cores é associada a símbolos (formas) de referência (letras). Segundo Todd (2006), estes símbolos de referência podem ser usados em produtos, como roupas, *websites*, sinais de trânsito, etc. Ao utilizar o sistema de identificação de cor em roupas, uma marca ou rótulo é anexado a uma peça de roupa que indica o símbolo de referência correspondente à cor do primeiro artigo e um quadro que lista das combinações de coordenação de cores para artigos relacionados a roupas e acessórios. Cada um dos itens listados no quadro é coordenado com o primeiro artigo de vestuário e, também, é identificado

por seu próprio símbolo de referência. O símbolo de referência também pode ser usado para coordenar cores de mobiliário da casa, tais como tapetes, móveis, cortinas, etc., e para identificar os produtos que carregam sistemas de identificação de cores, como fios elétricos (TODD, 2006).

Este sistema de identificação da cor compreende um quadro de símbolos de referência (FIGURA 5), cada um dos símbolos identifica exclusivamente uma cor e uma etiqueta que é adaptada para o uso em produtos.

FIGURA 5 - SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE CORES GAGNE TODD



FONTE: Todd (2006).

Os símbolos de referência da etiqueta de rolameto que definem um símbolo de referência do produto e que, também, identifica a cor do produto. Ou seja, o símbolo selecionado a partir do grupo que consiste de uma imagem gráfica, um ícone e uma forma geométrica, nomenclaturam as cores identificadas pelos referidos símbolos de referência, assim como a identificação de cor em etiquetas com um par de sinais para indicar tonalidades mais claras e mais escuras das cores. Este sistema estabelece um gráfico para associar a cor a um símbolo de referência correspondente; serve para rotular cada um dos produtos com um gráfico que compreende símbolos para os produtos relacionados à mesma família de produtos (TODD, 2006).

Porém, segundo a análise de Santos (2008), este código apresenta características de interpretação difíceis. Os símbolos foram construídos a partir de formas geométricas sem quaisquer associações diretas com a cor a que diz respeito, a não ser no caso do vermelho (hexágono, associado ao sinal de *STOP*), o que implica na memorização de todo o código. Já, quanto às letras escolhidas para as referências, sempre três letras, estão diretamente associadas à designação da cor em língua inglesa, dificultando a sua leitura por pessoas com outros idiomas. Outro fator importante é que este sistema de combinações de cores limita as escolhas ou pode induzir o indivíduo a optar por determinadas conjunções de cor. Este sistema é, também, limitado no que tange a extensa paleta de cores utilizada no vestuário atual e as possíveis combinações, não oferecendo aos potenciais consumidores uma simbologia que facilite a sua assimilação e interpretação universal, como convém ao mercado mundial do setor do vestuário (SANTOS, 2008).

Sobre o Sistema de Identificação de Cores Gagne Todd não foi encontrado qualquer explicação mais detalhada sobre a criação deste sistema, nem mesmo se ocorreu pesquisa científica que validasse o referido sistema.

### 2.11.2 Sistema Constanz

O Sistema Constanz é uma fórmula criada por Constance Bonilla Monroy no ano de 2004, que transforma a cor em uma ferramenta para uma melhor integração dos cegos à arte através de uma linguagem de cores que inicia com a união de três linhas (MONROY, 2012).

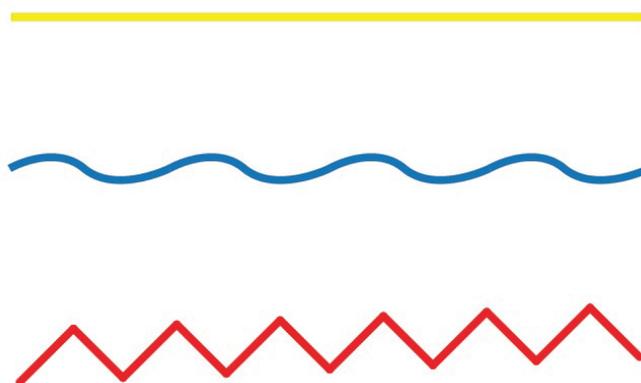
Constance Bonilla Monroy é uma Artista Plástica colombiana que, após a perda da visão sofrida por sua avó materna que padecia de diabetes, e sabendo que sua avó não poderia mais jogar o popular jogo de tabuleiro *Parchis*, seu hobby que a fazia feliz, começou a se fazer perguntas sobre como poderia representar cores no tabuleiro de *Parchis* de modo que sua avó pudesse percebê-las, assim criou representações de linhas em relevo.

Para Monroy (2012), a cor é um conceito abstrato, que, por meio do Sistema Constanz, pode ser transformado em algo tangível. O Sistema de Constanz (título do livro da autora) é uma ferramenta manipulável visual e tátil que permite ser produzido com materiais diversos, com o objetivo de permitir as pessoas cegas e/ou

deficientes visuais o contato direto com a cor, para que elas possam, por conta própria, sem a necessária ajuda de um agente externo, verificar a cor, proporcionando independência.

Monroy (2012) começou representando as cores primárias: azul, amarelo e vermelho, cada cor com uma apresentação linear diferente (FIGURA 6). O critério de escolha do formato das linhas foi determinado pelas formas da natureza; usando a linha reta para relacionar com os raios do sol e assim representar a cor amarela, a linha ondulada referente ao movimento das ondas do mar para a cor azul, e a linha quebrada para o vermelho, insinuando o movimento irregular do fogo.

FIGURA 6 - TRÊS LINHAS BASE DO SISTEMA CONSTANZ



FONTE: Monroy (2010).

Porém, este sistema não é somente destinado a pessoas com baixa visão ou que ficaram cegas tardiamente, mas também contempla as pessoas cegas de nascença, ou seja, cegas congênitas, pois a autora acrescentou ao estudo a percepção desses três elementos através do contato: do sol, da água e do fogo. A autora recomenda a utilização de melodias e sons que se referem a esses elementos, de modo que permita de uma maneira lúdica as crianças cegas de nascença ter noção de cor através de sensações e sons e, assim, possam desfrutar das cores semelhantes às crianças com baixa visão ou cegas, mas que já tiveram visão em algum momento da vida.

Por exemplo, o amarelo é representado de forma linear tendo relação à forma aos raios projetados do sol. O sol em contato com a pele proporciona a percepção de calor, o que fortalece e permite que a criança associe a sensação de calor com cores quentes. E, como a representação auditiva dessa cor é associada com uma melodia suave e uniforme, sem grandes variações no tom e volume,

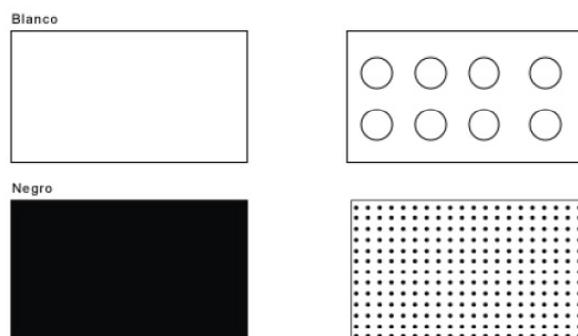
definindo, assim, a linha reta, que representa o amarelo, que não muda de forma em qualquer ponto do seu percurso, ajudando a compressão do amarelo por crianças cegas ou com baixa visão.

O azul é associado com as cores da água ou do gelo. Assim, o contato da criança com o movimento das ondas, ou as mãos com passagem de água entre os dedos, juntamente com uma melodia que se refere à intensidade das ondas do mar no subir e descer, da onda quando se aproxima e afasta, é útil para a compreensão da criança. Assim, com a linha ondulada, a autora considera a mudança de forma suave e gradual durante seu caminho para cima e para baixo.

A cor vermelha, que é também uma cor quente, mas com maior intensidade do que o amarelo está associado com o fogo, porque queima em contato com a pele e suas chamas no movimento de subir e descer, de modo que eles estão associados com uma linha em zigue-zague. Completando com sons de fogo ao queimar, permite uma melhor compreensão da cor. A linha em zigue-zague compreende uma linha ao longo do seu percurso que é dividido em ângulos.

Os outros dois símbolos que compõem este sistema são um ponto em alto relevo para representar a cor preta e um círculo em alto relevo para representar o alvo (FIGURA 7). Esta designação resulta da análise feita por Monroy (2012) em uma corda, onde um nódulo, sem fechá-lo completamente, permite a entrada de luz associado ao branco, e a experiência do puxar ambas as extremidades da corda, a obtenção de uma redução do círculo, o que não permite a entrada de luz associou ao preto. Assim, para representar o branco e o preto é utilizada a associação simples de uma abertura circular, que quanto maior for a abertura, maior a quantidade de luz que entra e, quanto menor a abertura, menor a quantidade de luz que entra, desta forma associando-se ao preto. Esta graduação é feita numa escala de quatro variações, sendo o grau zero o ponto mais escuro e menor. Uma vez associado a outras cores, a cor em questão terá maior ou menor número de pontos ou círculos de acordo com sua programação.

FIGURA 7 – REPRESENTAÇÃO DO BRANCO E PRETO



FONTE: Monroy (2010).

As cores laranja, verde, lilás e marrom são obtidas através da mistura das cores primárias, ou seja, para as cores secundárias e graduações cromáticas é utilizada a integração direta das três linhas básicas do código (FIGURA 8).

FIGURA 8 - TABELA DE TONALIDADES – GRADUAÇÕES CROMÁTICAS

|      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      | —     | ~     | ^     | ~     | ~     | ~     | ~     | ○     | •     |
| ○    | —○    | ~○    | ^○    | ~○    | ~○    | ~○    | ~○    |       | •○    |
| ○○   | —○○   | ~○○   | ^○○   | ~○○   | ~○○   | ~○○   | ~○○   |       | •○○   |
| ○○○  | —○○○  | ~○○○  | ^○○○  | ~○○○  | ~○○○  | ~○○○  | ~○○○  |       | •○○○  |
| ○○○○ | —○○○○ | ~○○○○ | ^○○○○ | ~○○○○ | ~○○○○ | ~○○○○ | ~○○○○ |       | •○○○○ |
| •    | —•    | ~•    | ^•    | ~•    | ~•    | ~•    | ~•    | ○•    |       |
| ••   | —••   | ~••   | ^••   | ~••   | ~••   | ~••   | ~••   | ○••   |       |
| •••  | —•••  | ~•••  | ^•••  | ~•••  | ~•••  | ~•••  | ~•••  | ○•••  |       |
| •••• | —•••• | ~•••• | ^•••• | ~•••• | ~•••• | ~•••• | ~•••• | ○•••• |       |

FONTE: Monroy (2010).

Este sistema de código é aplicado em obras de arte e em jogos didáticos para as crianças conhecerem e reconhecerem as cores (FIGURA 9).

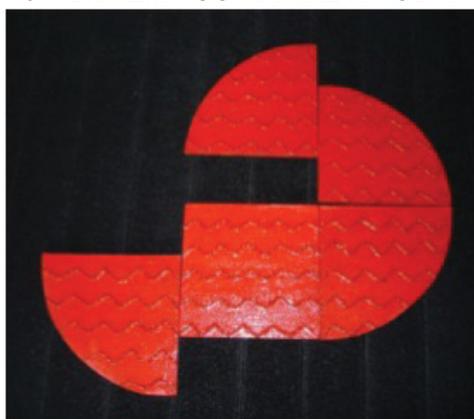
FIGURA 9 – MATERIAL DIDÁTICO SISTEMA CONSTANZ



FONTE: Monroy (2010).

Para Pires (2011), o Sistema Constanz possibilita às crianças com deficiência visual e cegueira aprender as cores, sendo capazes de reconhecê-las, enriquecendo a sua vida cotidiana, facilitando uma maior autonomia na sociedade em que está inserida. Segundo esta pesquisadora, o Sistema Constanz permite às pessoas com deficiência visual o acesso a representações artísticas sem o qual dificilmente poderiam conhecer (FIGURA 10), assim como proporciona às crianças uma interação com as cores associando-as a objetos e animais. Entretanto, devido à morfologia das formas utilizadas na composição deste código, torna-se impossível de representá-lo em escala reduzida, uma vez que as mesmas não seriam perceptíveis pelo tato, dificultando a identificação da forma e cor corretas.

FIGURA 10 – SISTEMA CONSTANZ NA OBRA DE ARTE



FONTE: Monroy (2012).

O Sistema Constanz está protegido dentro da Propriedade Intelectual como obra Artística, Literária e Científica. Certificado de registro em Barcelona – Espanha como obra artística nº 02/2003/2758 e como obra literária e científica nº 02/2005/695, registro válido para os países Europeus. Certificado de registro em Bogotá – Colombia como obra literária nº 2-2004-3845, e como obra artística nº 2-2004-3887, válido para todos os outros países latino-americanos (MONROY, 2010).

Na literatura não foram encontrados dados que demonstrassem qualquer estudo científico ou testes para validar o Sistema Constanz. Segundo Lakatos e Marconi (2006), o conhecimento científico tem sua veracidade conhecida através de experiência e não apenas pela razão, como ocorre no conhecimento filosófico. É sistemático, pois se trata de um saber ordenado formado de um sistema de ideias (teoria); possui características de verificabilidade, de modo que as afirmações (hipóteses) que não podem ser comprovadas não pertencem ao âmbito da ciência, como no caso do Sistema Constanz.

### 2.11.3 Sistema ColorADD

Santos (2008) desenvolveu um sistema de código com o intuito de ajudar as pessoas com daltonismo a entender ou interpretar uma nova linguagem que identifique corretamente as cores com a mesma facilidade com que se interpretam outros códigos assimilados universalmente, como é o caso dos sinais de trânsito, códigos de navegação marítima, sinais terra-ar, e até mesmo os símbolos de cuidados de manutenção de tecidos. O ColorADD foi desenvolvido para ser um sistema universal de identificação de cores através de códigos.

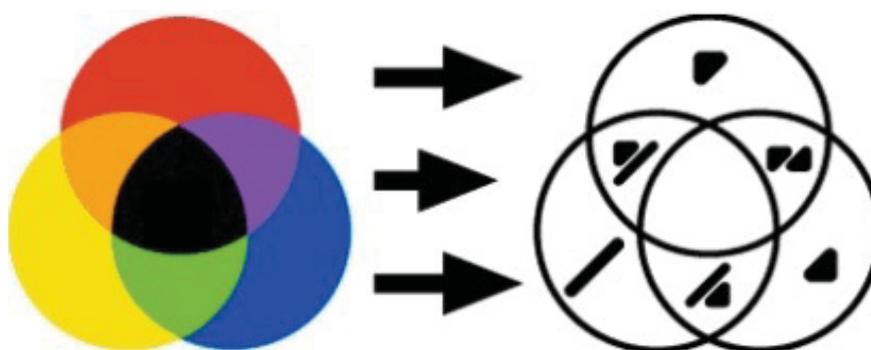
O daltonismo é uma disfunção que se manifesta com diferentes variações no modo como o indivíduo percebe as cores. Os indivíduos daltônicos apresentam diversos graus de dificuldade na diferenciação da cor, no que pode prejudicar na adaptação e interação ao meio. Observa-se que estes indivíduos acabam desenvolvendo processos ou táticas que lhes permitam ultrapassar o problema ou até mesmo escondê-lo de terceiros (SANTOS, 2008).

Segundo o autor (SANTOS, 2008), o projeto ColorADD foi desenvolvido como ferramenta que procura garantir a plena integração de um público daltônico, sendo que cerca de 10% da população masculina mundial é afetada pelo daltonismo.

Estima-se que 350 milhões de indivíduos (cerca 10% da população masculina mundial e 0,5% da população feminina) sejam daltônicos (SANTOS, 2008).

A proposta do sistema ColorADD é ser de fácil codificação e decodificação para qualquer origem nacional, cultural e social dos emissores e dos receptores, tendo como origem o conceito de pigmento de cor indivisível, as cores primárias e o seu desdobramento nas cores secundárias, pois, segundo o autor a cor é fator determinante na comunicação e na aprendizagem. Este sistema foi, também, pensado para sensibilizar e conscientizar a comunidade para a questão do daltonismo, pois, se trata de um constrangimento que não é visível aos “olhos dos outros” e, por isso, é muitas vezes ocultado pelos próprios daltônicos. Desta forma, o sistema ColorADD foi criado para integrar, mantendo a privacidade de quem dele necessita e sem custos para estes, sendo uma ferramenta capaz de “incluir sem discriminar” (SANTOS, 2008).

FIGURA 11 – COLORADD, REPRESENTAÇÃO DAS CORES USANDO FIGURAS GEOMÉTRICAS SIMPLES



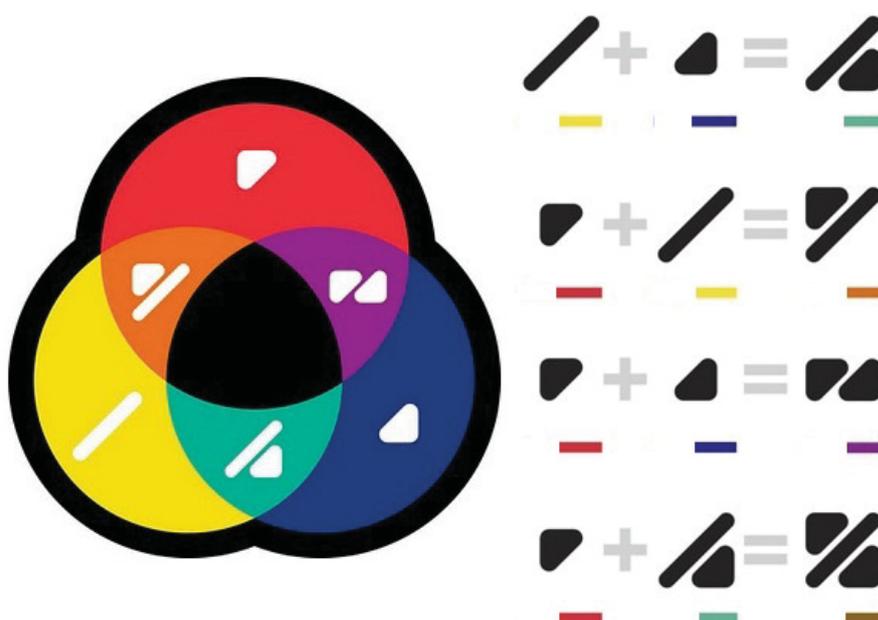
FONTE: Santos (2008).

Este sistema foi desenvolvido com base nas três cores primárias, fundamentado na cor-pigmento *RGB* (composta pela relação de três feixes de cor – *R*, *Red*; *G*, *Green* e *B*, *Blue*) (FIGURA 11) ao invés da cor-luz, pois o indivíduo com daltonismo não possui a visualização correta da cor-luz. As cores são representadas através de símbolos gráficos, baseados num processo de associação lógica que permite ao daltônico, através do conceito de adição das cores, relacionar os símbolos e facilmente identificar toda a paleta de cores. Assim, o Sistema ColorADD se apoia na cor pigmento, tendo as cores primárias como base de partida – o (cyan) azul, (magenta) vermelho e o amarelo e o seu consequente desdobramento para as

cores secundárias. O verde surge da combinação do azul e do amarelo; o laranja, pela combinação do amarelo e do vermelho; e o violeta, é a combinação do azul com o vermelho. A mistura das três cores primárias (pigmento) permite obter um tom escuro muito próximo do preto (SANTOS, 2008).

O código foi construído a partir de três formas graficamente simples e estilizadas para permitir a fácil e imediata apreensão do elemento gráfico, bem como uma maior facilidade de ser apresentada e produzida em dimensões reduzidas, como em etiquetas de vestuário. A cada forma primária do código está associada uma cor e das três formas/cores que representam o vermelho, o amarelo e o azul nasce e se desenvolve todo o código de cores que se baseiam no desdobramento destas três cores (FIGURA 12).

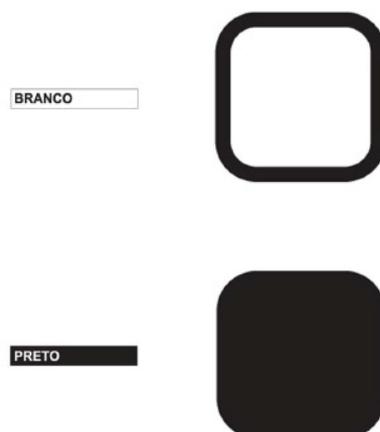
FIGURA 12 – SISTEMA DE CÓDIGO ColorADD



FONTE: Santos (2008).

O branco e o preto são representados por formas quadradas (branco – contorno quadrado; e preto – quadrado opaco) e servem, também, para orientar as cores para as tonalidades claras e escuras (FIGURA 13). A paleta desenvolvida considerou uma gama de cores predominantes do vestuário masculino, pelo fato do daltonismo afetar predominantemente os homens.

FIGURA 13 – SÍMBOLOS GRÁFICOS QUE REPRESENTAM O BRANCO E O PRETO



FONTE: Santos (2008).

Com base nas três cores primárias e nas suas formas gráficas, a paleta foi completada com as cores secundárias, e, acrescentando dois ícones que representam o branco e o preto, associados às cores primárias e secundárias, definem o claro e o escuro, foi construído uma paleta de cores abrangente e todos os desdobramentos das cores compostas e variações de tons. A representação dos tons de cinza (FIGURA 14), tons bastante utilizados no vestuário, é dividida em tonalidades de cinzas claros e escuros (SANTOS, 2008).

FIGURA 14 – SÍMBOLOS GRÁFICOS QUE REPRESENTAM AS TONALIDADES DE CINZAS



FONTE: Santos (2008).

Foram criados ícones específicos para o dourado e o prata, por serem cores com importância na moda e bastante utilizados no vestuário. Estas cores são representadas pela conjunção dos símbolos do amarelo torrado e o elemento que representa o brilhante para definir o dourado e o cinza claro, relacionado com o mesmo elemento que representa o brilhante, para identificar o prateado.

Este código foi desenvolvido para a aplicação em etiquetas, tanto penduradas nas peças do vestuário ou integradas nas próprias peças, a exemplo das etiquetas de informação sobre a manutenção e tratamento das roupas, que podem ser impressas em etiquetas de papel, cartão, bem como etiquetas tecidas ou estampadas.

O Sistema ColorADD foi implantado em escolas de Portugal, ensinado às crianças desde os primeiros anos, como uma ferramenta à serviço do aprendizado, materializado pelo protocolo assinado com o Ministério da Educação e Ciência de Portugal. É na escola que a população daltônica vive os primeiros constrangimentos de exclusão e falta de acessibilidade.

Este sistema de código desenvolvido por Santos (2008) presta grande apoio às pessoas que sofrem de daltonismo no reconhecimento das cores, contudo este código não se aplica a pessoas com outras deficiências visuais, como a cegueira, uma vez que o Sistema ColorADD necessita sempre de uma referência por escrito junto do símbolo para que se compreenda a posição correta do mesmo. Além de que as formas utilizadas na criação deste código não são formas simples, podendo ser mais demorado o processo de aprendizado do código, portanto, não sendo totalmente eficiente, inclusivo e universal (PIRES, 2011).

Santos (2008) utilizou-se de pesquisa exploratória a especialistas e a pessoas daltônicas para obter informações quanto as consequências e problemas enfrentados pelo indivíduo daltônico. Para tanto, recolheu informações através entrevistas com 2 médicos especialistas em oftalmologia e aplicou questionário a um grupo de indivíduos daltônicos para aumentar a compreensão do impacto da deficiência na vida quotidiana daqueles que são afetados pela deficiência. No questionário continham perguntas objetivando identificar a relação dos inquiridos com o daltonismo; conhecer as dificuldades que confrontam devido à deficiente interpretação das cores; o impacto que o daltonismo tem ao nível da sua integração social; limitações sentidas na escolha de produtos; dependência de terceiros; estruturação dos pressupostos a aplicar à criação do código; desenvolvimento conceitual e gráfico; simulação a integração do código em diversos suportes físicos, como etiquetas de vestuário.

Assim, Santos (2008) identificou 146 indivíduos daltônicos de diferentes faixas etárias residentes em Portugal, enviando questionários a todos. Apenas 77 destes

indivíduos responderam ao questionário e, após análise das respostas, somente 41 questionários foram validados.

Segundo as respostas ao questionário de Santos (2008), a maior parte dos indivíduos daltônicos questionados (58,5%) afirmou ter grande dificuldade em identificar corretamente as cores, só conseguindo identificar algumas cores e em algumas circunstâncias, tais como: na falta de luz, no excesso de reflexos e na própria proximidade com outras cores.

A grande maioria dos indivíduos questionados diz fazer tentativas sistemáticas para identificar a cor. Uma percentagem significativa (22,0%) assumiu que não consegue fazer a identificação correta da cor em nenhuma circunstância.

Apesar da dificuldade de identificar a cor dos objetos, 51,3% respondeu não haver criado qualquer tipo de código ou processo para identificar corretamente as cores; 46,3% declararam que desenvolveram processos para identificar as cores; 63,3% adotaram método de comparação entre cores e da memorização para tentar distinguir as cores; 15,7% usam o brilho refletido para identificar as cores; 10,5% assumiram recorrer à ajuda de terceiros para identificar as cores.

Quanto ao convívio social, 75% dos pesquisados assumem já ter vivido situações embaraçosas pelo fato de ser daltônico. As situações críticas foram de natureza profissional (33,3%), a escolha de roupa (26,6%), interações sociais (20,0%) ou relacionadas com tarefas específicas de identificação da cor (20,0%). Os indivíduos daltônicos questionados responderam que a curiosidade por parte das pessoas de visão normal em saber como o daltônico vê uma determinada cor gera, por vezes, situações as quais o indivíduo daltônico não consegue “escapar” em conversas que fluem numa toada de perguntas e respostas desconfortáveis para a pessoa daltônica.

Quanto à dificuldade na escolha do vestuário no quotidiano, 87,7% assume grande dificuldade na aquisição e escolha diária, especialmente na identificação e conjugação das cores. Uma grande maioria (90,2%) assume ser dependente de terceiros, como familiares e amigos; dos indivíduos que não dispõe de familiares e amigos a quem recorrer (18,9%) solicita a ajuda do pessoal de atendimento do ponto de venda no ato de compra do vestuário, porém não se expõe de um modo assumido como daltônicos. E, 9,8% dos questionados, afirmam que recorrem a

explicações dissimuladas para obter os esclarecimentos de que precisam sobre a identificação correta da cor.

Pelo descrito por Santos (2008) em sua dissertação, durante o desenvolvimento do estudo não houve a aplicação de testes ou experimentos com os usuários para a validação do Sistema de Identificação de Cor para Daltônicos – ColorADD. Segundo o autor (SANTOS, 2008), os testes aconteceriam nas condições reais de mercado do vestuário, com o aceite de uma marca de vestuário masculino que colocaria o Sistema ColorADD diretamente no mercado para confirmar a sua adequação e permitir a detecção de melhoramentos possíveis no sistema. Neste caso, não foi encontrado nenhum resultado posterior sobre este sistema de código.

#### 2.11.4 Código FO•CO

Segundo Pires (2011), a proposta foi desenvolver um código onde a cor seria associada a formas geométricas simples, com a pretensão de potencializar a autonomia de todas as pessoas com deficiência visual, através do reconhecimento das cores presentes em tantos objetos de uso diário.

Este sistema de código foi denominado de FO•CO, por ser um código de cor/forma, criado para auxiliar os deficientes visuais no reconhecimento das cores, podendo ter inúmeras aplicações e, conseqüentemente, propiciando autonomia a estas pessoas. Com o objetivo de ser universal e de fácil memorização; ser facilmente reconhecível, independentemente das suas dimensões; apresentar-se sempre em alto relevo, por ser mais fácil ao reconhecimento tátil; ter um funcionamento lógico de acordo com a associação das cores na Síntese Aditiva das Cores, para dar uma contribuição efetiva à sociedade, mais especificamente ao legado lúdico das crianças com deficiência visual, pois se encontrou muitas carências do mercado neste nicho (PIRES, 2011).

Os testes de usabilidade foram feitos em 2 grupos de 9 participantes cada. Em um dos grupos participaram 9 voluntários com deficiência visual (grupo de amostra); no outro grupo participaram 9 voluntários sem qualquer tipo de deficiência (grupo de controle) com as mesmas condições visuais, obtido através do recurso de vendas nos olhos. As experiências e entrevistas foram feitas nas salas de aula. Todas as sessões começaram com uma apresentação do código construído em

madeira. Em seguida foram introduzidos os jogos de quebra-cabeça individualmente, seguidos por pares em simultâneo, aumentando a dificuldade da construção, com o objetivo de verificar se o participante identificaria a forma geométrica e a sua cor correspondente.

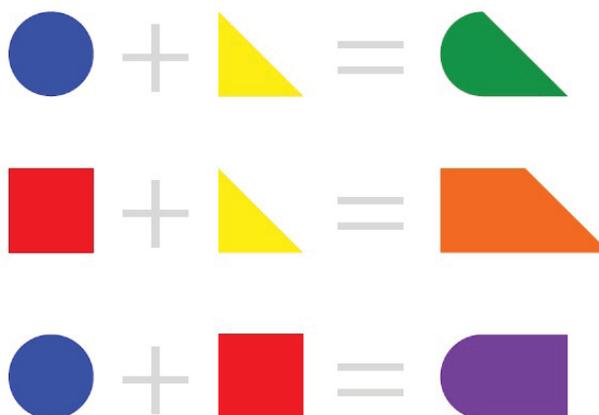
Segundo a autora (PIRES, 2011), o princípio deste código baseia-se na associação das formas geométricas puras: quadrado, triângulo e círculo — formas universais e do conhecimento de todos os indivíduos desde a infância, assim como as cores primárias, fonte da Síntese Aditiva da Cor (vermelho, amarelo e azul). Desta forma, para utilizar o código é necessário memorizar a associação destas três formas geométricas às cores (FIGURA 15), para que se consiga dominar todo o restante código.

FIGURA 15 - FORMAS GEOMÉTRICAS QUE REPRESENTAM AS TRÊS CORES-PIGMENTO PRIMÁRIAS



FONTE: Pires (2011).

FIGURA 16 - FORMAS GEOMÉTRICAS QUE REPRESENTAM A FORMAÇÃO DE CORES SECUNDÁRIAS



FONTE: Pires (2011).

Neste sistema de código, as cores secundárias, resultantes da fusão de duas cores primárias, são conseguidas através da aglutinação direta das respectivas formas primárias que estão na base da sua formação, fazendo do código um sistema

lógico. Desta forma, ao se associar o círculo (azul) ao triângulo (amarelo), tem-se uma forma composta que representa o verde. Ao unir o quadrado (vermelho) ao triângulo (amarelo), surge outra forma composta que identifica o laranja. Por fim, ao agregar o círculo (azul) ao quadrado (vermelho) nasce a forma composta associada ao lilás (FIGURA 16).

As cores terciárias resultam da combinação de duas cores secundárias, e são representados pela união de duas formas geométricas compostas (FIGURA 17).

FIGURA 17 - FORMAS GEOMÉTRICAS QUE REPRESENTAM A FORMAÇÃO DE COR TERCIÁRIA



FONTE: Pires (2011).

Os tons acromáticos, preto, branco e cinza, não são representados por formas geométricas, por terem características diferentes, mas sim pela representação de linhas com espessura suficiente para o reconhecimento tátil. Identificando-se o preto com três linhas, o cinza com duas e o branco com apenas uma linha (FIGURA 18) (PIRES, 2011).

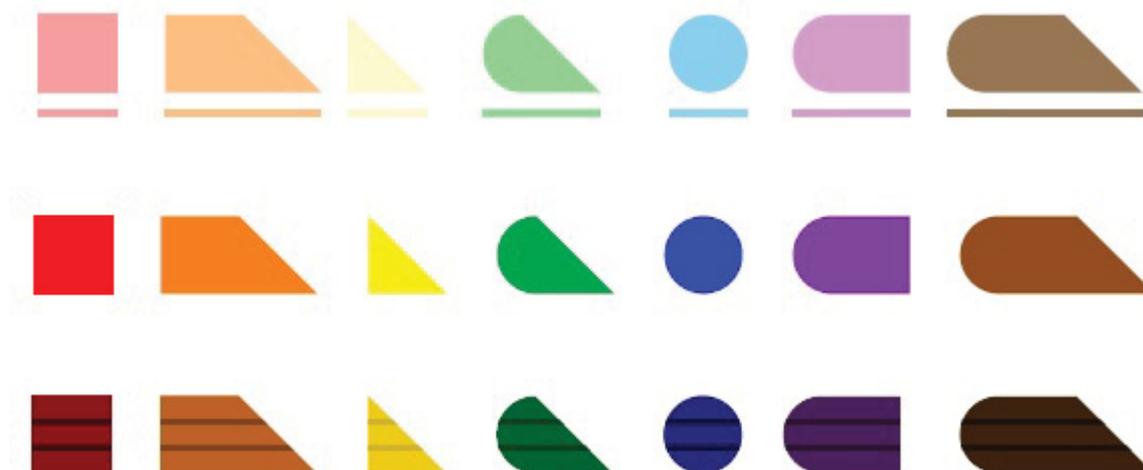
FIGURA 18 - REPRESENTAÇÃO ACROMÁTICA DO PRETO, CINZA E BRANCO



FONTE: Pires (2011).

Novas formas geométricas foram criadas para atender aos tons de cores claros e escuros (FIGURA 19). Para as cores em tons claros foi recorrido às formas geométricas da cor base e à linha que representa a cor branca exterior à forma geométrica, pois que, quando aplicado o branco a uma cor, essa cor fica com uma tonalidade mais clara (FIGURA 20) (PIRES, 2011).

FIGURA 19 - PALETA COM A COMBINAÇÃO DE CORES



FONTE: Pires (2011).

FIGURA 20 - REPRESENTAÇÃO DA COR VERMELHA EM TOM CLARO



FONTE: Pires (2011).

O mesmo raciocínio foi utilizado para as cores de tons escuros. Três linhas em preto sobre as formas geométricas da cor base (FIGURA 21).

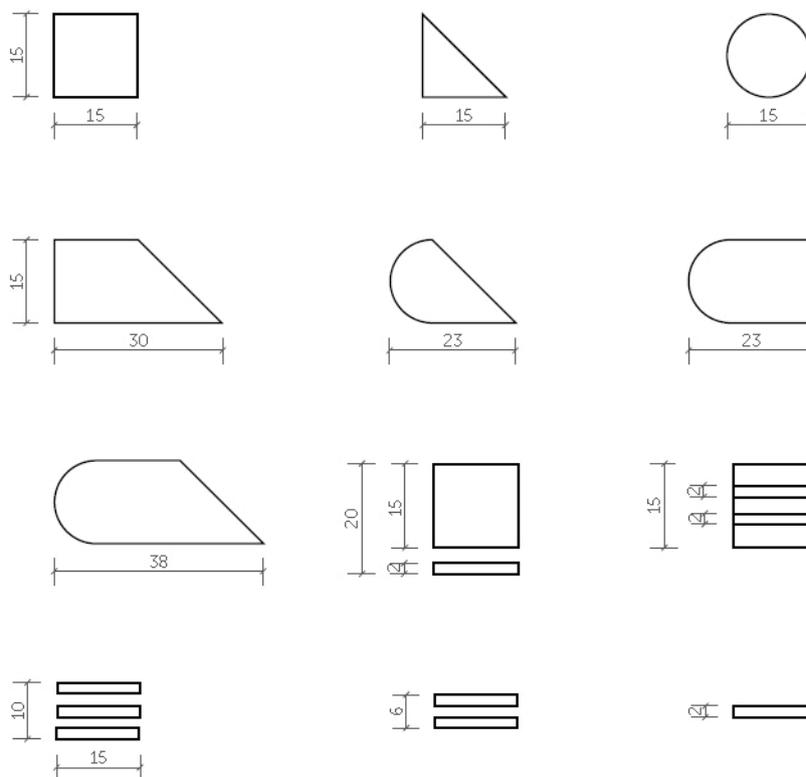
FIGURA 21 - REPRESENTAÇÃO DA COR VERMELHA EM TOM ESCURO



FONTE: Pires (2011).

Para a legibilidade e reconhecimento tátil do código foram estipulados tamanhos mínimos para a representação dos mesmos. Segundo Pires (2011), os testes mostraram a redução máxima possível das formas geométricas, sem prejudicar a leitura correta das mesmas, e medidas mínimas do código (FIGURA 22).

FIGURA 22 - TAMANHOS MÍNIMOS DO CÓDIGO,  
ESCALA 1:1 (UNIDADE MÉTRICA MM)



FONTE: Pires (2011).

O código FO•CO foi desenvolvido para ser utilizado em três aplicações diferentes: em produtos infantis como jogos de quebra-cabeça, em objetos ou serviços para outras faixas etárias, também em etiquetas de roupa (com código bordado sobre o tecido da etiqueta) e *topper* (acessório, produzidos em silicone) para ser colocado sobre os lápis e canetas para a identificação da cor. Por não poder ser reproduzido em dimensões menores, não é possível a aplicação direta sobre o lápis e caneta (PIRES, 2011).

Em sua pesquisa, Pires (2011) entrevistou sete crianças, sendo quatro cegos e três com baixa visão, do Primeiro Ciclo do Ensino Básico de uma escola de Portugal com idade entre oito a dez anos, para compreender e reconhecer seus hábitos e necessidades, assim como também aplicou questionário às Professoras.

Para os testes de usabilidade foram utilizados os códigos aplicados em quebra-cabeça, etiquetas de roupas e em *topper* para lápis e canetas. Foram recrutadas 18 crianças, 9 com deficiência visual (grupo de amostra), sendo 6 cegos e 3 crianças com baixa visão, e 9 sem qualquer tipo de deficiência utilizando vendas

nos olhos. Conforme a pesquisadora (PIRES, 2011), o experimento iniciava com a apresentação do código. Na dissertação não consta o tempo utilizado para a aprendizagem e memorização do código pelos participantes.

Segundo Pires (2011), todos os indivíduos com deficiência visual que participaram da pesquisa já tinham compreensão prévia das cores, o que refletiu nos resultados obtidos na associação das formas geométricas às mesmas. E a grande maioria conseguiu identificar as cores primárias através da forma, já com o grupo de pessoas com visão normal, apesar de todos compreenderem as cores primárias, o tempo de associação das cores às formas foi, na sua grande maioria, superior ao tempo verificado pelo primeiro grupo. Quanto à compreensão das cores secundárias, o número de falhas e o tempo despendido foram superiores nos 2 grupos.

De modo geral, pelos resultados informados pela pesquisadora (PIRES, 2011) conclui-se que o código FO•CO obteve boa receptividade. Outro dado relevante que esta pesquisa aponta é a aceitação e a necessidade de um código para cores por todos os indivíduos participantes do experimento, provando a importância do desenvolvimento de ferramentas do gênero para o público com deficiência visual.

#### 2.11.5 Sistema Ramsamy-Iranah

A pesquisadora Ramsamy-Iranah (2015) desenvolveu uma sequência de símbolos táteis para representar as cores para crianças e jovens com baixa visão e cegas, com a meta de criar uma opção para substituir o Sistema Braille através de uma linguagem simples e facilitada, uma vez que se baseia em um conjunto relativamente pequeno de símbolos para representar as principais cores, como o vermelho, o verde, o amarelo, o azul, dentre outros, além dos tons claros e escuros. Este código (QUADRO 1) foi construído com formas básicas, tais como círculos, quadrados, linhas retas, linhas curvas e pontos, para facilitar a compreensão tátil e suas interpretações. Em toda a investigação bibliográfica não foi encontrada sobre a criação dos elementos deste sistema e não se sabe como ocorreu as escolhas das formas ou se há alguma correlação com as cores.

QUADRO 1 - CONJUNTO DE QUATORZE SÍMBOLOS QUE CONSISTE EM NOVE CORES PRINCIPAIS E CINCO VARIAÇÕES TONAIS

| Símbolo   | Representação da cor | Símbolo  | Representação da cor |
|---|----------------------|--|----------------------|
|  | Vermelho             |   | Branco               |
|  | Azul                 |   | Preto                |
|  | Amarelo              |   | Azul celeste         |
|  | Verde                |   | Rosa claro           |
|  | Laranja              |   | Magenta              |
|  | Roxo                 |  | Verde maçã           |
|  | Marrom               |   | Cinza                |

FONTE: Adaptado de Ramsamy-Iranah (2015).

Na publicação deste estudo, Ramsamy-Iranah et al. (2016) explicaram que fizeram experimentos para comparar três técnicas e materiais diferentes para a aplicação dos símbolos criados por Ramsamy-Iranah (2015). Desta forma, estes símbolos foram produzidos em bordado em relevo sobre tecido, impressão em papel e fusora (técnica mais utilizada na produção de mapas e símbolos para deficientes visuais) (FIGURA 23), e impressão 3D. Assim, estes pesquisadores testaram a sensibilidade e a capacidade de percepção tátil dos indivíduos para os diferentes tipos de materiais como, também, a percepção quanto a textura o relevo dos símbolos, sua utilização em formas tridimensionais e a capacidade de memorização pelo toque (RAMSAMY-IRANAH et al., 2016).

FIGURA 23 - SÍMBOLOS IMPRESSOS PROCESSADOS NO PAPEL PARA RELEVO



FONTE: Ramsamy-Iranah et al. (2016).

Quanto ao processo de produção de símbolos bordados, foi empregado um sistema de *software* e uma máquina de costura computadorizada (FIGURA 24) (RAMSAMY-IRANAH et al., 2016). Foi utilizado o ponto em *zig-zag* para o

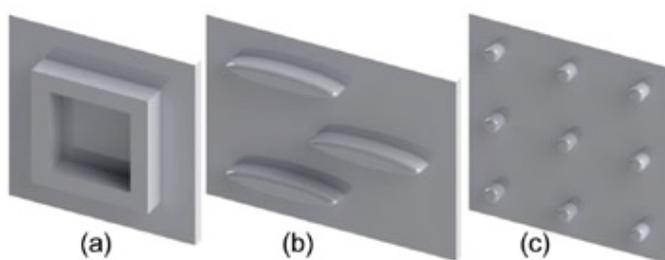
preenchimento das formas e para criar contornos ou efeitos de negrito vigoroso ao redor das formas (RAMSAMY-IRANAH et al., 2016).

FIGURA 24 - SÍMBOLOS BORDADOS E COM CONTORNO PARA DAR ÊNFASE À FORMA



FONTE: Ramsamy-Iranah et al. (2016).

FIGURA 25 - SÍMBOLOS DAS CORES AZUL (a), PÚRPURA (b) E AMARELO (c)



FONTE: Ramsamy-Iranah et al. (2016).

FIGURA 26 – CORES PRIMÁRIAS (a), CORES TERCÍARIAS E TONALIDADES DE CORES (b)



FONTE: Ramsamy-Iranah et al. (2016).

A impressão em 3D foi realizada pelo processo de Manufatura Aditiva – MA (processo por extrusão do material), para produzir os símbolos de cada cor individualmente (FIGURAS 25 e 26), a uma altura de camada de 2 mm a partir das

suas bases, para dar conta das distâncias de extrusão. Todos os contornos dos símbolos foram extrudados verticalmente e de forma linear (RAMSAMY-IRANAH et al., 2016).

Para aprender e memorizar o conjunto de símbolos, foram recrutados 27 voluntários com idades entre 6 e 20 anos. Dentre eles, 19 participantes com baixa visão e 8 participantes cegos, que foram treinados antecipadamente por 20 minutos diários durante um período de quatro semanas para reconhecer estes símbolos através do tato. Todos os participantes do teste foram convidados a reconhecer os símbolos nos três materiais. O tempo gasto no reconhecimento dos símbolos em cada material diferente entre eles, e foi o fator determinante para a avaliação da eficácia de cada material. Ramsamy-Iranah et al. (2016) concluíram neste estudo, que a forma do símbolo contribui para facilitar o reconhecimento dos mesmos, assim como o material utilizado para a apresentação dos símbolos mostrou-se, também, muito influente para o tempo de reconhecimento. Os símbolos produzidos por MA foram identificados 44% mais rápido do que os símbolos bordados, sugerindo que a seleção do material é um fator que contribui para a eficácia do reconhecimento do símbolo. Estes estudos sugerem que a capacidade de um material para produzir o símbolo mantendo a sua forma, é um fator causal chave para o tempo de reconhecimento do símbolo de cor.

O tempo de reconhecimento dos símbolos de cor para os participantes mais jovens foi significativamente diferente para os três materiais. As diferenças no tempo de reconhecimento foram progressivamente reduzidas com o aumento da idade dos participantes, o que indica que a escolha do material é mais importante para os jovens com deficiências visuais. Os testes mostraram que a idade implica em um segundo a mais para cada ano do participante.

A comparação de diferentes materiais para representar o código de cor parece mostrar que quanto mais firme é o material utilizado, mais definida a sensação tátil, e tempos mais rápidos de reconhecimento. A dureza do material ajuda a aumentar a definição tátil dos símbolos. Os testes entre os materiais utilizados para os símbolos de cor mostraram uma correlação direta de que a dureza do material interfere no tempo de reconhecimento do símbolo.

Para os símbolos de cor em relevos de paredes finas, construídos em materiais mais macios, também podem tornar-se progressivamente mais difíceis de

identificar, pois eles ficam comprometidos pelo toque ativo. Os materiais podem deformar elasticamente durante o toque ativo e tornar-se temporariamente irreconhecíveis, até que a força do toque seja reduzida. Para evitar dificuldades de reconhecimento através da deformação elástica dos símbolos de cor, proporções tridimensionais e dureza do material devem ser consideradas (RAMSAMY-IRANAH et al., 2016).

Outro fator é o objeto ao qual o símbolo deve ser aplicado. Para alguns itens, o papel de relevo ou o bordado são, na maioria das vezes, mais adequados e confortáveis para a pessoa lidar e sentir, dando uma sensação mais suave entre o símbolo e o produto ao qual ele está anexado. Em produtos mais macios como o vestuário, o bordado, por exemplo, é passível de ser preferido acima do plástico duro.

No futuro, o uso de MA pode oferecer a combinação eficiente para produzir o reconhecimento do código em materiais mais macios para itens como roupas e brinquedos. Segundo Ramsamy-Iranah et al. (2016), o uso de MA também pode tornar-se um aparelho comum em casa, permitindo que os pais possam produzir o código para os seus próprios filhos e para personalizar os produtos de forma adequada para que eles possam identificar as cores dos objetos que eles usam.

#### 2.11.6 Sistema Iro-pochi

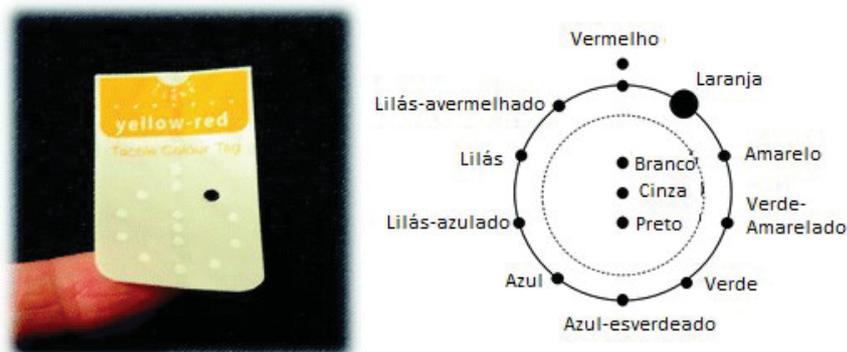
Segundo Sagawa, Okudera e Ashizawa (2019), as etiquetas de cores táteis chamadas de Iro-pochi foram desenvolvidas para atender a necessidade de pessoas cegas que desejam saber a cor das roupas que vestem e que gostariam de desfrutar de autonomia para a coordenação própria de cores em suas roupas. A palavra Iro-pochi é uma junção de duas palavras do vocabulário japonês: “Iro” significa cor e o “pochi” um ponto.

As etiquetas contém 13 pequenos pontos táteis circulando sua superfície e um ponto acima, no topo do círculo, totalizando 14 pontos; 10 deles sendo alinhados em forma circular de cerca de 30 mm de diâmetro, representando o círculo cromático de cores fundamentais e outros 3 pontos no centro para representar as cores neutras (o branco, o cinza e o preto), para simular o sistema de ordem da teoria das cores. As etiquetas de cor tátil Iro-pochi, foram produzidas para serem anexadas às

roupas para informar a cor ao usuário por meio do toque. As pessoas com deficiência visual devem tocar esses pontos com um dedo e encontrar um orifício (um ponto maior) para indicar a cor que corresponde à localização de cores no círculo cromático e, conseqüentemente, saber da cor da roupa (SAGAWA; OKUDERA; ASHIZAWA, 2019).

Os 10 pontos no círculo representam cores fundamentais, como o vermelho, laranja (FIGURA 27), amarelo, verde-amarelado, verde, azul-esverdeado, azul, lilás-azulado, lilás, lilás-avermelhado, de acordo com o círculo de cores do Sistema de Cores Munsell. Com a cor vermelha no topo que é mostrado por meio de mais um ponto adicional no topo. Três pontos no centro significam o branco, o cinza e o preto abaixo, respectivamente. Ao substituir um desses pontos por um orifício, ou um ponto maior, pode-se identificar a localização do orifício, tocá-lo com o dedo e, conseqüentemente, saber a cor correspondente à localização do círculo de cores.

FIGURA 27 - ETIQUETA "IRO-POCHI" E ESQUEMA DE CORES



FONTE: Adaptado de Sagawa, Okudera e Ashizawa (2019).

Segundo os autores (SAGAWA; OKUDERA; ASHIZAWA, 2019), o estudo revelou que as pessoas cegas entendem as relações entre cores em um círculo, próximas ou distantes, como as pessoas de visão normal fazem, e que um código deve ir além de informar apenas os nomes das cores, como é a função do Braille, pois, os nomes são apenas uma parte da informação da cor. A cor tem mais informações, ou seja, a ordem das cores significa a estrutura de relação entre elas.

Quando coloca-se as cores junto com sua similaridade, forma-se um círculo chamado "círculo de cores". Esta natureza da cor é uma das características mais importantes da Teoria da Cor para se criar beleza e equilíbrio na composição. Tanto a similaridade, como a distinção de cores, são baseadas neste círculo cromático e o

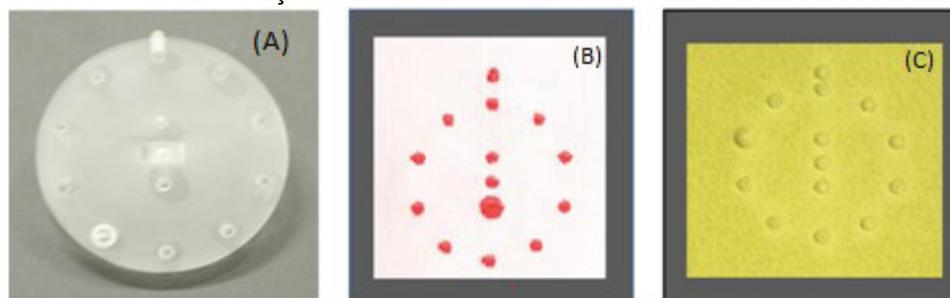
conhecimento dele permite avaliar uma boa harmonia, conforme as cores estão próximas ou distantes. As cores adjacentes no círculo cromático fazem uma boa harmonia, enquanto as cores que estão opostas fazem uma combinação vibrante.

Segundo os autores (SAGAWA; OKUDERA; ASHIZAWA, 2019), os testes mostraram que o círculo de cores é compreensível por pessoas cegas. Esta descoberta foi um forte suporte para usar o círculo de cores na transmissão de informações de cores para pessoas cegas, mesmo que elas não visualizem as cores.

Para criar o Sistema Iro-pochi, Sagawa, Okudera e Ashizawa (2019) se deteram ao senso tátil, assim, fizeram experiências para testar a legibilidade tátil com relação ao tamanho, altura do ponto e tamanho do círculo. Segundo os autores, o tamanho do ponto deve ser de 0,5 a 1,00 mm de diâmetro; a altura do ponto deve ser de 0,5 a 1,0 mm, e o diâmetro do círculo deve ser de 10 a 15 mm.

O experimento contou com 16 participantes. Dez dos participantes eram cegos congênitos ou que perderam a visão antes dos 5 anos de idade, e 6 participantes com cegueira adquirida, com perda de visão entre 5 à 18 anos de idade (SAGAWA; OKUDERA; ASHIZAWA, 2019). Foram produzidas etiquetas táteis com três materiais diferentes e colocadas em camisetas para serem utilizadas como peças de testes (FIGURA 28), sendo a primeira produzida em resina acrílica (a), a segunda produzida em bordado (b) e a terceira produzida em camurça artificial (c). Dez pessoas cegas participaram do teste de identificação do código de cores em camisetas, sendo que ocorreu em média de 93% de acertos sobre todos os ensaios.

FIGURA 28 - PEÇAS DE TESTES UTILIZADOS PARA AVALIAR A VIABILIDADE



FONTE: Sagawa, Okudera e Ashizawa (2019).

A sensação do toque também foi avaliada nestas etiquetas e os resultados indicaram que o botão em resina acrílica foi a melhor alternativa para identificar o

código de cor, a camurça artificial foi a melhor solução para a sensação tátil, embora nenhuma grande diferença foi encontrada entre as três etiquetas. Estes resultados demonstraram que o Sistema Iro-pochi é eficiente em qualquer material de uso prático.

As etiquetas táteis foram desenvolvidas como um produto comercial por uma empresa japonesa que produz etiquetas. O Sistema Iro-pochi foi projetado para ser produzido em tecido de poliéster com dimensões de 32 x 55 mm, tendo 13 pontos em relevo em formato circular, e um ponto acima, no topo do círculo, totalizando 14 pontos em cada etiqueta. O usuário localiza o orifício vazado tocando com um dedo e, desta forma, sabe a cor correspondente ao círculo cromático. Outros pontos e orifícios ligeiramente internos dão significado de tons claros e escuro. Segundo os autores Sagawa, Okudera e Ashizawa (2019), as etiquetas podem ser acopladas a qualquer peça de roupa com uma fita adesiva térmica.

Os testes realizados por Sagawa, Okudera e Ashizawa (2019) confirmaram a eficiência do Sistema Iro-pochi com pessoas cegas e de baixa visão, comprovando que todos os indivíduos testados foram capazes reconhecer as cores de roupas por meio dos códigos Iro-pochi, assim, tendo a possibilidade de desfrutar de suas próprias combinações de cores em suas roupas ao utilizar de etiquetas táteis.

Os autores (SAGAWA; OKUDERA; ASHIZAWA, 2019) ressaltam que um dos aspectos mais notáveis da etiqueta de cor tátil Iro-pochi é que o sistema pode ser compartilhado com todas as pessoas de modo geral para educá-las quanto ao conhecimento do sistema de ordem de cor e o conceito do círculo cromático. Sendo um material para a educação das cores, não somente para pessoas cegas e com baixa visão, mas também para as pessoas de visão normal. Para Sagawa, Okudera e Ashizawa (2019) o conhecimento da cor é inevitável para a vida humana, por isto a utilização de uma grande variedade de informações sobre as cores é importante, não somente para as roupas, mas também para outros produtos ou ambientes, a fim de compartilhar experiências de cor com todas as pessoas, com ou sem deficiência visual.

Este sistema de código emprega a Teoria da Cor e o círculo cromático como proposta básica, o que colabora para o aprendizado das cores e assimilação do código. A quantidade de informações, 13 cores numa só etiqueta, aparenta a complexidade do sistema. O Iro-pochi utiliza o ponto como elemento principal do seu

design, mas, como são treze pontos em alto relevo e um ponto vazado, a sua dimensão total é ampla, o que restringe, ou mesmo, impossibilita a utilização em objetos com espaços reduzidos.

## 2.12 ANÁLISE DOS MODELOS DOS CÓDIGOS CROMÁTICOS E A PROPOSTA DE CÓDIGO DE COR UNIVERSAL

Como já descrito, para o presente trabalho foi realizada uma investigação minuciosa na literatura a partir de bases de dados como SciELO, Science Direct, Periódicos Nacionais e Internacionais e em *websites* para investigar a respeito de formas de representar as cores para pessoas com deficiência visual.

Os modelos de códigos cromáticos desenvolvidos por Constance Bonilla Monroy (2012), Gagne Todd (2006), Miguel Neiva Santos (2008), Filipa Nogueira Pires (2011), Ramsamy-Iranah (2016), Sagawa, Okudera e Ashizawa (2019), apresentados neste estudo, foram verificados na literatura e analisados de forma descritiva (qualitativa), com base na leitura minuciosa das informações sobre cada modelo, fornecidas pelos respectivos autores, identificando as variáveis: tipo de codificação utilizada (formas, letras, números, etc.); áreas previstas para aplicação; tamanho mínimo de aplicação; amplitude da escala cromática atendida. Tais variáveis procuraram caracterizar os modelos existentes. A complexidade do espectro cromático exige que sejam estabelecidos parâmetros táteis facilmente assimiláveis pelos usuários e consonante com a Teoria da Cor (MARCHI et al., 2018).

Desta forma, a seleção de aspectos da literatura ocorreu a partir dos conceitos e teorias que subsidiaram a fundamentação teórica, pautando-se na relevância dos aspectos relacionados à teoria das cores, à percepção tátil e às proporções. A geração de critérios táteis foi diretamente relacionada com aspectos da literatura que descrevem formas e dimensões melhor percebidas tatilmente. Já, no referente ao espectro cromático a definição de requisitos pautou-se na identificação da possibilidade de traduzir conceitos abstratos em formas tridimensionais. Ao analisar os sistemas de códigos de cor existentes, essa pesquisa aponta lacunas que podem ser supridas com o desenvolvimento de um novo sistema de código cromático. Além disso, as identificações de aspectos teóricos sobre cor e

percepção tátil complementam a verificação das características necessárias a um novo modelo (MARCHI et al., 2018). A TABELA 1 apresenta a síntese e análise dos códigos de cores encontrados na literatura:

TABELA 1 - SÍNTESES DOS CÓDIGOS DE CORES PREEXISTENTES

| Autor   | Código  | Tipo de Código   | Aplicação   | Pontos +   | Pontos -   |
|---|---|--|---|--|--|
| <b>Constanza Bonilla Monroy</b><br>Colômbia em 2004 | Sistema Constanz Linguagem de cores para deficientes visuais                                | Ferramenta visual e tátil, que utiliza linhas associadas às formas da natureza.      | Obras de arte; materiais didáticos; jogos, dominós, quebra-cabeças.   | Auxilia a identificação da cor em obras de arte por pessoas cegas, sendo tátil e visual; possibilita às crianças com deficiência visual a identificarem as cores em jogos e materiais didáticos. | Formato das linhas associados às formas da natureza, sem associação com a Teoria das Cores; devido à morfologia das formas utilizadas neste código, torna-se impossível de representá-lo em escala reduzida, uma vez que as mesmas não seriam perceptíveis ao tato, dificultando a identificação da forma e cor corretamente.  |
| <b>Gagne Todd</b><br>EUA em 2006                    | Sistema de Identificação de Cores   | Sistema de código monocromático que associa uma cor a um símbolo de referência.      | Etiquetas de roupas; mobiliário; objetos de decoração; <i>websites</i> ; sinais de trânsito.  | Ferramenta para acessibilidade da cor em produtos.   | Apresenta características de interpretação difíceis; símbolos construídos a partir de formas geométricas sem associação direta com as cores; letras escolhidas para as referências: sempre três letras, que estão diretamente associadas à designação da cor em língua inglesa, dificultando a sua leitura por pessoas com outros idiomas; sistema de combinação de cores limita as escolhas ou pode induzir o indivíduo a optar por determinadas conjunções de cores. |
| <b>Miguel Neiva</b><br>Portugal em 2008             | Sistema de Identificação de Cores para Daltônicos - ColorADD                                | Sistema de representação de cores através de símbolos gráficos.                      | Etiquetas (impresas em papel, cartão, etiquetas tecidas ou estampadas), tanto penduradas nas peças do vestuário ou integradas nas próprias peças; jogos; lápis de cor.  | Associação ao RGB; alto relevo para o reconhecimento tátil.  | Formas utilizadas na criação deste código não são formas simples, podendo ser demorado o processo de aprendizado do código, portanto, não ser totalmente eficiente, inclusivo e universal; dimensões que não permite a utilização em superfícies com pequenas.   |
| <b>Filipa Nogueira Pires</b><br>Portugal em 2011    | Código de Cor para Pessoas com Deficiência Visual - FO.CO                                   | Sistema de código de cor em formas geométricas.                                      | Produtos infantis, jogos de quebra-cabeça; objetos para outras faixas etárias; etiquetas de roupa (com código bordado sobre o tecido da etiqueta); <i>Topper</i> (produzidos em silicone) para lápis e canetas. | Cor associada às três formas geométricas; alto relevo para o reconhecimento tátil.   | Para utilizar o código é necessário memorizar a associação das formas geométricas às cores, para que se consiga dominar todo o restante código; não pode ser aplicado em superfícies de tamanho pequeno (como por exemplo, para a aplicação direta sobre lápis e canetas).   |
| <b>Ramsamy-Iranah</b><br>Maurícia em 2015           | Símbolos Táteis para o Reconhecimento de Cores por Crianças e Jovens com Deficiência Visual | Conjunto de símbolos com a meta de criar uma opção para substituir o Sistema Braille | Bordado em relevo sobre tecido; impressão em papel; impressão 3D.   | Utilização em diversos materiais; alto relevo para o reconhecimento tátil.   | Para utilizar o código é necessário memorizar uma diversidade de formas; devido à morfologia das formas utilizadas neste código, torna-se impossível de representá-lo em escala reduzida.  |
| <b>Sagawa; Okudera; Ashizawa,</b><br>Japão em 2018  | Sistema Iro-pochi   | Visual e tátil; pontos em relevo e pontos vazados (orifício).                        | Etiquetas de roupas.  | Ferramenta que auxilia a identificação da cor por pessoas cegas; base no círculo cromático/Teoria da Cor; reconhecimento tátil.  | Sistema complexo, com muitas cores numa única etiqueta (14 pontos em uma etiqueta); dimensões que não permite ser utilizado em superfícies pequenas.   |

FONTE: A autora (2018).

A seguir são apresentados os resultados finais da análise dos modelos de códigos cromáticos e aspectos da literatura, identificados como critérios importantes

de serem considerados no desenvolvimento de um código cromático para deficientes visuais:

- Um sistema de código de cores quando associado à Teoria da Cor, pode seguir uma ordem lógica, partindo das cores primárias e secundárias como base para a compreensão das demais cores do espectro cromático, facilitando assim a aprendizagem das cores e a assimilação e memorização do código;

- Sendo uma Tecnologia Assistiva para deficientes visuais e cegos, o sistema deve utilizar representações táteis com dimensões e relevos obedecendo as normas já existentes estabelecidas (e.g. Braille) no que refere à altura, largura e profundidade, de modo a possibilitar a detecção tátil de forma breve;

- O sistema deve ser passível de aplicação em qualquer tipo de objeto considerando o menor tamanho possível de percepção e identificação tátil (BRASIL, 2006; OMS, 2018);

- A forma de representação tridimensional deve considerar elementos morfológicos (pontos, linhas, texturas, volume e áreas) para a concepção de símbolos táteis visando ser mais facilmente identificados (LOOMIS; LEDERMAN, 1986; GUAL et al., 2012; LUPTON; PHILLIPS, 2015; ADAM, 2015).

- O reconhecimento, a legibilidade e a discriminação dos símbolos devem ser levados em conta para verificar a possibilidade de utilização em produtos, tornando a informação acessível (LOOMIS; LEDERMAN, 1986; ADAM, 2015; RAMSAMY-IRANAH et al., 2016);

- O código deve ter uma escala cromática ampla para que seja possível a utilização em produtos que exijam diversidade de cores, como por exemplo: vestuário, maquiagem, tintas em geral, material didático, obras de arte, etc.;

- O código deve ser entendido universalmente, com abordagens e representações simples para compreensão clara, visando à aplicação em produtos (projeto e produção) com a máxima usabilidade conforme os preceitos do Design Universal (LIN; WU, 2015).

Tais parâmetros apresentam-se como uma base inicial para a construção de um código que possa vir a ser considerado “ideal” para as pessoas com deficiência visual. Os critérios aqui propostos contemplam a geração de código com pequenas dimensões, perceptíveis ao tato, prático e acessível.

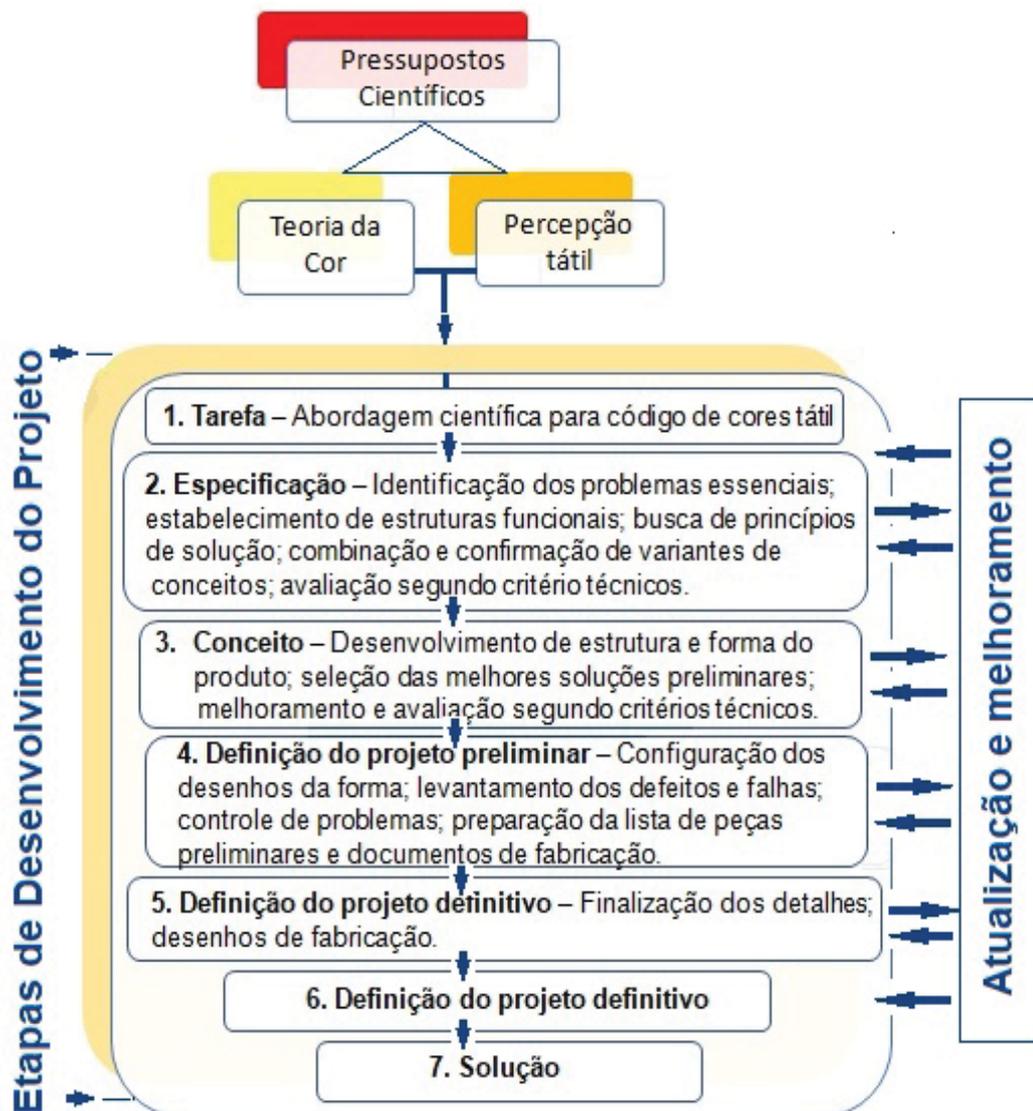
Assim, tendo em vista preencher essas lacunas encontradas a partir de pesquisa de cunho conceitual-teórico e prático, este trabalho visa propor um modelo inovador, um sistema funcional, adequado para a aquisição e memorização para atender a necessidade de identificação das cores de objetos por pessoas cegas, daltônicas e com baixa visão, intentando a autossuficiência, a qualidade de vida dos deficientes visuais, a inclusão social e a universalidade.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo é dedicado à apresentação de materiais e método aplicados nesta pesquisa, procurando a descrição fiel de todas as etapas perpassadas no processo de desenvolvimento do código até a validação através dos experimentos.

O ciclo de desenvolvimento desta pesquisa se guiou pelo método proposto por Pahl e Beitz (1996), baseando-se em 4 fases distintas: definição da tarefa; projeto conceitual; projeto preliminar; projeto detalhado; mantendo-se, assim, uma estrutura lógica, com revisões predeterminadas (FIGURA 29).

FIGURA 29 – FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DO TRABALHO



FONTE: A autora (2019).

Deste modo, o processo de desenvolvimento teve início com a revisão bibliográfica, com o levantamento dos tópicos necessários para o entendimento do

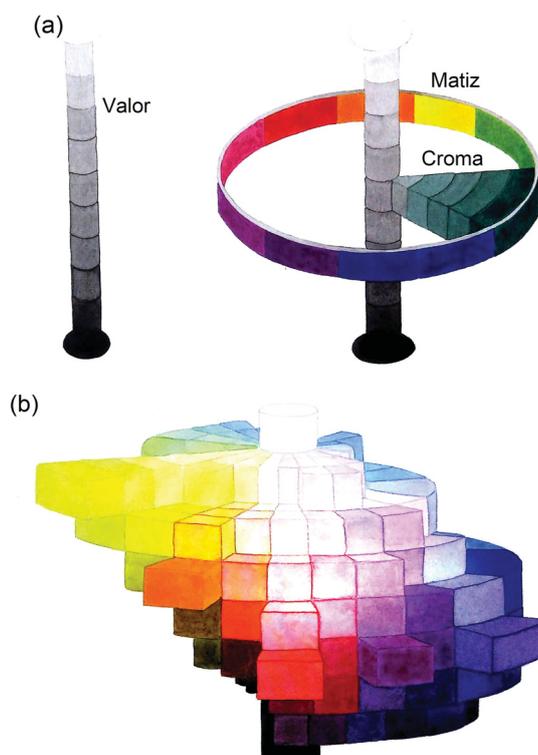
assunto. Neste período foram verificados e analisados os códigos existentes desenvolvidos por pesquisadores que já haviam se debruçado sobre o assunto, pois, sendo a cor um elemento fundamental na vida cotidiana, torná-la acessível a todos se mostrou indispensável para uma sociedade inclusiva e para a independência, autossuficiência e, até mesmo, a autoestima deste público, impossibilitado, até então, do acesso a informação da cor.

### 3.1 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

#### 3.1.1 Metodologia de Projeto

Na averiguação percebeu-se que havia uma lacuna e o ensejo para criar algo que fosse além dos sistemas criados até o momento, algo com versatilidade e vinculação com a Teoria da Cor para facilitar o aprendizado e a memorização, não somente do código em si, como também, do entendimento do processo de formação das cores e a relação entre elas.

FIGURA 30 – REPRESENTAÇÕES TRIDIMENSIONAIS DE MUNSELL



FONTE: Adaptado de Silveira (2015).

### **Etapa 1 - Tarefa**

O sólido tridimensional de Munsell (FIGURA 30b) serviu de apoio e orientação para o desenvolvimento inicial do código. Este sistema de cores foi construído através das variáveis de análise de cor: valor, matiz e croma (FIGURA 30a), sendo a representação tridimensional das cores definidas por meio de um sistema de coordenadas cilíndricas e escalas de valores neutros como eixo vertical, compreendendo no matiz as diversas seções do círculo em torno do eixo, e no croma as distâncias que vão dos círculos extremos até o centro (PEDROSA, 1995; SILVEIRA, 2015).

Analisando os códigos desenvolvidos anteriormente, observou-se, também, que para um código mais eficiente, havia a necessidade de ter dimensões mínimas para que fosse compatível em áreas com espaços reduzidos. Além de que tivesse, de certa forma, familiaridade com o Braille, esta linguagem mundialmente conhecida.

Desta forma, o estudo do Sistema Braille foi especialmente relevante e, também, fonte de inspiração para a criação do código de cores tátil, por ser o meio de expressão de grande importância e significado para as pessoas cegas e, sobretudo, por utilizar o “ponto” como elemento básico, com dimensões que possibilitam a percepção com o toque da “polpa” de um único dedo (ABREU, 2018).

Para Adam (2015), o ponto e a linha são os principais componentes gráficos das imagens táteis, são elementos que constituem qualquer representação gráfica tátil como também visual. Segundo a pesquisadora (ADAM, 2015), o ponto, normalmente, não é utilizado sozinho em representações táteis, a linha é um elemento que aparece regularmente.

Também, os estudos de Gual et al. (2012) serviram como base para a escolha dos elementos a serem utilizados no código de cores. Pois, as suas pesquisas evidenciaram o “ponto”, a “linha” e a “área” como sendo os três elementos morfológicos ideais para a construção de símbolos táteis para pessoas com deficiência visual.

Outra premissa fundamental, que foi considerado de grande importância neste projeto, é de que o sistema de código de cor deveria ser construído atendendo aos preceitos do Design Universal (KAWAUCHI, 2001; KEATES; CLARKSON, 2003; PLOS et al., 2012; LIN; WU, 2015; VILLORIA; FUENTES, 2015).

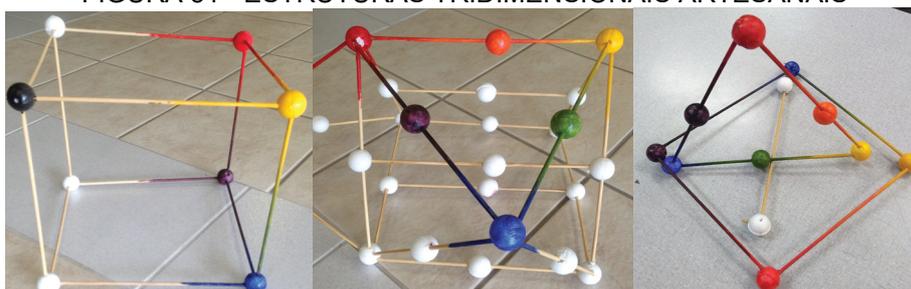
Assim, apoiado na revisão bibliográfica e em conjunto com os critérios levantados para a construção de um código de cor ideal, iniciou-se todo o processo de desenvolvimento criativo para transformar a cor, um fenômeno particular da percepção visual, acessível à percepção tátil, tendo como partido as bases conceituais de representação através da forma e do volume (VASCONCELOS, 1996; LOOMIS; LEDERMAN, 1988; GARDINER; PERKINS, 2002; PIRES, 2011; GUAL et al., 2015; SILVA; FREITAS, 2015; LOBBEN, 2015).

## Etapa 2 – Especificações

Percorreram-se várias etapas de imersão, desde o processo inicial até se chegar aos primeiros formatos do código com uma solução lógica e coerente. O que demandou 12 meses de atividades de elaboração dos “Sketches”, ou seja, dos rascunhos de ideias.

Como parte concreta do estudo, utilizou-se de materiais simples para fins didáticos, como bolinhas de isopor, palitos de madeira e tintas para a construção de estruturas de cor tridimensionais, com suas extremidades pintadas nas cores primárias e, do resultado da mistura das mesmas, cores secundárias, sendo este o meio empregado inicialmente para manipular e pensar a cor através de formas palpáveis, conforme mostra a FIGURA 31.

FIGURA 31 - ESTRUTURAS TRIDIMENSIONAIS ARTESANAIS

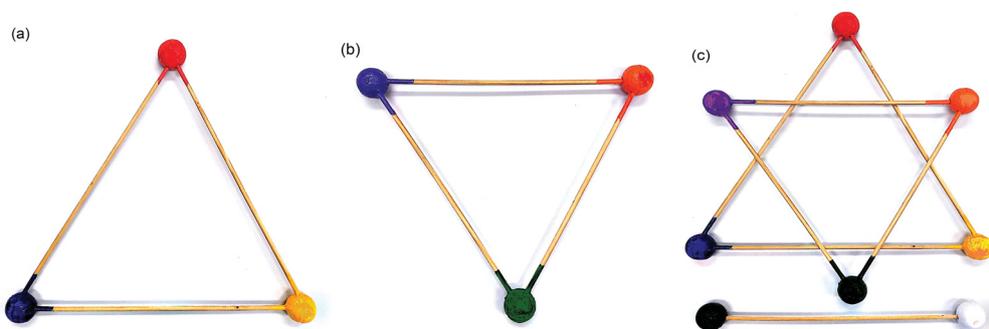


FONTE: A autora (2016).

Porém, com estas construções tridimensionais não se chegou a uma ideia realmente aproveitável, voltando-se, novamente, para a literatura. Assim, a partir da Teoria da Cor, observou-se com mais cuidado o conjunto das três cores primárias, o qual é representado pelo triângulo cromático, instrumento muito utilizado pelos artistas que trabalham com substâncias corantes (SILVEIRA, 2015).

Desta forma, o triângulo cromático foi construído artesanalmente, novamente utilizando-se de bolinhas de isopor, palitos de madeira e tintas, para que não se perdesse de vista a formação tridimensional (FIGURA 32a). Na sequência, o segundo triângulo cromático foi confeccionado com as cores secundárias (FIGURA 32b). As cores neutras, branco e preto, não pertencem ao triângulo cromático, ficando à parte neste esquema. Conseqüentemente, com a sobreposição dos 2 triângulos, formou-se um hexágono com as cores neutras, branco e preto, à parte (FIGURA 32c).

FIGURA 32 – TRIÂNGULOS CROMÁTICOS E HEXÁGONO



FONTE: A autora (2016).

Na literatura verificou-se que a posição das cores nos triângulos cromáticos varia de autor para autor. No entanto, para o desenvolvimento do código de cor havia a necessidade de ter um parâmetro fixo. Desta forma, determinar a ordem de localização das cores seria de fundamental importância. Assim, estipulou-se que no triângulo das cores primárias, o vermelho estaria localizado no ápice do triângulo, enquanto que o azul, no lado esquerdo da base do triângulo e o amarelo no lado direito.

A justificativa da escolha da cor vermelha para estar no ápice do triângulo cromático deve-se à teoria de que o homem ao perceber que perdia “vermelho” (sangue) ele morria, então passou a dar a máxima importância a esta cor. Segundo Pastoureau e Simonnet (2007), o vermelho foi o primeiro pigmento produzido pelo homem. Desde o período paleolítico, há mais de 35 mil anos atrás, o ser humano já utilizava o vermelho, obtido a partir de argilas e terras avermelhadas. É a cor que chama a atenção pelo instinto da vida, sendo o vermelho símbolo de vida, de guerra, estando no inconsciente coletivo desta forma.

Já, o triângulo cromático de cores secundárias, formadas pela mistura de cores primárias, é colocado invertido sobre o primeiro triângulo, acompanhando a sequência do triângulo de cores primárias. Sendo que, entre o vermelho e o azul está o lilás; entre o azul e o amarelo, o verde; e entre o amarelo e o vermelho, o laranja (FIGURA 32c).

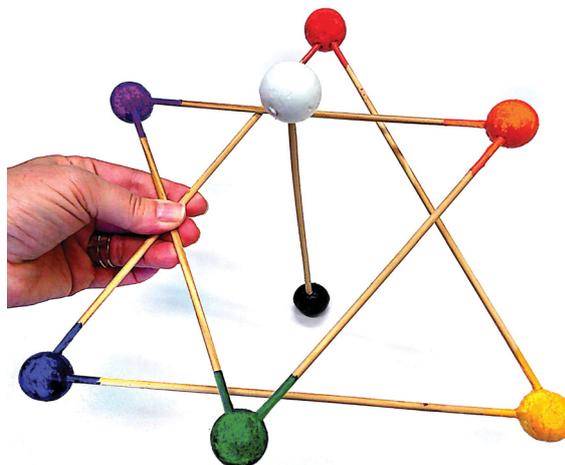
Para as cores preto e branco, uma haste em sentido horizontal onde na ponta esquerda posicionou-se o preto e na ponta direita o branco (FIGURA 33), a FIGURA 34 está representado o eixo central na escala de saturação conforme o Sistema Munsell (PEDROSA, 1995; SILVEIRA, 2015).

FIGURA 33 – HASTE COM AS CORES PRETO E BRANCO



FONTE: A autora (2016).

FIGURA 34 - REPRESENTAÇÃO COM PRETO E BRANCO NO EIXO CENTRAL



FONTE: A autora (2016).

Isso posto, definiu-se os elementos morfológicos para serem utilizados no código de cores tátil. Estes elementos foram escolhidos conforme indicava a literatura: o “ponto”, a “linha” e o “relevo”. De acordo com Loomis e Lederman (1986) Gual et al. (2012), Lupton e Phillips (2015), Adam (2015) e Adam et al. (2018), para que uma imagem cumpra seu papel comunicativo para usuários cegos, faz-se necessário que seus componentes (ponto, linha, formas, escala, direção, relevo,

movimento) sejam planejados para este fim. Também, conforme Lupton e Phillips (2015), a interação entre o ponto, a linha e o plano compõem os alicerces do design. Partindo destes elementos, os designers criam imagens, ícones, texturas, padrões, diagramas, animações e sistemas tipográficos.

### **Etapa 3 – Conceito**

Desta maneira, com os elementos escolhidos, juntamente com os triângulos cromáticos em mãos, partiu-se para a definição da forma do código no seu todo, a composição final. Assim, por meio de muitos esboços feitos com lápis e papel, e após muitos dias de trabalho, foram definidos oito elementos codificados para representar as cores primárias (vermelho, azul e amarelo) e as cores secundárias (lilás, verde e laranja), e, após, as cores neutras (branco e preto).

Imaginou-se, então, a lógica dos ponteiros do relógio com seu mecanismo para sinalizar a hora, com o ponteiro principal indicando uma determinada direção, expressando o tempo exato. Assim, também, seria o código de cores, com um “ponto” no centro (ponteiro central do relógio) e uma “linha” (ponteiro da hora) apontando na direção de uma cor, conforme demonstrado na FIGURA 35. Ou seja, tendo como base os triângulos cromáticos (hexágono), e a ideia de tridimensionalismo conforme a representação do sólido de Munsell (PEDROSA, 1995; SILVEIRA, 2015) criou-se o código de cor.

FIGURA 35 - HEXÁGONO CROMÁTICO E LINHAS APONTANDO A COR



FONTE: A autora (2016).

Mas, necessitava-se, ainda, de um elemento para indicar o posicionamento de leitura do código na superfície sobre a qual o código deveria ser afixado. Deste modo, duas alternativas foram previstas para serem testadas com usuários: uma

“linha” e/ou um “ponto”, para ser situado próximo a cada código. Além do mais, se esta linha ou ponto deveria estar localizado acima ou abaixo do código. Assim, ficou decidido que esta escolha seria decidida em teste-piloto. Embora, já se tinha conhecimento de antemão, segundo as pesquisas de Adam (2015), a linha em relevo era o elemento gráfico aconselhável como meio de orientação quando se trata de material para a utilização por deficientes visuais.

Assim, neste primeiro momento do desenvolvimento, quando o formato final e as medidas do código tinham que ser definidas exatamente, sentiu-se necessidade de testar com usuários para tirar dúvidas sobre a eficácia dos elementos selecionados e seus tamanhos, decidir qual elemento utilizar para direcionar a leitura e seu posicionamento, e, principalmente, provar a eficiência do código criado como um todo. Ou seja, no teste-piloto esperava-se a aprovação do usuário para a validação do design (modelo), além de colher informações para o aperfeiçoamento do código de forma que fosse satisfatório e facilmente identificado através da percepção tátil.

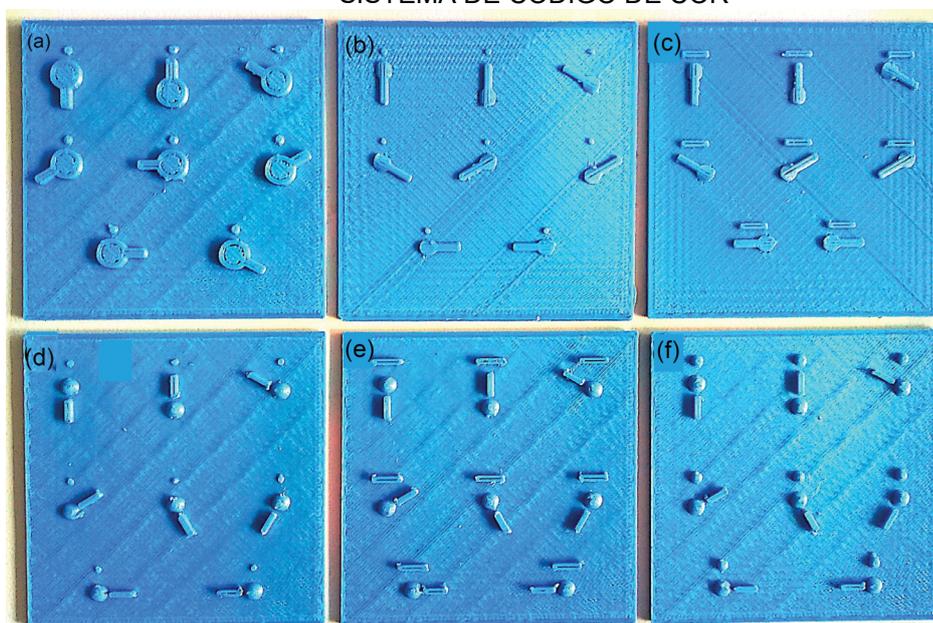
Foram desenhados 6 modelos diferentes para serem testados. Os protótipos do código de cor tátil foram confeccionados utilizando-se o *software SolidWorks* (2010) e projetados para serem impressos pelo processo de Manufatura Aditiva em placas com as dimensões de 5 x 5 cm e com 1 mm de espessura contendo os oito elementos do código numa só placa para o teste-piloto (FIGURA 36). Estas primeiras impressões (peças azuis) foram confeccionadas em filamento PLA (*Polylactic Acid*), na máquina 3D CLONER DH, da marca 3D Cloner, com parâmetros *Default* e com espessura de camada de 0,05 mm – equipamento do LABERG/UFPR.

Os modelos desenvolvidos estão demonstrados na FIGURA 36, nas opções (a), (b), (c), (d), (e) e (f), sendo:

- “Círculo” e “linha” unidos apontando e indicando a cor com elementos em relevo e superfície do relevo plana, e “ponto” como indicador de leitura do código;
- b) “Círculo” e “linha” unidos apontando e indicando a cor em relevo com formato arredondado, e “ponto” como indicador de leitura do código;
- c) Formato dos elementos ídem ao (b), com “linha” como indicador de leitura do código;

- d) “Ponto” central com espaço entre a “linha” indicadora da cor, com “ponto” como indicador de leitura do código;
- e) “Ponto” central com espaço entre a “linha” que indica a cor, com “linha” como indicador de leitura do código;
- f) “Ponto” central com espaço entre a “linha” indicadora da cor, com “ponto” como indicador de leitura do código em tamanho maior.

FIGURA 36 – PRIMEIROS SEIS MODELOS PRODUZIDOS DO SISTEMA DE CODIGO DE COR



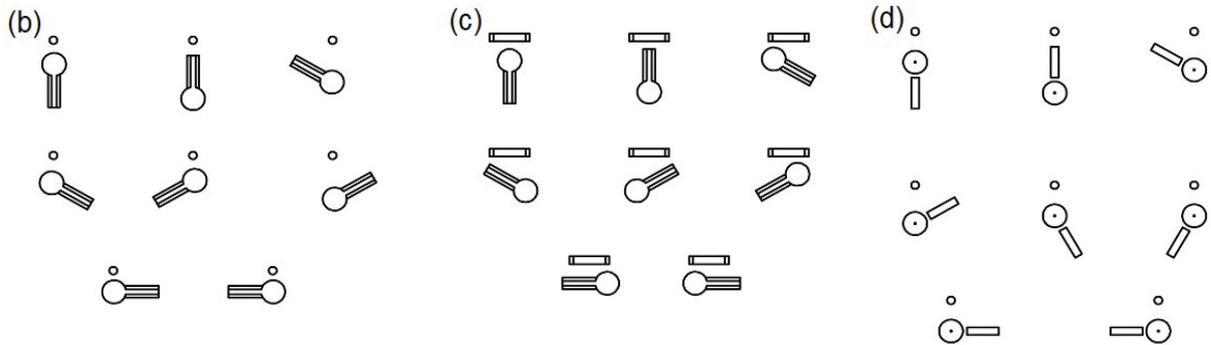
FONTE: A autora (2016).

Logo de início, com as seis placas em mãos, os pesquisadores descartaram de imediato os modelos (a) e (f) (FIGURA 36 a, f), pois estes modelos não correspondiam aos critérios de tamanhos almejados. Os modelos (b) e (c) foram produzidos em mais duas diferentes impressoras 3D pelo processo de Manufatura Aditiva. E, em papel, foram produzidos os modelos (b), (c) e (d) (FIGURA 37 b, c, d).

O papel para a impressão em relevo são folhas especiais, desenvolvidas com microcápsulas de alta qualidade que, ao contato com a fusora (impressora térmica), provoca o inchaço do papel, criando relevos. Ou seja, o calor proveniente da fusora ao contato com o papel faz inflar a parte escrita ou desenhada em tinta preta, por um processo de fusão, no entanto, a superfície branca do papel permanece plana. A fusora utilizada é a TECA-FUSER, modelo ZY-Dual da

TECASSISTIVA – Tecnologia & Acessibilidade. Esta fusora pertence à Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

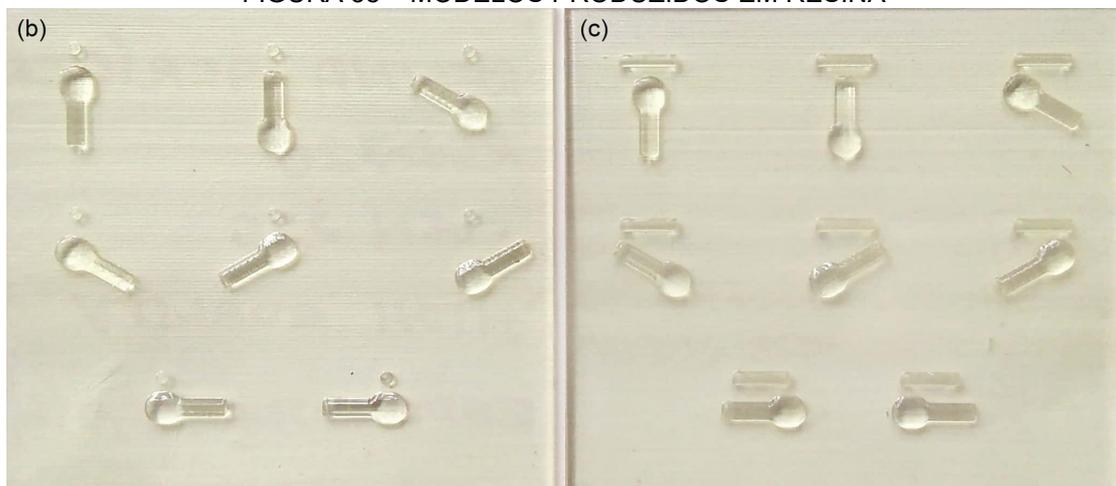
FIGURA 37 – MODELOS IMPRESSOS EM PAPEL ESPECIAL PARA RELEVOS



FONTE: A autora (2016).

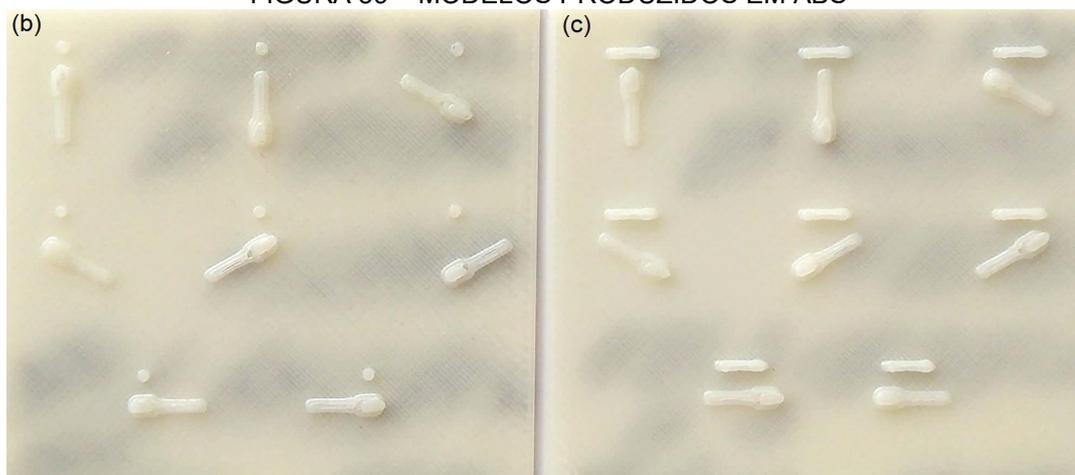
Também, duas placas contendo os 8 elementos do código no modelo (b) e (c) como mostra a FIGURA 38, com as dimensões de 5 x 5 cm, foram confeccionadas em resina acrílica RGD720, com a máquina EDEN 250 da Stratasys Ltda, parâmetro *High Quality* e espessura de camada de 0,016 mm (peças translúcidas). E, também, os mesmos modelos (b e c) (FIGURA 39 b, c), foram produzidos em ABS P430 XL na máquina UPRINT SE da Stratasys Ltda, parâmetros *Default* e espessura de camada de 0,254 mm (peças brancas) – ambos equipamentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

FIGURA 38 – MODELOS PRODUZIDOS EM RESINA



FONTE: A autora (2016).

FIGURA 39 – MODELOS PRODUZIDOS EM ABS



FONTE: A autora (2016).

Estes materiais (PLA, ABS, resina e papel) foram escolhidos para a confecção do código tendo em vista à flexibilidade, resistência e precisão nos detalhes e, também, prevendo futuras aplicações em objetos e produtos em geral; o papel é material básico, com uma abrangência de uso muito ampla, utilizado em materiais didáticos, livros, embalagens e em imagens em relevo.

### 3.1.2 Procedimento do Teste-piloto e Análise dos Dados Coletados

Conforme Smythe (2018), o Design Centrado no Usuário é uma abordagem de design fundamentada no envolvimento do usuário de forma ativa, participativa ou não, utilizando-se de processos iterativos, métodos, técnicas e procedimentos para utilizar a experiência desses usuários, da tarefa e do contexto de uso. Através da participação do usuário é possível atender às necessidades e habilidades dos usuários, melhorar a utilização do produto, qualidade e eficiência das soluções propostas. Segundo Mackey e Gass (2005) e Canhota (2008), num estudo piloto se pretende descobrir pontos fracos e potenciais problemas do projeto para que sejam resolvidos antes da implementação da pesquisa propriamente dita. Este estudo permite testar os instrumentos e garantir que cada um renderá resultados próprios para responder as perguntas de pesquisa.

Assim, uma vez pronto o material, mostrava-se de vital importância conduzir um estudo piloto para testar a qualidade do código, avaliar se o usuário entenderia a

lógica dos símbolos e se conseguiria interpretá-los, cumprindo com o principal objetivo proposto: o de comunicar a cor através do contato tátil. Também, era necessário escolher o formato ideal e extrair subsídios para aperfeiçoá-lo; testar e avaliar as medidas, como a altura do relevo, do ponto e da linha, para verificar se estariam satisfatórias para o reconhecimento tátil com clareza; testar e escolher o melhor modelo e a localização do símbolo de leitura do código; avaliar o grau de dificuldade de aprendizagem do código. Além de avaliar qual o material dentre estes (PLA, ABS, resina e papel), possibilitaria melhor legibilidade tátil.

De acordo com os conceitos de Foraker Labs (2018), um design deve estar em consonância com o usuário, deve ser fácil de aprender, suportar as tarefas e os objetivos dos usuários de forma eficiente e eficaz, além de ser satisfatório e atraente de usar. Para tanto, os usuários devem participar de uma sessão de teste de usabilidade, assim, o nível de usabilidade de uma interface pode ser medido. O usuário deve ficar livre, sem qualquer interferência do pesquisador, enquanto este registra os comportamentos, reações emocionais e o desempenho do usuário quando ele tenta realizar a tarefa. Assim, procurou-se cumprir estes requisitos nos testes-piloto.

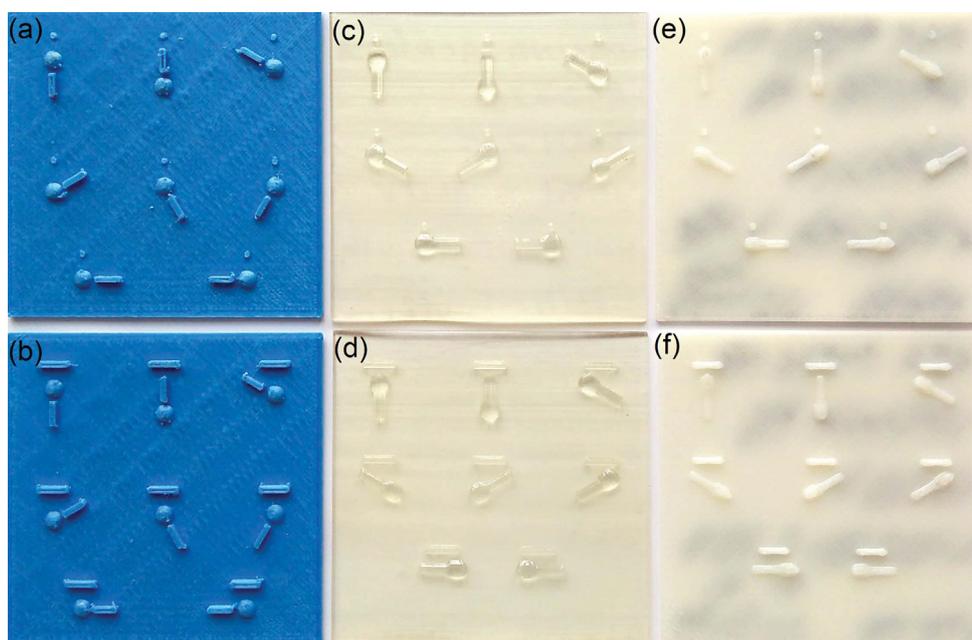
Desta forma, para o teste-piloto participaram 3 voluntários cegos; um deles com cegueira congênita e 2 com cegueira adquirida por doenças degenerativas. Conforme os autores Mackey, Gass (2005) e Canhota (2008), a quantidade de participantes para a realização de teste-piloto não precisa ser superior a 10% da amostra almejada, sendo, este número, suficiente para testar os pontos propostos e responder as principais perguntas de pesquisa, antever resultados, avaliar a viabilidade e utilidade dos métodos de coleta em cada fase de execução, revisar e aprimorar os pontos necessários.

O primeiro voluntário, servidor público da UFPR e estudante de pós-graduação nesta mesma instituição, com idade de 31 anos, ficou cego aos 15 anos. O segundo voluntário, professor titular da UFPR, com 52 anos de idade, cego congênito. O terceiro voluntário, pesquisador, com idade de 32 anos, ficou cego aos 19 anos de idade.

Para realizar os testes os pesquisadores foram ao encontro dos participantes, previamente combinado, em seus locais de trabalho. Com a permissão dos participantes, os testes foram gravados em áudio.

Como exposto anteriormente, as 6 placas de tamanho 5 x 5 cm, contendo os códigos das 8 cores, foram confeccionados em 3 tipos diferentes de equipamentos de Manufatura Aditiva, conforme demonstrado na FIGURA 40: (a) e (b) PLA; (c) e (d) resina; (e) e (f) ABS, cada qual com parâmetros de qualidade e com filamentos distintos. E, também, a impressão em papel microcapsulado, que cria relevos através da máquina fusora.

FIGURA 40 – SEIS MODELOS DE CÓDIGO PRODUZIDOS EM TRÊS EQUIPAMENTOS DE MANUFATURA ADITIVA



FONTE: A autora (2016).

Inicialmente nos testes, o participante sentou-se comodamente em frente a uma mesa em que pudesse dispor o triângulo cromático, fez-se uma explanação sobre o código e qual o objetivo de um código tátil para cores. Em seguida, esclareceu-se a formação do triângulo cromático e a localização das cores nele, posicionando as mãos do participante sobre o triângulo e incentivando o participante a deslizar as mãos sobre o triângulo para que, através do senso tátil, fosse possível reconhecer a forma geométrica e o posicionamento das cores primárias no triângulo, para a formação do mapa mental, favorecendo a memorização do participante.

Uma vez reconhecida e entendida a forma do primeiro triângulo e a posição das cores, explicou-se sobre o segundo triângulo, o qual tem a função de

representar as cores secundárias, sendo posicionado de forma inversa sobre o primeiro triângulo.

Assim que os participantes familiarizaram-se com os triângulos cromáticos e as posições das cores contidas nele, estabeleceu-se o primeiro contato com o código, entregando-se um dos modelos confeccionados em impressão 3D em suas mãos e explicando-lhes que os elementos foram formados um ponto central fixo e um segmento de reta, como um ponteiro de relógio, apontando para certa posição no espaço do hexágono, indicando a cor.

Todos os protótipos foram testados pelos 3 voluntários e anotadas as considerações apontadas por eles, visando às adequações e otimizações dos elementos criados. Neste primeiro momento, a importância maior foi verificar se o código cumpriria com o objetivo de proposto: comunicar as cores. Também, conferir qual o melhor formato, tamanho, material, facilidade para o entendimento. Conforme sugerido por pesquisadores, como Oliveira et al. (2018), a construção de TA deve ser submetida a processo de validação do usuário, a fim de afirmar que se constitui em meio eficaz e efetivo para aprendizagem, autonomia e independência dos indivíduos.

Neste momento não foi cronografado os tempos gastos para a aprendizagem, memorização e reconhecimento do código, por não ter relevância naquela etapa da pesquisa.

Com a análise dos resultados coletados nos testes-piloto pôde-se concluir que o sistema de código atendia integralmente aos objetivos propostos, comunicando as cores para os usuários. Os elementos do código foram facilmente percebidos, reconhecidos pelo tato e assimilados com rapidez. Quanto às dimensões, mesmo sendo pequenas, mostraram-se adequadas, permitindo o reconhecimento pelo tato com clareza.

Desta forma, através dos testes-piloto concluiu-se que os elementos escolhidos (ponto, linha e relevo) e o design do código são adequados à percepção tátil e transmitem a mensagem desejada, em conformidade com os conceitos apontados por Gual et al. (2012). Conforme estes pesquisadores, os dispositivos tátil-gráficos devem conter informação sintetizada, para garantir que ele seja facilmente legível para o sentido do tato. Segundo Ramsamy-Iranah et al. (2016), a elevação ou alto-relevo dos símbolos é importante quando se tenta identificá-los

pelo toque. O mais pronunciado é a altura, o mais facilmente distinguido são os pontos, áreas e os símbolos de linha.

Mas, quanto ao sinal de referência para o posicionamento correto de leitura do código na superfície, a “linha” foi preferida pelos voluntários, ao invés do “ponto”, escolhida como a forma que melhor cumpre esta função. O seu posicionamento, tanto acima como abaixo do código, não teve relevância para 2 dos participantes, somente um participante deu a opinião de que abaixo seria mais aconselhável. No entanto, constatou-se que este elemento deveria ficar a uma distância maior dos elementos centrais do código, diferentemente dos protótipos que, tanto a linha quanto o ponto, estavam muito próximos dos elementos do código. Pois, nos modelos de protótipos apresentados, o espaço desta “linha” até o ponto central de cada elemento estava com a distância de 3,5 mm. No entanto, 2 participantes reportaram que idealmente esta distância deveria ser maior.

Quanto aos dados coletados sobre os materiais experimentados, entre os impressos pelo processo de Manufatura Aditiva, o que se mostrou mais apropriado foi a resina acrílica, por ser mais confortável ao toque; embora todos os materiais fossem considerados adequados à percepção tátil e reconhecimento dos elementos do código. Pois, conforme Sena (2005) um dos fatores importantes para o tato é a qualidade do objeto tátil, que se relaciona a textura analisada, possuindo características que o ajudam a discriminá-la. Também, de acordo com Jehoel (2008), os estudos fisiológicos indicam que arestas vivas produzem maior atividade neural nos receptores da ponta dos dedos, no entanto, a inclinação gradual ou bordas curvas, que a resina proporciona, traz mais conforto ao toque.

A impressão em papel também obteve boa aceitação pelos participantes, demonstrando a mesma facilidade para a percepção tátil quanto os elementos produzidos nas impressões por Manufatura Aditiva e, conseqüentemente, possibilitando a identificação da cor.

Os dados obtidos através dos testes-piloto comprovaram que este inovativo sistema de código para a identificação das cores é eficiente; cumprindo integralmente com os requisitos propostos nos objetivos. Sendo todos os elementos facilmente perceptíveis ao tato pelo relevo, disposição de ponto e linhas, e da distância entre eles.

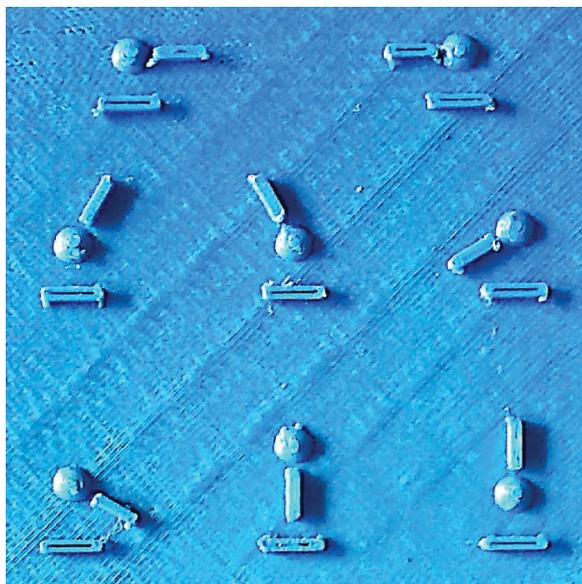
Os voluntários reconheceram prontamente a cor que cada código representa. Além de que este sistema de código apresentou facilidade para o aprendizado e memorização do mesmo. Outro dado digno de destaque na pesquisa foi descobrir que o material didático desenvolvido para ensinar o código facilitaria o ensino da Teoria da Cor para as pessoas cegas, o entendimento da formação das cores e a retenção destas informações. Este fato vem de encontro com Adam, Calomente (2012) e Adam (2015), segundo os autores o aprendizado é intermediado por recursos pedagógicos denominados objetos de aprendizagem, sendo recursos flexíveis e adaptativos para a difusão do conhecimento. No entanto, é necessário que a linguagem utilizada esteja disponível de maneira adaptada através de recursos assistivos, independentemente da forma da linguagem, seja verbal ou gráfica.

De acordo com Clarkson (2008), o "bom" design requer uma compreensão das características e capacidades dos usuários do produto ou serviço, de modo que possa operar dentro de suas capacidades e atender às suas necessidades e desejos. Deste modo, os testes-piloto foram de grande valia, pois permitiram o contato direto com usuários, possibilitando a coleta de informações de relevância para o projeto. Nestes testes se obteve a real noção do potencial do produto criado, demonstrando que o rumo da pesquisa estava correto, esclarecendo aspectos fortes do design e os que ainda precisavam de ajustes, gerando informações para a definição do sistema de código como um todo.

Com os resultados dos testes-piloto em mãos, voltou-se à pesquisa para a finalização do código de cores. Assim, quanto ao design do código, o modelo escolhido foi o que continha o "ponto central" seguido da "linha" (indicadora da cor), com espaço para afastamento entre ambos (ponto central e linha). Para sinalizar a posição de leitura do código, uma "linha", situada abaixo do código (FIGURA 41). Seguindo, também, as indicações de Adam (2015), em suas pesquisas a "linha" foi considerada como o principal componente gráfico para indicar sinalização. Outro motivo que ajudou a escolha da localização da linha ser colocada abaixo de cada código de cor, como posição de leitura, é a utilização da linha abaixo de numerais para diferenciar o número 6 do número 9 (6 e 9) em jogos como Snooker, bingos, dentre outros, representando, assim, a base das peças. Também em embalagens, a linha abaixo de símbolos que representam o cuidado que é necessário quanto ao

transporte e armazenamento de produtos. Nestes casos, também, a linha abaixo do símbolo é colocada para indicar o sentido que a mercadoria deve ser posicionada.

FIGURA 41 – MODELO ESCOLHIDO PARA O CÓDIGO



FONTE: A autora (2016).

Deste modo, o passo seguinte foi aperfeiçoar o modelo, melhorando formas e definindo as medidas. Segundo Gardiner, Perkins (2002), Gual et al. (2014) e Adam (2015), a facilidade de distinguir símbolos táteis e, assim, projetar um símbolo tátil abrangente deve ser considerado um tamanho adequado, as formas simples e os símbolos contrastantes com diferenças em termos de altura, textura e a concavidade ou convexidade do relevo. Assim, neste processo, voltou-se ao estudo do Braille e à NBR 9050 (ABNT, 2015) na busca de critérios e parâmetros para aprimorar o design do código de cores.

### 3.1.3 Finalizando o Código

#### **Etapa 5 – Definição do Projeto Definitivo**

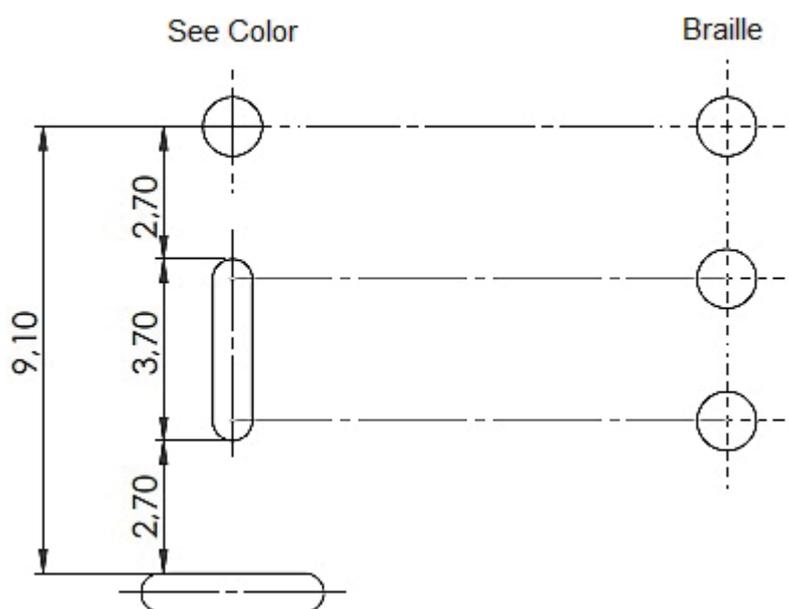
Buscando o aprimoramento do design do código de cores, o Sistema Braille serviu como inspiração e parâmetro de tamanho para as dimensões, pois, o ponto é o elemento fundamental do Braille e elemento central do código de cores.

O Sistema Braille é formado por um conjunto de 6 pontos numerados verticalmente de cima para baixo e da esquerda para a direita. Três pontos formam a

coluna ou fila esquerda e outros 3 pontos formam a fila direita, e as duas colunas verticais de 3 pontos formam cela ou célula Braille (ABREU et al., 2018).

Assim, a altura e diâmetro do ponto central do código de cores foram baseados na altura e diâmetro do ponto do Braille, segundo as normas da ABNT NBR 9050 (2015). E a altura de relevo da linha que indica a cor, está em conformidade com a altura do ponto. Já, a distância entre o ponto central e o traço do código de cor está de acordo com a distância que há entre os pontos de uma coluna vertical da célula Braille. O comprimento do traço do código de cores tem a medida de 2 pontos da coluna vertical da célula Braille (FIGURA 42).

FIGURA 42 – SISTEMA BRAILLE COMO PARÂMETRO PARA DIMENSÕES DO CÓDIGO COMPARAÇÃO GRÁFICA EM TAMANHO REAL



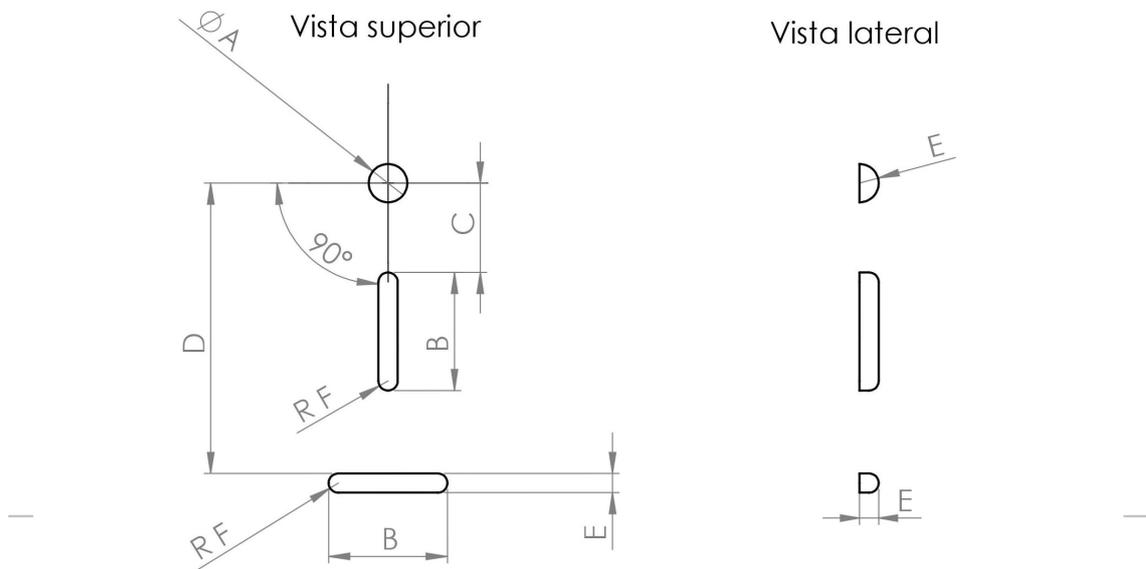
FONTE: A autora (2017).

Segundo a NBR 9050 (ABNT, 2015), um sistema de comunicação deve ter a capacidade de proporcionar acessibilidade, possibilitar alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia. As condições de informação e sinalização devem garantir uma adequada orientação aos usuários de forma completa, precisa e clara, estando dispostos segundo critério de transmissão e o princípio de dois sentidos (visual/tátil ou sonoro). Também, a sinalização deve ser objetiva, autoexplicativa, perceptível e legível para todos. Quando tátil, as informações devem conter alto relevo e requerem bom controle dimensional,

contraste tátil, contornos fortes e bem definidos, simplicidade nas formas e poucos detalhes, estabilidade da forma, altura do relevo de 0,6 mm a 1,20 mm, e utilização de símbolos seguindo padrão internacional.

Deste modo, baseado na NBR 9050 (ABNT, 2015) definiu-se as dimensões do código para três tamanhos: pequeno, médio e grande (P, M, G), com medidas aproximadas ao Braille, do menor tamanho possível ao Braille segundo as normas da NBR 9050 (ABNT, 2015). Os elementos (ponto e linhas) foram projetados com formas esféricas e arestas arredondadas tendo em vista, novamente, a NBR 9050 (ABNT, 2015) para o Braille conforme mostram as FIGURAS 43 e 44.

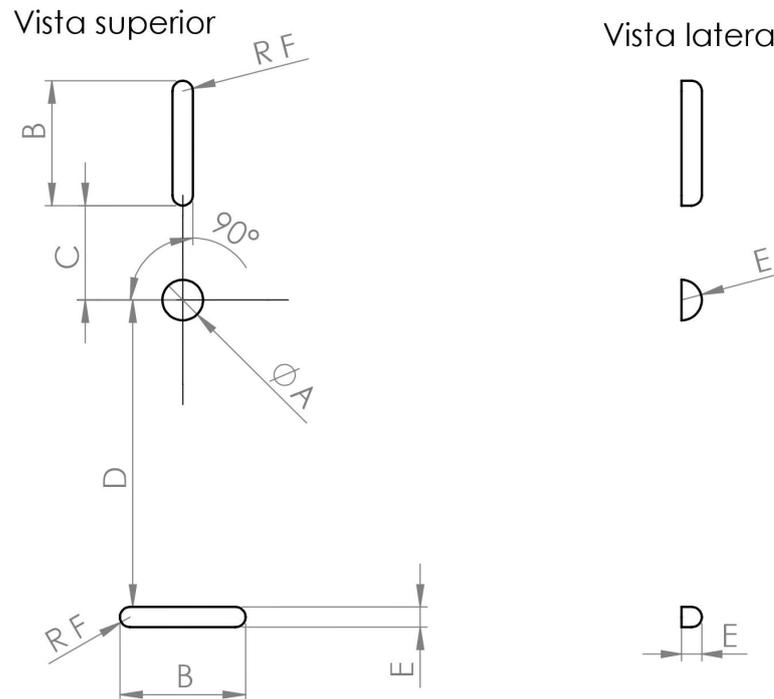
FIGURA 43 – CÓDIGO NA COR VERDE - DESENHO TÉCNICO COM MEDIDAS



| Tamanho    | $\phi A$<br>(mm) | B<br>(mm) | C<br>(mm) | D<br>(mm) | E<br>(mm) | R F<br>(mm) |
|------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| P =Pequeno | 1,2              | 3,7       | 2,6       | 9,1       | 0,6       | 0,3         |
| M =Médio   | 1,6              | 4,3       | 2,7       | 9,5       | 0,8       | 0,4         |
| G =Grande  | 2                | 4,7       | 2,8       | 9,9       | 1         | 0,5         |

FONTE: A autora (2017).

FIGURA 44 – CÓDIGO NA COR VERMELHO - DESENHO TÉCNICO COM MEDIDAS

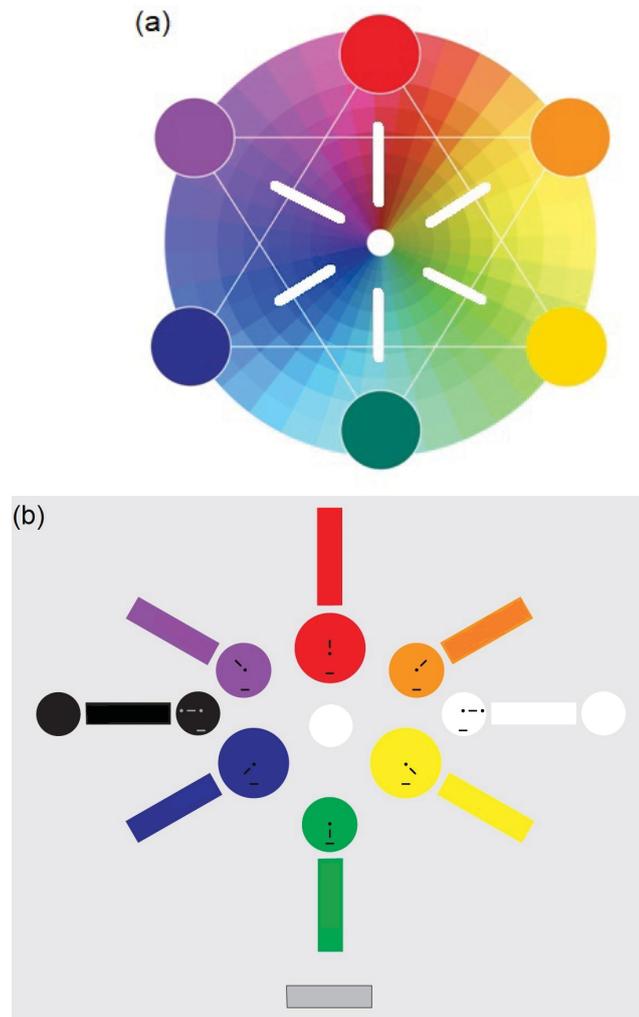


| Tamanho    | $\varnothing A$<br>(mm) | B<br>(mm) | C<br>(mm) | D<br>(mm) | E<br>(mm) | R F<br>(mm) |
|------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| P =Pequeno | 1,2                     | 3,7       | 2,6       | 9,1       | 0,6       | 0,3         |
| M =Médio   | 1,6                     | 4,3       | 2,7       | 9,5       | 0,8       | 0,4         |
| G =Grande  | 2                       | 4,7       | 2,8       | 9,9       | 1         | 0,5         |

FONTE: A autora (2017).

Na sua concepção e de forma geral, o sistema de código de cores como explicado anteriormente, pode ser entendido com a lógica de ponteiros de relógio, em que as extremidades ficam com as cores primárias e, as medianas ficam com as suas formações, por exemplo: 12h o vermelho, 2h o laranja, 4h o amarelo, 6h o verde, 8h o azul e 10h o roxo. Todos os símbolos têm um ponto (.), como no relógio, posicionado no centro como um eixo central e, um traço (-), que funciona como o ponteiro (FIGURA 45a). O preto e o branco estão posicionados como os 15 e 45 minutos do relógio (FIGURA 45b).

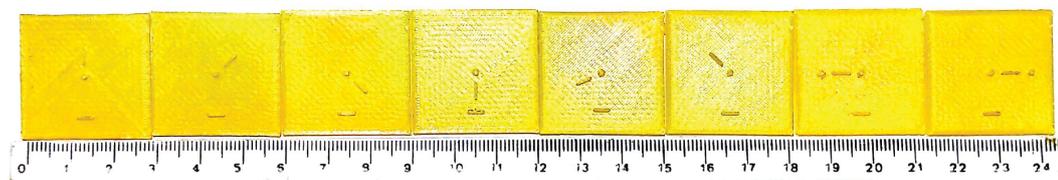
FIGURA 45 – HEXÁGONO CROMÁTICO (a) E FORMATO DE RELÓGIO COM CÓDIGO DE COR (b)



FONTE: A autora (2017).

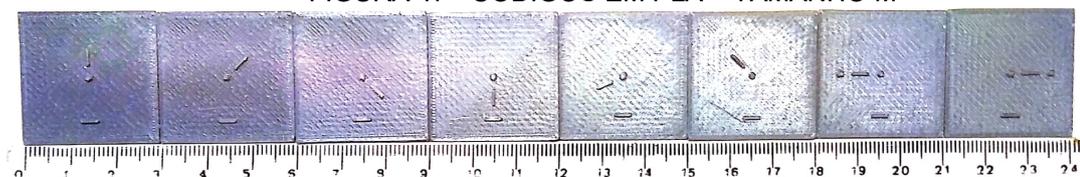
Após, decidido o modelo e com os desenhos técnicos prontos, os códigos foram confeccionados em PLA, resina acrílica e em papel, nos mesmos equipamentos e nas qualidades descrita anteriormente. O material ABS foi descartado, pois não obteve qualidade para detalhes, sendo inferior ao PLA e a resina. Para o experimento principal, os códigos foram confeccionados em placas de formatos quadrados em tamanhos de 3 x 3 cm, contendo um código em cada placa, cada código representando uma cor, impressos separadamente em PLA (FIGURAS 46, 47 e 48), resina (FIGURAS 49 e 50) e papel (FIGURAS 51), e nos tamanhos do código P, M e G para os três materiais.

FIGURA 46 - CÓDIGOS EM PLA – TAMANHO P



FONTE: A autora (2017).

FIGURA 47 - CÓDIGOS EM PLA – TAMANHO M



FONTE: A autora (2017).

FIGURA 48 - CÓDIGO COR VERMELHO EM PLA – TAMANHOS P, M, G



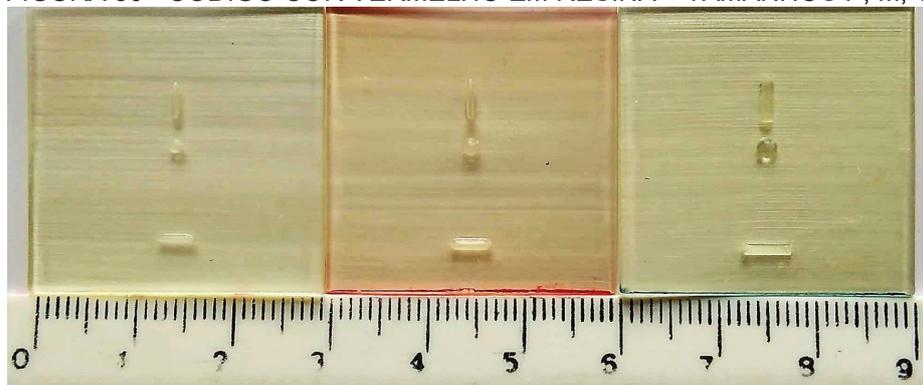
FONTE: A autora (2017).

FIGURA 49 - CÓDIGOS EM RESINA – TAMANHO G



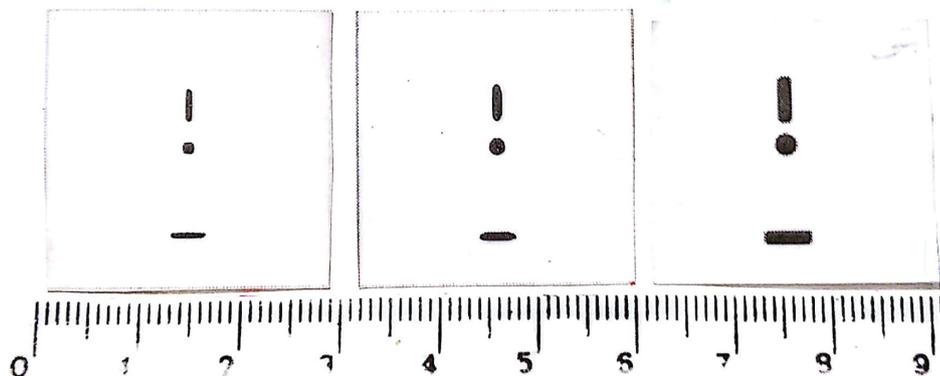
FONTE: A autora (2017).

FIGURA 50 - CÓDIGO COR VERMELHO EM RESINA – TAMANHOS P, M, G



FONTE: A autora (2017).

FIGURA 51 - CÓDIGO COR VERMELHO EM PAPEL – TAMANHOS P, M, G



FONTE: A autora (2017).

Com a produção dos códigos nos três materiais (PLA, resina e papel), e nos 3 tamanhos P, M e G, voltou-se aos 3 voluntários que haviam participado do teste-piloto, para testar o design final do código e, também, os 3 tamanhos desenvolvidos. No teste-piloto concluiu-se que, embora em todos os materiais testados o código foi perfeitamente legível ao tato, mas a resina prestou-se melhor a este objetivo, pois tem bom relevo e não ter aspereza, produzindo uma sensação confortável ao contato tátil. Como Keates (1982) sugeriu que as propriedades do material, tal como rugosidade e absorção, também podem afetar a facilidade com a qual a informação pode ser extraída, influenciando a velocidade a que o utilizador pode mover os dedos.

Assim, os 3 participantes aprovaram as modificações no modelo do código. Quanto aos tamanhos, todas as 3 medidas foram aprovadas, verificando-se que não houve dificuldade de percepção tátil e identificação do código nos 3 tamanhos, todos foram distinguidos com sucesso.

Após a aprovação do modelo com os 3 usuários, iniciou-se o delineamento para os testes de validação do sistema de código.

#### 3.1.4 Delineamento da Fase Experimental

##### **Etapas 6 – Definição do Projeto Definitivo**

Para os experimentos principais foram recrutados 18 indivíduos, sendo nove homens e nove mulheres com idades entre 25 e 64 anos. Destes, 4 participantes

com cegueira congênita, 7 com cegueira adquirida, 3 com baixa visão e 4 participantes com visão normal (utilizando-se de vendas nos olhos).

Segundo Dumas e Redish (1999), a seleção de participantes recomendada é que se tenha um número equivalente de homens e mulheres no conjunto do teste. Além disso, conforme os autores uma característica relevante a ser considerada é a experiência dos participantes quanto à percepção tátil. Assim, este requisito foi suprido, sendo que dentre os 18 participantes, 11 eram cegos.

Quanto ao número de participantes, Turner, Lewis e Nielsen (2006) recomendam que a amostra necessária em testes de usabilidade envolva de 5 a 12 participantes. Conforme os pesquisadores, estudos mostram que este número apresenta a melhor relação custo-benefício. Sendo que, o teste com um participante é capaz de identificar aproximadamente 30% dos problemas da aplicação. Cada novo participante encontra 30% de problemas, destes, uma parte representa novos problemas enquanto a outra representa problemas encontrados pelos participantes anteriores. Assim, a cada novo teste se reduz o número de novos problemas, e se aumenta o número de problemas já encontrados. Desta forma, com 5 participantes se encontra aproximadamente 85% dos problemas da aplicação e o benefício dos novos erros encontrados vale o custo do teste executado.

Todos os participantes receberam treinamento antes dos testes para o conhecimento e memorização dos códigos de cores pelo tempo que cada indivíduo mostrou ser preciso. O treinamento tátil é uma operação neurocognitiva, assim sendo, a aprendizagem se dá através de treinamento, seguindo uma sequência que envolve memórias de curto, médio e longo prazo. Conforme os pesquisadores Raz, Amedi e Zohary (2005), Amedi et al. (2003; 2004), o reconhecimento tátil, sendo um processo analítico, necessita de constante estimulação e mecanismos de *feedback* para se consolidar na memória a longo prazo. Para se ter parâmetro da dificuldade que o código apresentaria, o tempo utilizado para treinamento e memorização do sistema foi cronografado. Algumas vezes, notou-se que o voluntário estava em dúvida durante o teste, então, quando necessário, voltou-se a explicação das cores e do código, este tempo cronografado e acrescentado no tempo de memorização do código.

Para os testes principais, foram utilizadas as placas com a medida de 3 x 3 cm em resina contendo um elemento do código tamanho P em cada placa. Esta

escolha se deu devido aos resultados obtidos nos testes-piloto; a resina foi adotada por ser o material mais confortável ao toque. Quanto ao tamanho do código utilizado, como as três medidas apresentaram boa legibilidade, escolheu-se o “P” por ser acessível a uma gama maior de produtos, além de que a possibilidade de um código pequeno era uma das metas principais do trabalho.

Os triângulos cromáticos foram utilizados como material didático para ensinar as cores e o sistema de código em estudo aos participantes. Definiu-se que estas instruções seguiriam o sentido anti-horário para todos os voluntários, ou seja, sempre iniciando pela cor vermelha, no ápice do triângulo, seguido do azul e do amarelo; quando colocado o segundo triângulo, novamente voltava-se para a cor vermelha, seguido do lilás, azul, verde, amarelo e, por último, do laranja.

Para os experimentos, foram feitas 3 réplicas programadas, e em cada réplica (sequência) foram apresentados quatro códigos de cores, arranjados em ordem aleatória para testar a facilidade de identificação do código pelos voluntários e possibilitar obter a média. Estas sequências foram repetidas da mesma forma para os testes com todos os voluntários.

Nestes experimentos foram testadas e avaliadas a complexidade e a eficácia (calculada pela eficiência) do sistema de código:

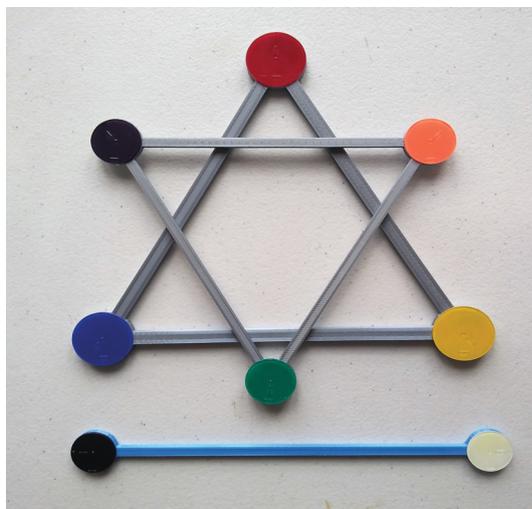
- O cronógrafo foi utilizado para avaliar a complexidade do sistema de código estimado através da cronografagem do tempo utilizado para a compreensão do sistema de código por cada participante;
- Também, a eficácia do sistema foi considerada pela cronografagem do tempo utilizado no reconhecimento de cada código e para julgar qual o grau de dificuldade;

Os testes foram seguidos de breve questionário para algumas informações sobre o participante. Todos os participantes, voluntários, concordaram em assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovado pelo Comitê de Ética da Plataforma Brasil, para a participação oficial no presente trabalho.

Deste modo, para garantir a proteção aos participantes e o atendimento as exigências éticas seguiu-se as seguintes diretrizes:

- Explicou-se aos participantes os objetivos do estudo e suas participações, deixando claro o processo do experimento, o tempo aproximado do experimento, tipo de dados que estariam sendo coletados e como os dados seriam analisados.
- Deixou-se evidente as expectativas de anonimato dos participantes e, também, que os dados particulares identificados durante o experimento não seriam divulgados.
- Certificou-se de que os participantes entendessem que a qualquer momento poderiam interromper o experimento caso desejassem.
- Requisitou-se a autorização prévia do participante para a gravação de voz e fotos tiradas durante o experimento.
- Todos os participantes deram o consentimento por escrito na execução do experimento e o documento de consentimento especificava as condições acordadas do teste, este documento foi assinado por cada participante.

FIGURA 52 – TRIÂNGULOS CROMÁTICOS FEITOS EM PLA E RESINA



FONTE: A autora (2017).

Assim, deu-se início aos experimentos propriamente ditos. Nos testes, com os 6 primeiros voluntários, utilizou-se os triângulos cromáticos feitos artesanalmente com bolas de isopor e palitos de madeira. Para os outros 12 voluntários, utilizou-se triângulos confeccionados em PLA na máquina 3D CLONER DH, da marca 3D Cloner, com parâmetros *Default* e com espessura de camada de 0,05 mm – equipamento do LABERG/UFPR; e nos vértices dos triângulos foram colocados os

códigos confeccionados em resina acrílica RGD720 no tamanho P, na máquina EDEN 250 da Stratasys Ltda, parâmetro *High Quality* e espessura de camada de 0,016 mm (FIGURA 52). Como as placas em resina são translúcidas, desta forma, foram pintadas no verso com tinta esmalte e coladas no triângulo de PLA.

Os triângulos cromáticos se mostraram muito úteis, pois foram empregados como material didático para ensinar, primeiramente sobre as cores principais e suas misturas, geradoras das cores secundárias e, após, para ensinar sobre o código de cores aos participantes.

Ao iniciar o experimento com cada indivíduo, primeiramente colocou-se o triângulo cromático das cores primárias sobre a mesa em frente ao participante, com o ápice para cima, explicou-se sobre as três cores primárias (vermelho, azul e amarelo) e suas localizações no triângulo. Pedindo licença, conduziu-se a mão do participante até os vértices do triângulo, para que ele localizasse o posicionamento das cores neste triângulo.

Continuando, explicou-se sobre o triângulo cromático das cores secundárias (aquelas que são originadas da mistura das primárias) e colocou-se o segundo triângulo invertido sobre o outro, desta vez com o ápice para baixo, novamente conduziu-se a mão do participante até os vértices do triângulo. Fez-se, assim, a sobreposição dos triângulos cromáticos formando um hexágono. Em seguida explicou-se sobre o preto e o branco, que sendo estas cores neutras, ficam à parte do hexágono. Após, foi dada a explicação sobre a lógica do código de cor, seu funcionamento e analogia com as horas e os ponteiros de relógio, bem como sobre o seu formato e posicionamento dos elementos (ponto e linha). Também esclareceu-se sobre o preto e o branco que se diferenciam do restante.

Na sequência, entregou-se nas mãos do participante, uma a uma, as placas de tamanho 3 x 3 cm confeccionadas em resina, contendo em cada placa um código de cor no tamanho P, apresentando-se as peças e descrevendo qual a cor representava cada peça entregue.

A apresentação das placas foi feita vagarosamente, para que o participante conhecesse cada código de cor que compõe o sistema e compreendesse seu design. Nesta etapa, cada placa foi entregue seguindo a ordem de sequência dos triângulos para ajudar na memorização da disposição das cores no hexágono e relação com o design do código, primeiro as cores primárias: vermelho, azul,

amarelo; em seguida as secundárias: lilás, verde, laranja e, por fim, o preto e o branco.

Para cada participante deu-se a liberdade para experimentar cada código de cor pelo tempo e número de vezes que achasse necessário, embora este tempo estivesse sendo cronografado (T.A.C. - Tempo de Aprendizagem do Código). Feito isso, confirmava-se, novamente, se o participante havia entendido a lógica do sistema de código de cor e se teria dúvida em alguma parte do ensinamento. Nos casos de qualquer hesitação, voltava-se a explicação das cores e do código nos triângulos cromáticos. Sempre tendo em vista o bem estar do participante, o entendimento e assimilação do conteúdo, até que o participante se sentisse seguro para iniciar o teste de reconhecimento de cada código de cor (T.R.C.C. – Tempo de Reconhecimento do Código de Cor) sem a ajuda do avaliador e com o código de cor sendo entregue aleatoriamente.

Este tempo de aprendizagem, desde a explanação inicial até a memorização dos códigos, foi cronografado para cada participante, para que se tivesse uma ideia da complexidade o código de cores. Desta forma, com a manifestação de entendimento e consentimento do participante, passou-se para a próxima etapa, o teste.

Para tirar algumas dúvidas a respeito de diferentes resultados acontecidos nos testes quanto ao T.R.C.C., novos experimentos foram conduzidos com mais 2 indivíduos. Desta vez, com modificações na fase de aprendizado do código. Ao invés de ensinar as cores no triângulo cromático em sentido anti-horário (como haviam sido feitos com os 18 voluntários), fez-se em sentido horário. Assim iniciou-se normalmente pelo vermelho, mas, na continuidade, passou-se para o laranja, amarelo e sucessivamente.

Desta forma, dos 2 participantes recrutados, o primeiro tinha 29 anos, conhecimento em Braille, grau de instrução em pós-graduação, com baixa visão congênita. Fez o teste utilizando vendas nos olhos. O segundo participante com 25 anos, com conhecimento em Braille, grau de instrução em ensino superior, cego congênito. O segundo sujeito havia participado do primeiro teste, desta forma estaria repetindo todo o experimento novamente, com uma diferença de tempo de cinco meses entre o primeiro e o segundo teste.

### 3.1.5 Avaliação

#### **Etapa 7 – Solução**

Conforme Preece et al. (2002), a execução do teste tem o objetivo de permitir que se aprecie fatores que caracterizam a usabilidade, a eficácia, a eficiência de uso, a flexibilidade, a utilidade, além de quantificar o desempenho do participante. Segundo Dumas, Redish (1999) e Nielsen (1993) objetivo maior destes testes não é obter resultados estatisticamente válidos, mas se ter indicações claras da eficácia do produto e de como melhorar sua qualidade de uso. Desta forma, para o estudo em questão, estes foram aspectos primordiais estimados para a avaliação e validação do sistema de código de cores. Estes propósitos foram alcançados através da observação ao participante durante o experimento, anotações de seus comentários e medições dos tempos utilizados para o ensino-aprendizagem e memorização do código. Após a primeira etapa do experimento (etapa do ensino-aprendizagem), os triângulos cromáticos foram deixados de lado, e apenas os códigos foram organizados para serem entregues, um a um, na mão do participante para a experimentação. Nesta fase, os pesquisadores puderam averiguar o grau de dificuldade de leitura tátil do código e memorização, colhendo informações à medida que o participante dava detalhes do que estava percebendo pelo tato.

Deste modo, para o experimento foram selecionadas as placas em resina com os códigos no tamanho P, contendo um código em cada placa. Estas placas foram divididas para seguir 3 réplicas em ordem aleatória para possibilitar a obtenção de média (ordem que foi seguida igualmente para todos os 18 participantes), e entregues, uma de cada vez, ao participante. A cada sequência quatro placas foram testadas. No instante em que o participante recebia cada placa em suas mãos iniciava-se a contagem do tempo para código em questão, utilizando-se de um cronógrafo. E, cessava-se a contagem, assim que o participante identificava a cor que aquele código representava. Os tempos gastos para o reconhecimento e identificação de cada código (T.R.C.C.) foram registrados no formulário de pesquisa.

Assim, as sequências do experimento transcorreram conforme os seguintes passos: entregava-se nas mãos do participante uma placa de cada vez, esperava-se o participante falar a cor representada pelo código, registrando-se nas TABELAS 2, 3 e 4, o Tempo de Reconhecimento para o Código (T.R.C.C.) em questão; nos

casos em que o participante demorava mais que 2 minutos para reconhecer a cor pelo código, era considerado como erro e registrado na tabela.

Na primeira sequência seguiu-se a seguinte ordem da TABELA 2:

TABELA 2 – PRIMEIRA SEQUÊNCIA DE TESTE

| CORES    | RESINA      | TEMPO |
|----------|-------------|-------|
| Vermelho | ·<br>—      |       |
| Preto    | · — ·<br>—  |       |
| Verde    | ·<br> <br>— |       |
| Azul     | ·<br>/<br>— |       |

FONTE: A autora (2018).

Na segunda sequência seguiu-se a ordem da TABELA 3:

TABELA 3 – SEGUNDA SEQUÊNCIA DE TESTE

| CORES   | RESINA      | TEMPO |
|---------|-------------|-------|
| Preto   | · — ·<br>—  |       |
| Verde   | ·<br> <br>— |       |
| Branco  | · — ·<br>—  |       |
| Laranja | ·<br>/<br>— |       |

FONTE: A autora (2018).

Na terceira sequência seguiu-se a ordem da (TABELA 4):

TABELA 4 – TERCEIRA SEQUÊNCIA DE TESTE

| CORES   | RESINA      | TEMPO |
|---------|-------------|-------|
| Branco  | · — ·<br>—  |       |
| Lilás   | ·<br>\<br>— |       |
| Amarelo | ·<br>\<br>— |       |
| Verde   | ·<br> <br>— |       |

FONTE: A autora (2018).

Conforme, descrito acima, enquanto o participante executava a tarefa os pesquisadores cronografavam e anotavam o tempo utilizado para o reconhecimento da cor através do código, sem interferir na concentração do participante. Feito isto, finalizava-se o teste agradecendo o participante pela participação no experimento.

### 3.1.6 Análise Estatística

Para a análise dos resultados foi utilizado o método estatístico de Regressão Linear de família Gama (GLM Gama) (PAULA, 2013). O método procurou comparar as diferentes variáveis obtidas nos testes, a fim de encontrar as características que melhor descrevessem o aprendizado e a memorização do código de cores. Os principais fatores independentes selecionados e controlados no transcorrer dos experimentos serão abordados a seguir:

A pesquisa investigou se é possível aos indivíduos identificarem as cores e distingui-las através de sistema de código tátil, desta forma, a coleta dos dados transcorreu através de amostragem por conveniência, mas ainda procurando encontrar parcimônia entre os indivíduos que compuseram os testes, através da ponderação da quantidade de indivíduos em níveis específicos de visão.

As variáveis coletadas com seus respectivos níveis são:

- **Nível de instrução.** Níveis: ensino médio, ensino superior, pós-graduação;
- **Nível de visão.** Níveis: baixa visão, cegueira adquirida, cegueira congênita, visão normal;
- **Instrução em Braille.** Níveis: sim, não;
- **Idade.** Mínimo 25 anos, máximo 64 anos;
- **Sexo.** Níveis: masculino, feminino;
- **Cores.** Níveis: vermelho, azul, amarelo, lilás, verde, laranja, preto, branco.

No estudo foram observadas as seguintes características:

- T.A.C. (Tempo de Aprendizagem do Código) em segundos;
- T.R.C.C. (Tempo de Reconhecimento do Código de Cores) em segundos;
- Acerto do código após a aprendizagem.

Também foram obtidas informações diversas acerca dos participantes, como nome, se conhece cor, se sabe diferenciar cor, se usa no cotidiano, se gostaria de aprender o código.

Das variáveis obtidas, a de maior interesse para o estudo foi a Tempo de Reconhecimento do Código de Cores (T.R.C.C). Sendo realizado o estudo da relevância das variáveis no modelo. Após alguns ajustes, foi optado por utilizar o modelo linear generalizado de família Gama com transformação do inverso da raiz quadrada da variável resposta, que melhor descreveu o comportamento dos dados.

Esta modelagem estatística foi utilizada para procurar padrões que explicassem os fatores de maior influência na medição do T.R.C.C. Um modo bastante comum de obter resultados para isso é através da análise de variância (ANOVA), que tem a capacidade de identificar covariáveis que influenciam no comportamento de variável resposta, no caso o T.R.C.C.

O objetivo era descobrir se os códigos das cores tinham influência no desempenho de aprendizado e, caso tivesse, qual seria tal impacto. Como havia outros fatores com possível influência, era inviável descartá-los na ponderação do modelo, uma vez que isso poderia acarretar em conclusões errôneas acerca dos desempenhos. Como as notas possuem uma natureza contínua, para melhor analisá-las seria necessário o ajuste por um modelo que comportasse dados contínuos. Assim, alguns modelos foram construídos, trabalhando as covariáveis de diversas formas, inclusive com transformações na variável resposta para fazer com que seu ajuste fosse mais satisfatório. Desta forma, o modelo que melhor se adequou foi o Gamma, com transformação  $\frac{1}{\sqrt{y}}$ , em que  $y$  é a variável resposta (T.R.C.C.). O ajuste Gamma foi selecionado dado à natureza contínua e assimétrica da variável resposta, e a transformação foi necessária, pois os dados apresentavam um comportamento “explosivo” em sua cauda maior.

As covariáveis utilizadas foram: Tempo de Aprendizagem do Código (T.A.C.), idade, cores (categórico), nível de visão (categórico), instrução em Braille (binário), sexo (binário) e grau de escolaridade (categórico com efeito quadrático). O modelo em questão apresentou bom ajuste e levou à conclusão de que os códigos de cores não influenciavam no desempenho de aprendizado.

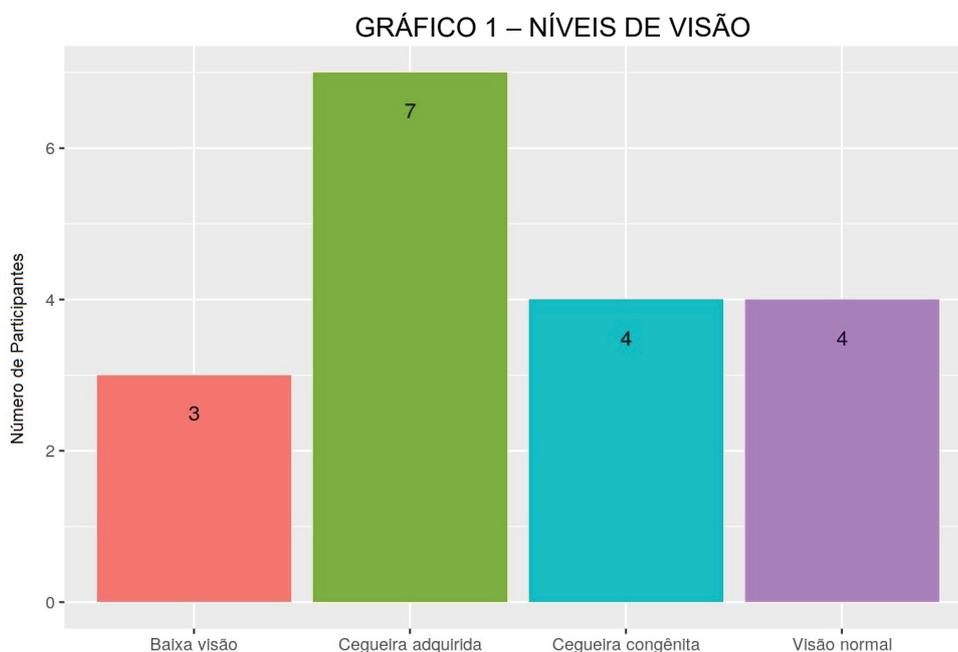
No capítulo a seguir, os resultados e análise dos resultados são colocados detalhadamente.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para avaliar e validar o código desenvolvido foi aplicado testes com 18 usuários para averiguar a capacidade para a identificação das cores e distinção destas através deste sistema tátil. Este capítulo apresenta a descrição dos testes, o método estatístico GLM Gama (PAULA, 2013), utilizado para comparar as diferentes variáveis obtidas, assim como a análise dos resultados.

### 4.1 PRIMEIRO TESTE

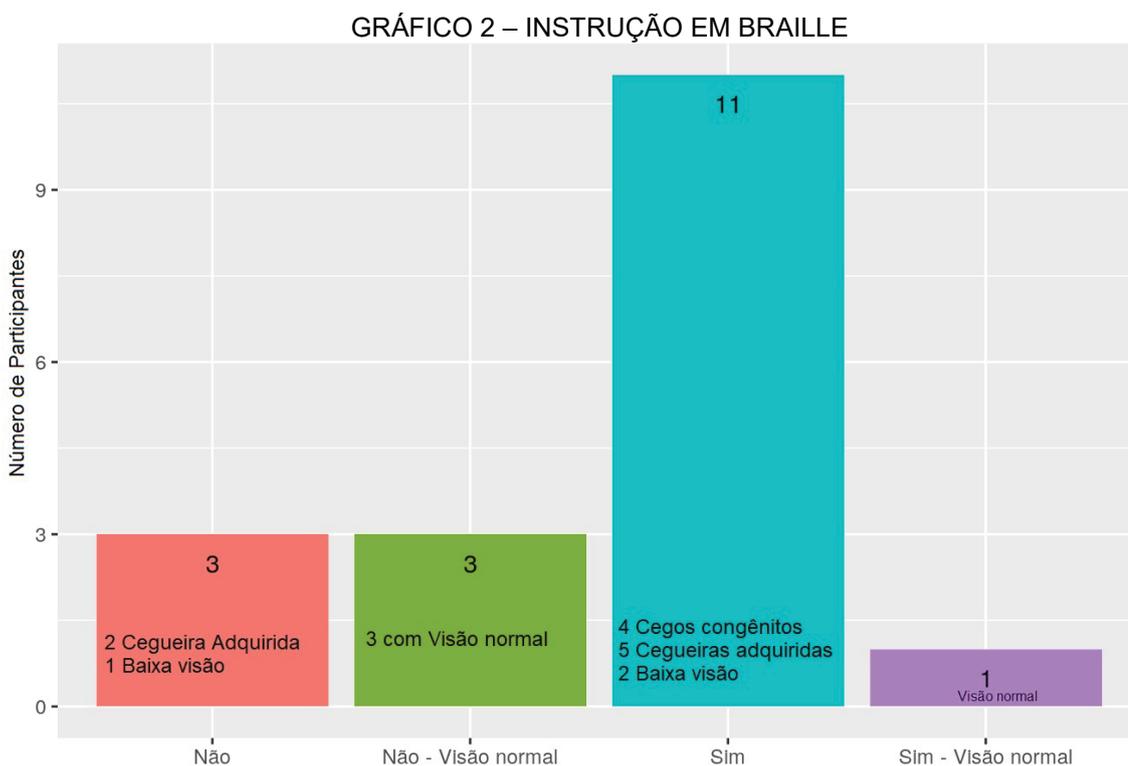
Dezoito indivíduos adultos participaram do estudo, com idades entre 25 e 64 anos, dos quais, 9 do sexo feminino e 9 do sexo masculino. Nos resultados visualizou-se que o Tempo de Aprendizagem do Código (T.A.C.) foi maior para o sexo feminino que gastou o tempo médio de 1137.1 segundos (18,95 minutos), enquanto que para o sexo masculino o tempo médio foi de 952.9 segundos (15,88 minutos). Comparando o percentual de acerto do código de cores, o sexo masculino é de 88,0%, enquanto que para o sexo feminino é de 77,8%.



FONTE: A autora (2018).

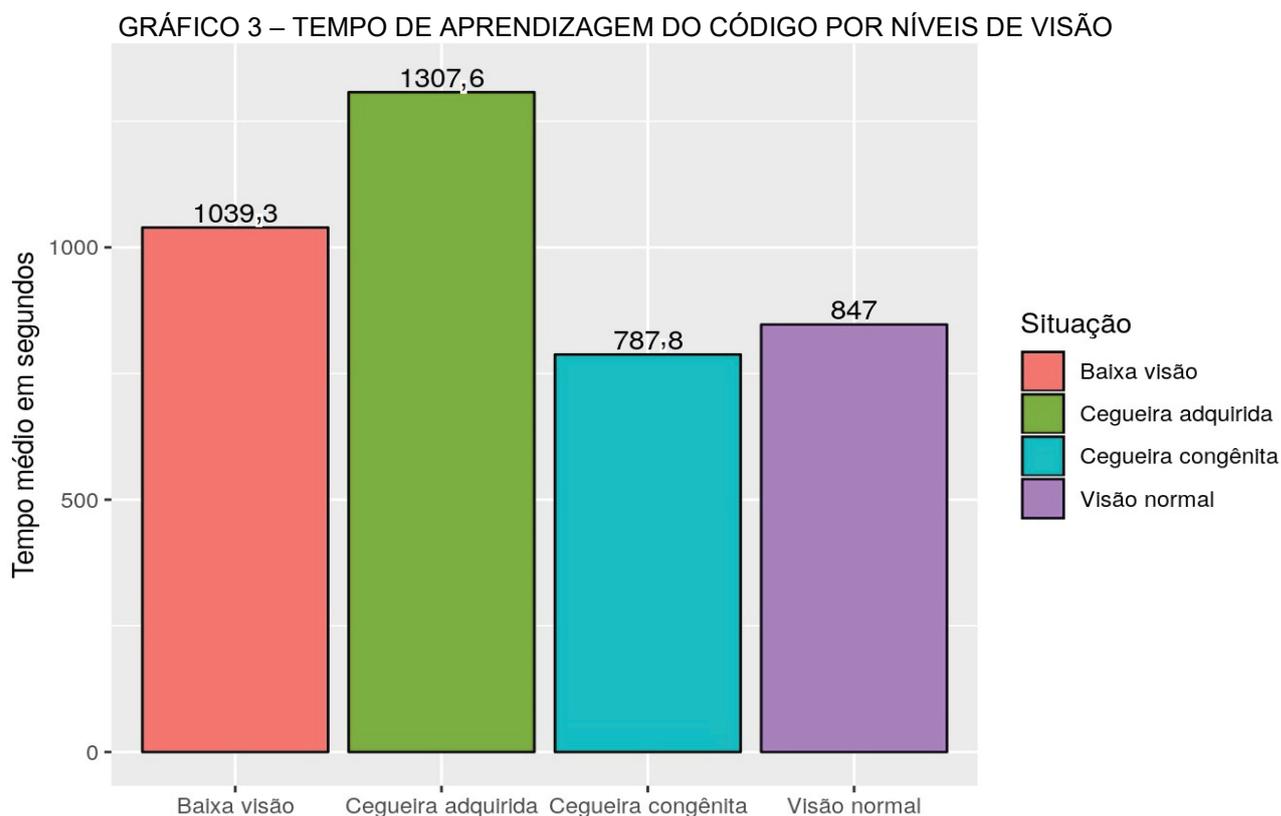
Os voluntários estavam divididos por 4 níveis de visão, assim, o GRÁFICO 1 especifica os níveis de visão dos participantes do experimento. Onze sujeitos cegos, sendo que 4 sujeitos com cegueira congênita e 7 sujeitos com cegueira adquirida. Três sujeitos com baixa visão e 4 sujeitos com visão normal.

Doze participantes tinham instrução em Braille, conforme demonstra o GRÁFICO 2. Todos os 4 participantes com cegueira congênita utilizavam o Braille; dos 7 participantes com cegueira adquirida, 5 utilizavam o Braille; dos 3 participantes com baixa visão, 2 utilizavam o Braille; e dos 4 participantes com visão normal, 1 participante tinha instrução em Braille, embora utilizasse a visão para ler em Braille ao invés do tato.



FONTE: A autora (2018).

Uma vez estabelecido o conhecimento sobre o campo de trabalho (quantidade da amostra, sexo, níveis de visão, instrução em Braille), o passo seguinte foi reconhecer o Tempo de Aprendizagem do Código (T.A.C.) (GRÁFICO 3). Para isto, fez-se a medição dos tempos nas seguintes condições:



FONTE: A autora (2018).

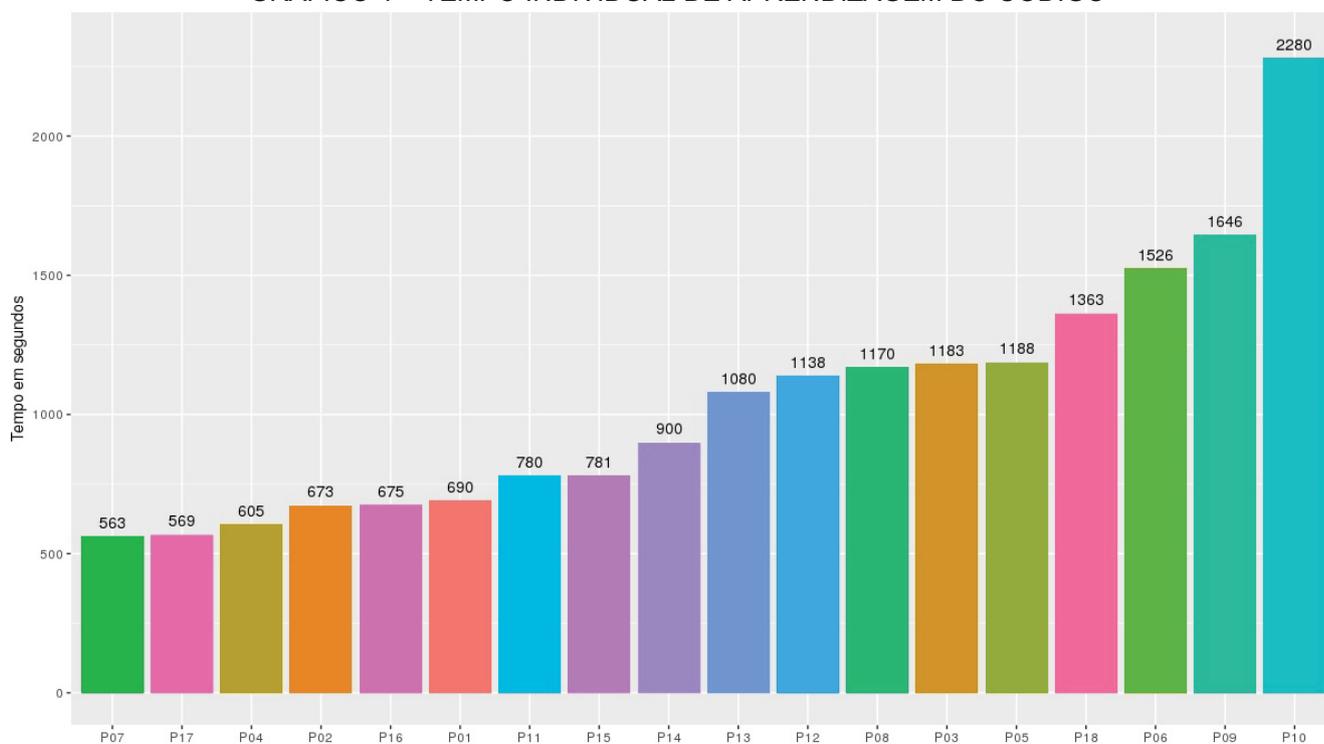
Os resultados indicam que as pessoas cegas congêntas tiveram mais facilidade no processo de compreensão do código. Estes resultados vão de encontro aos pesquisadores Pitano e Noal (2018), que enfatizaram sobre a capacidade de representação mental de cegos congêntos a objetos e fenômenos buscando explicá-los, pois, a perspectiva abstrata predomina nestes indivíduos, oriunda de processos de relação e conexão entre pensamento, imaginação e memória.

Attingido o objetivo de Tempo de Aprendizagem do Código (T.A.C.) por parte dos participantes, o passo seguinte foi o reconhecimento das cores propriamente dito, ou colocar em prática o aprendizado para comprovar sua eficácia. Estabeleceu-se então que a próxima etapa seria a medição do Tempo de Reconhecimento do Código de Cor (T.R.C.C.).

O tempo utilizado por cada participante durante a etapa de aprendizagem e memorização do sistema de código foi medido; o menor tempo foi do participante P7, com cegueira adquirida, 25 anos e instrução no Braille, com 563 segundos (9,38 minutos); e o maior tempo do participante P10, com cegueira adquirida, 64 anos de

idade e instrução no Braille, com 2280 segundos (38,00 min.) (GRÁFICO 4). Média total, diferença entre eles é de 24,6 %.

GRÁFICO 4 – TEMPO INDIVIDUAL DE APRENDIZAGEM DO CÓDIGO

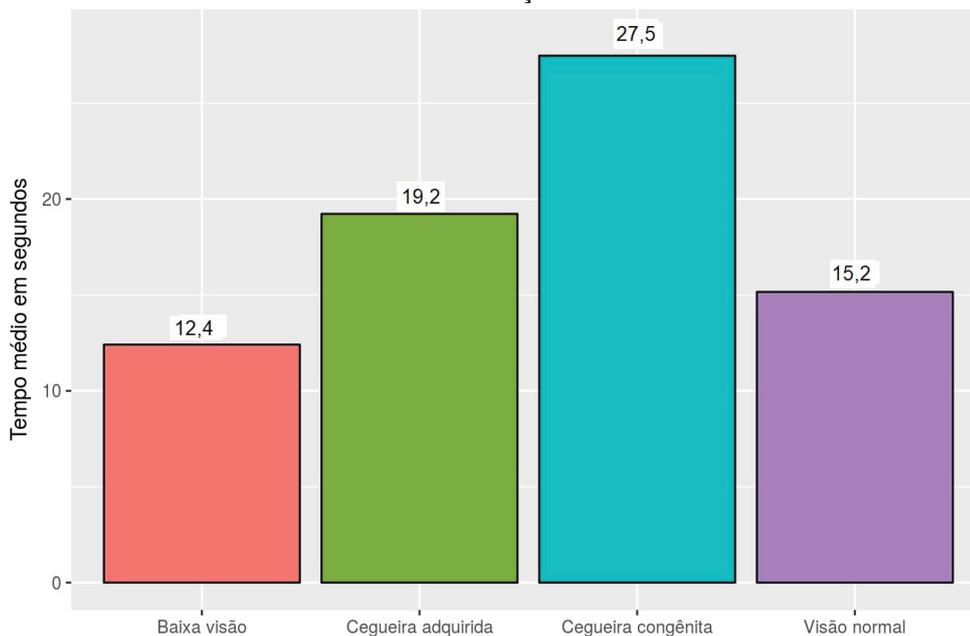


FONTE: A autora (2018).

É observada uma variabilidade no Tempo de Aprendizado individual (T.A.C.), o que é um comportamento esperado, uma vez que pessoas diferentes têm tempos de aprendizado diferente. No entanto, o participante P10, apresentou tempo distoantes dos demais com 38,5% no tempo de memorização se comparado aos demais.

Conforme o GRÁFICO 5, no Tempo de Reconhecimento da Cor do Código (T.R.C.C.) por nível de visão, os resultados indicam que os participantes com cegueira congênita apresentaram maior tempo médio, totalizando 27,5 segundos, enquanto que os participantes com cegueira adquirida 19,2, e os de baixa visão tiveram um tempo médio de 12,4 segundos, porém, percebe-se que na média geral de reconhecimento entre os quatro grupos foi de 18,5 segundos, o que vem provar a facilidade de compreensão do código por todos os grupos.

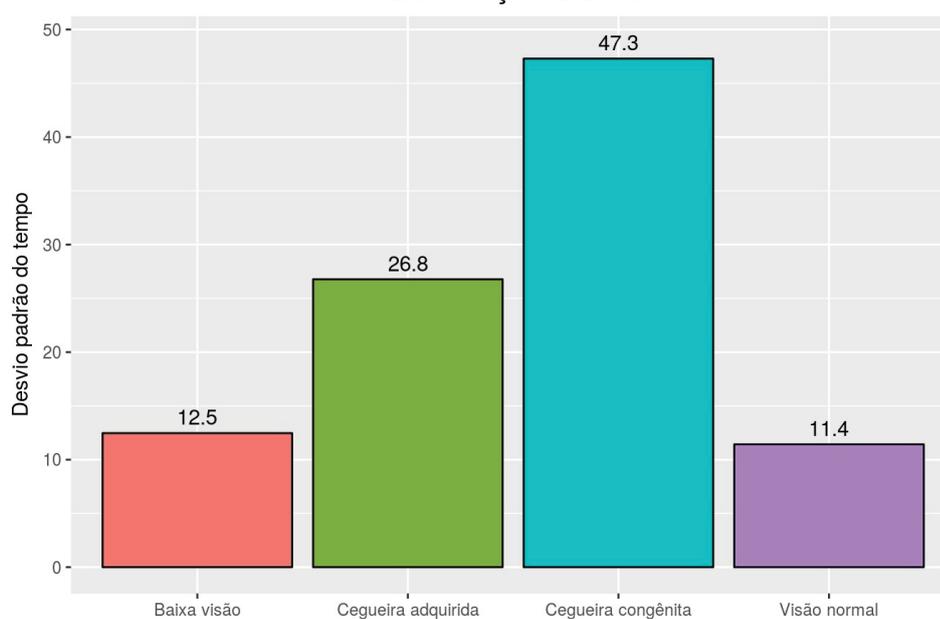
GRÁFICO 5 – TEMPO MÉDIO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE CORES POR SITUAÇÃO DE VISÃO



FONTE: A autora (2018).

Uma informação importante que pode ser retirada dos GRÁFICOS 4 e 5 é que as pessoas com cegueira congênita apresentaram maior tempo médio de reconhecimento (27,5 segundos) e também a maior variabilidade entre os demais níveis de visão (desvio padrão de 47,3 segundos) (GRÁFICO 6).

GRÁFICO 6 – DESVIO PADRÃO DO TEMPO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE CORES POR COR E SITUAÇÃO DE VISÃO



FONTE: A autora (2018).

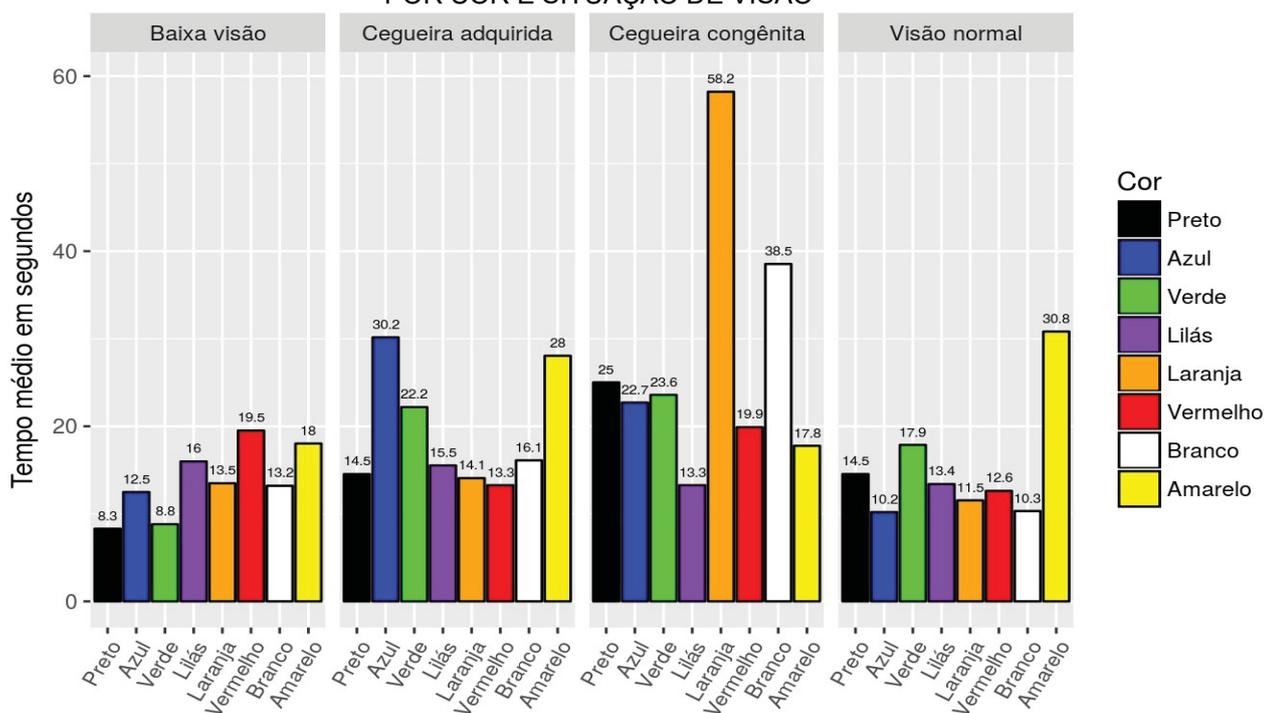
Hipótese 1: O grupo dos participantes cegos congênicos gastou mais tempo para identificar a cor através do código (GRÁFICO 5 e 6), provando que a cor para uma pessoa cega congênita, exige mais esforço de compreensão e memorização do código do que para uma pessoa com cegueira adquirida, que ainda mantém certa lembrança da cor.

Hipótese 2: Esta característica se mantém entre os participantes com cegueira adquirida e os de baixa visão. Como os códigos testados eram incolor (resina translúcida), este fator não favoreceu aos indivíduos de baixa visão, mesmo que estes não tenham utilizado vendas nos olhos.

Hipótese 3: Os participantes de visão normal apresentaram dificuldade maior que os de baixa visão, talvez pela falta de habilidade tátil, que é mais desenvolvida nas pessoas com baixa visão (GRÁFICO 5).

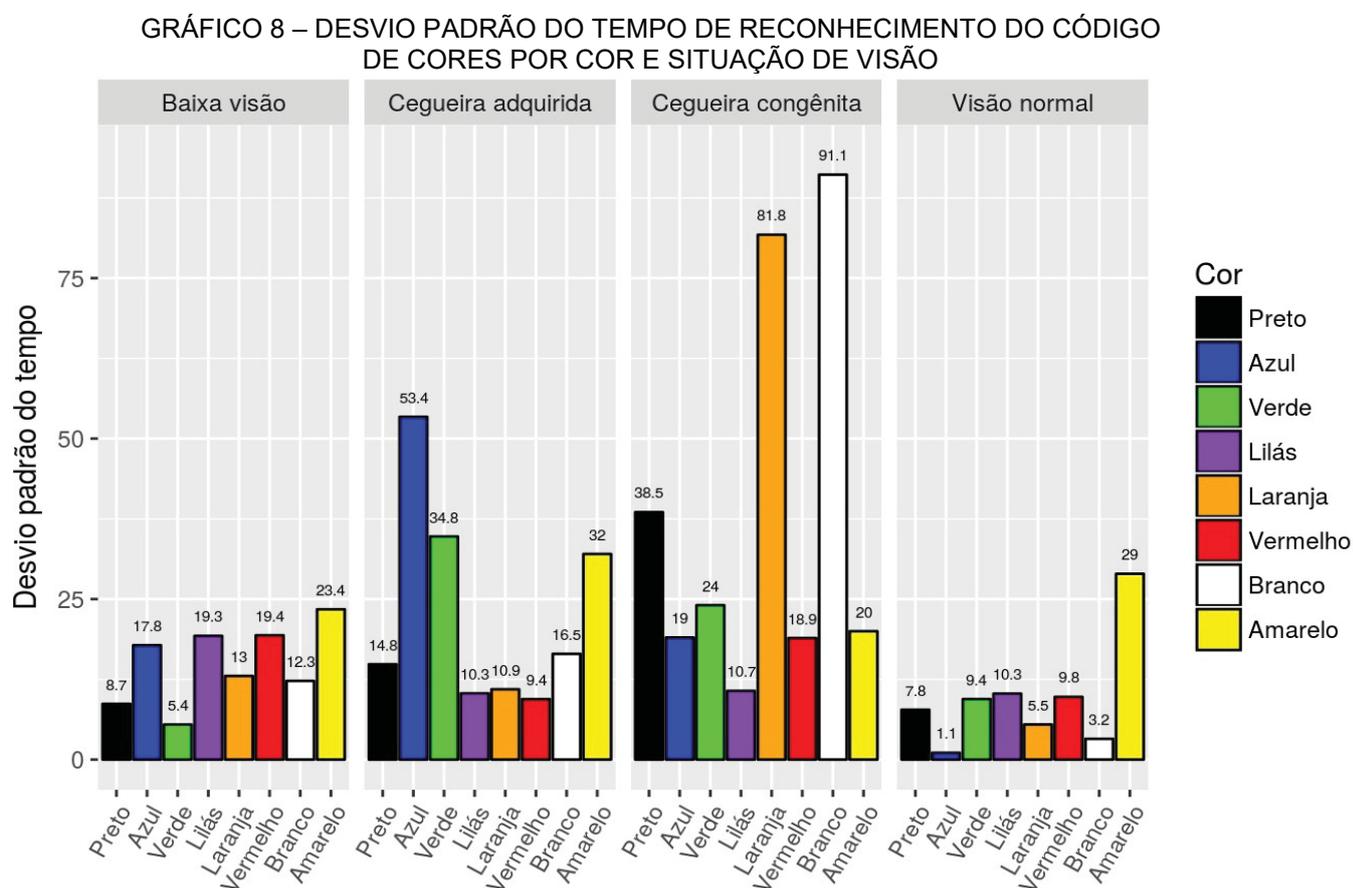
No GRÁFICO 7, observa-se que enquanto nos níveis das pessoas com baixa visão, cegueira adquirida e visão normal, o tempo médio de reconhecimento das cores não obteve muita variabilidade. Nos participantes com cegueira congênita, algumas cores mostraram uma média maior do tempo de reconhecimento, como no caso do laranja com 58,2 segundos.

GRÁFICO 7 – TEMPO MÉDIO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE CORES POR COR E SITUAÇÃO DE VISÃO



FONTE: A autora (2018).

Além da média elevada, a variabilidade das cores laranja e branco nos indivíduos com cegueira congênita apresentou valores mais elevados do que as demais combinações de visão e cor (GRÁFICO 8).

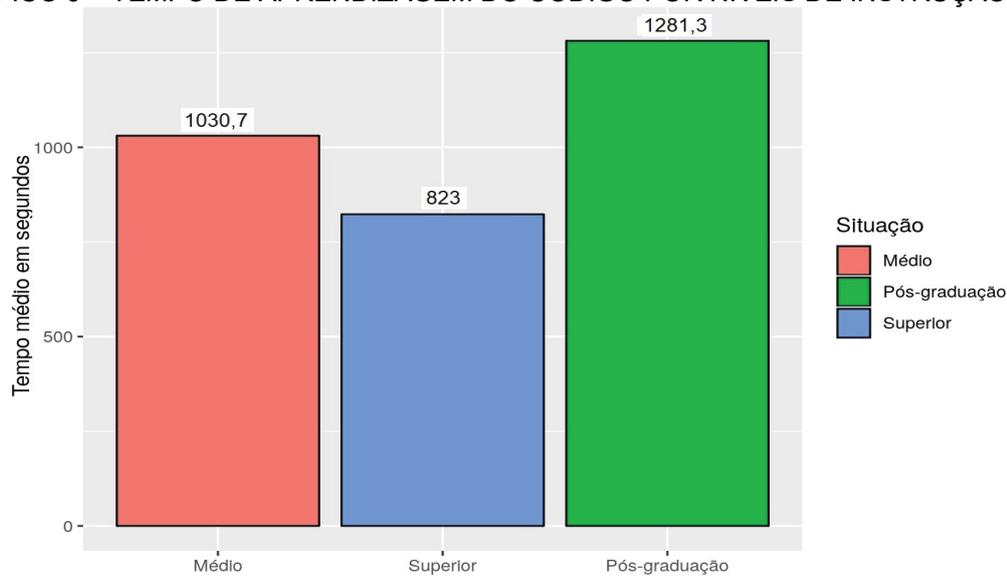


FONTE: A autora (2018).

Este comportamento atípico deve-se a um único participante que teve um Tempo de Reconhecimento do Código de Cor (T.R.C.C.) de 180 segundos, enquanto que a segunda maior observação de tempo de reconhecimento para esta cor foi de 35,69 segundos, o que equivale a aproximadamente 5 vezes maior que o segundo maior tempo.

Os voluntários possuíam graus de escolaridade variados. Seis voluntários com graus de escolaridade em ensino médio, 6 voluntários com ensino superior (graduação) e 6 voluntários com pós-graduação. O GRÁFICO 9 demonstra que o Tempo de Aprendizagem do Código (T.A.C.) foi maior para os indivíduos com pós-graduação.

GRÁFICO 9 – TEMPO DE APRENDIZAGEM DO CÓDIGO POR NÍVEIS DE INSTRUÇÃO

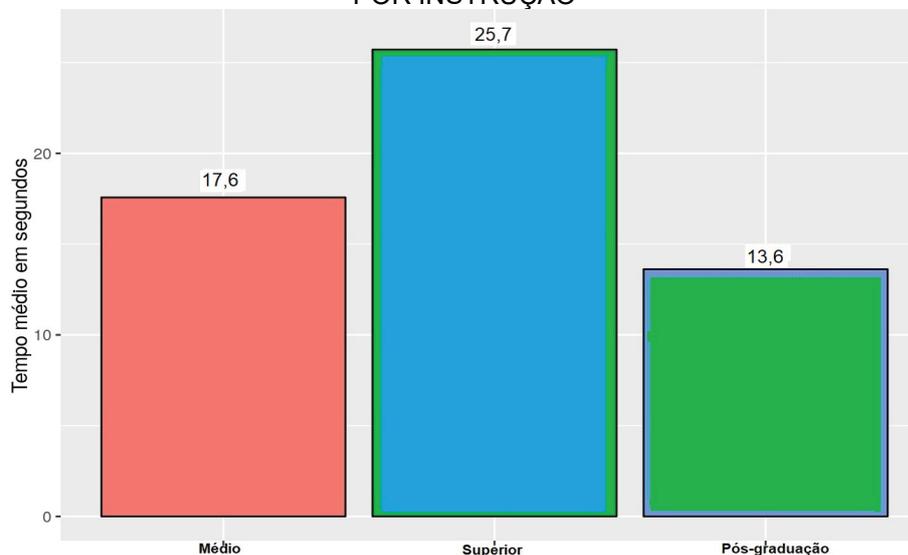


FONTE: A autora (2018).

Hipótese 1: Os indivíduos com nível de pós-graduação tiveram os Tempos mais elevados para a Aprendizagem do Código (T.A.C.) (GRÁFICO 9).

Hipótese 2: As diferenças de reconhecimento do código por grau de instrução (GRÁFICO 10) demonstraram que os participantes com pós-graduação conseguiram os melhores tempos, com média de 13,6 segundos. Em segundo lugar, os participantes de nível médio que gastaram 17,6 segundos para o tempo de reconhecimento do código e os de nível superior ficam com maior tempo, média de 25,7 segundos.

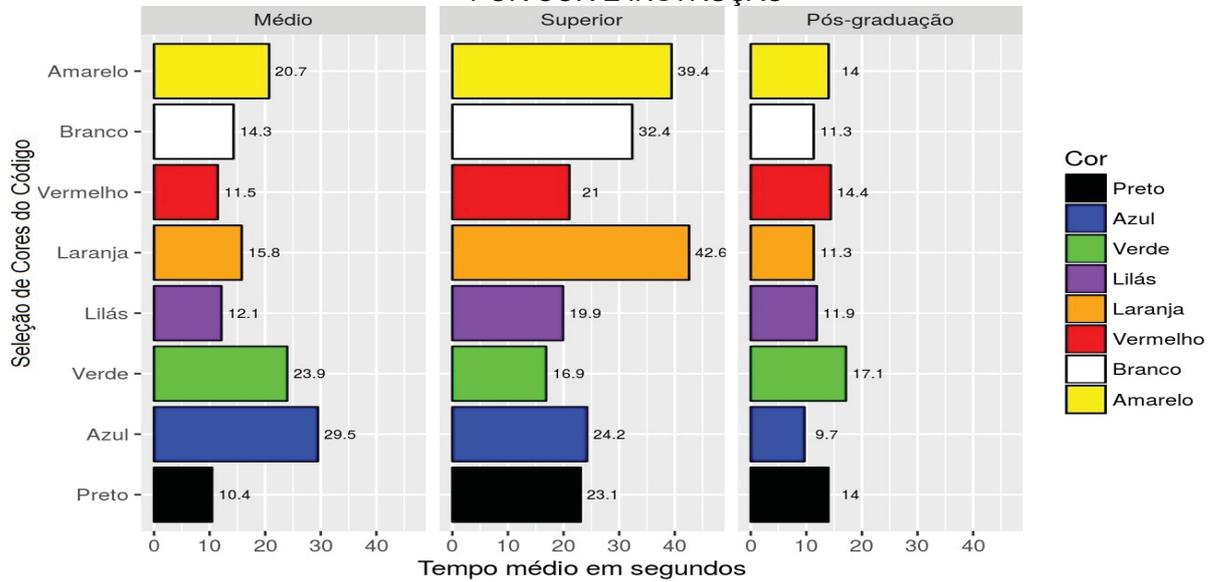
GRÁFICO 10 – TEMPO MÉDIO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE CORES POR INSTRUÇÃO



FONTE: A autora (2018).

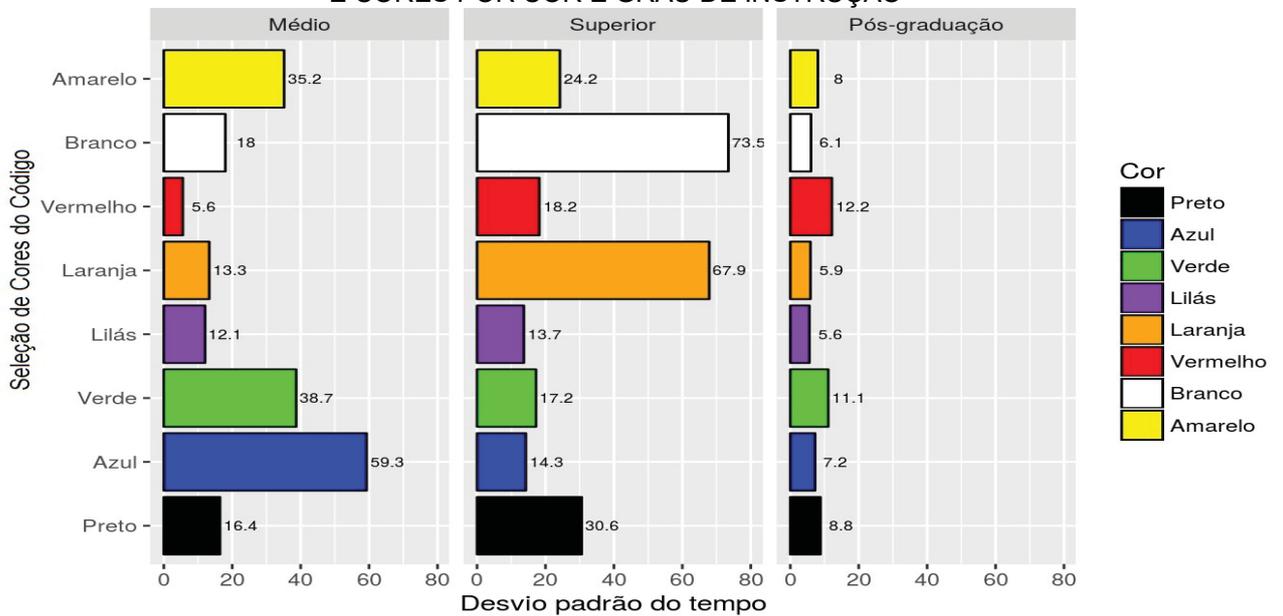
O GRÁFICO 11 descreve o desempenho médio de identificação por cor e grau de instrução.

GRÁFICO 11 – TEMPO MÉDIO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE CORES POR COR E INSTRUÇÃO



FONTE: A autora (2018).

GRÁFICO 12 – DESVIO PADRÃO DE TEMPO MÉDIO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO E CORES POR COR E GRAU DE INSTRUÇÃO



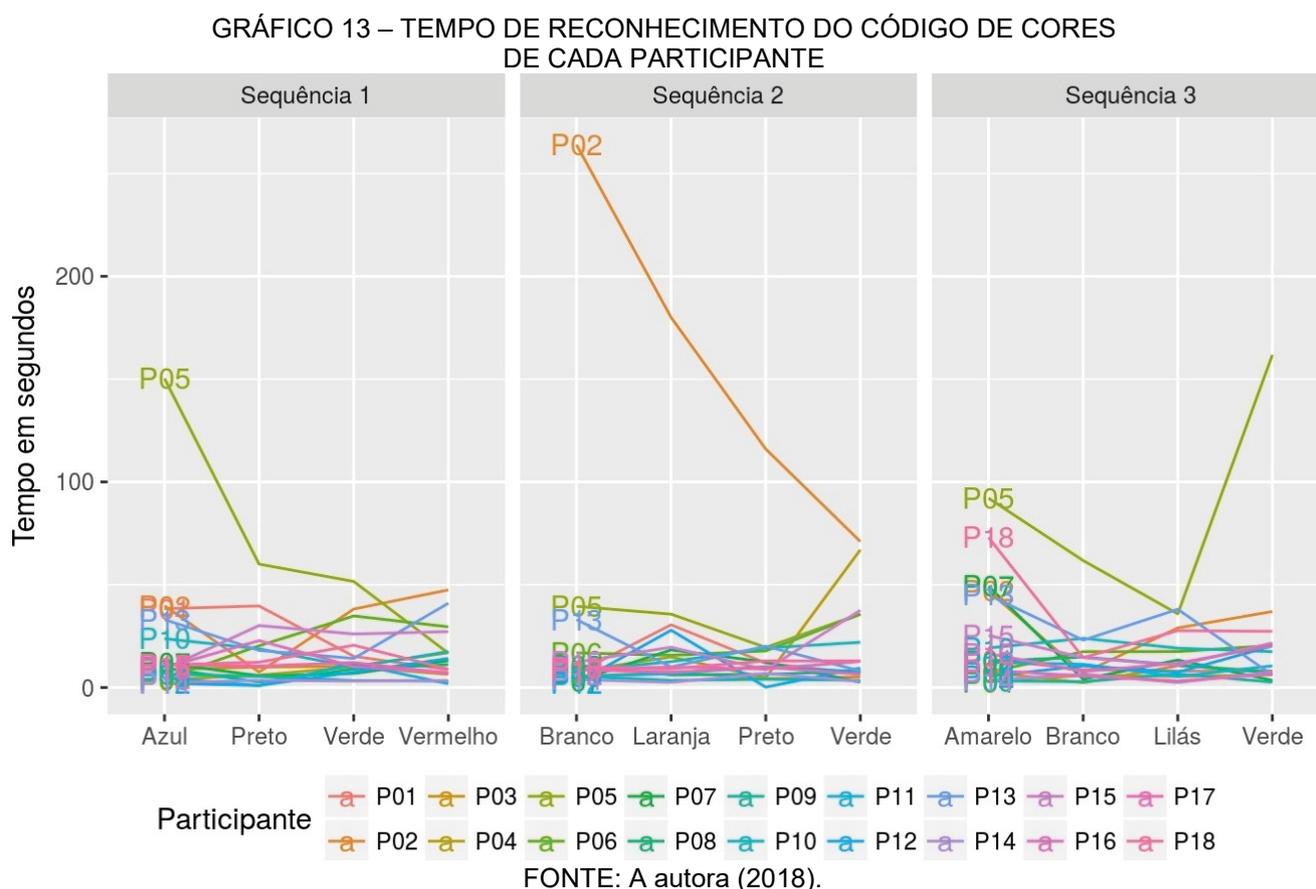
FONTE: A autora (2018).

O GRÁFICO 12, referente ao desvio padrão do Tempo de Reconhecimento de Cor (T.R.C.C.) entre os níveis de escolaridade, reforça o fato de que os pós-graduados tiveram melhor desempenho devido à baixa variabilidade dos mesmos. É

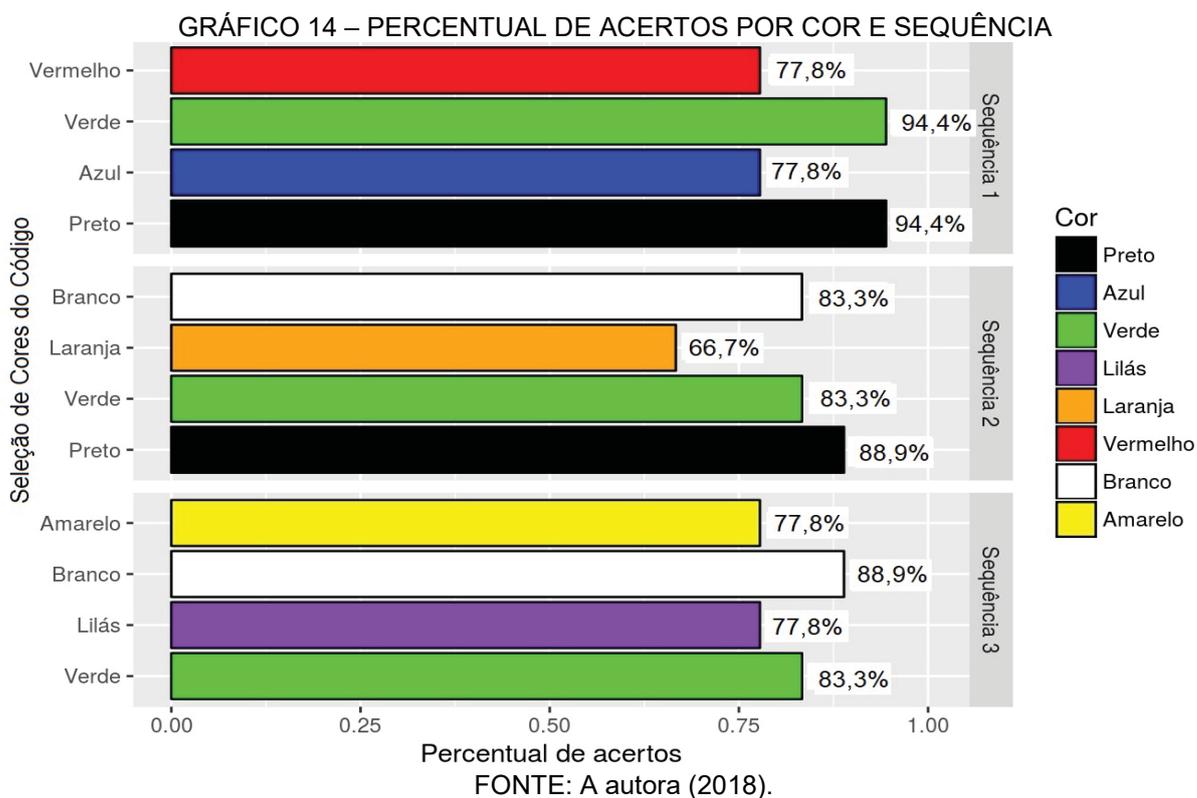
observado também que houve alguns picos de variabilidade entre os níveis médio e superior, embora sem relevância.

Conforme o GRÁFICO 13, ao observar os participantes individualmente, o comportamento acerca do tempo de reconhecimento é homogêneo, com exceção dos participantes P2 e P5. O participante P2 teve o comportamento mais destoante de todos, mostrando uma tendência decrescente bastante acentuada, na sequência 2. O participante P5, não teve um comportamento tão atípico quanto o participante P2, mas obteve os maiores Tempos de Reconhecimento do Código de Cor (T.R.C.C.) dentre as cores nas sequências.

A partir de uma investigação superficial não foi observado nenhum padrão que justificasse o desempenho desses 2 participantes.



De forma geral, não foi observada grande diferença de acerto entre as cores por sequência (GRÁFICO 14). O único ponto de maior destaque é a cor laranja, na sequência 2 que obteve 66,7% de acerto.

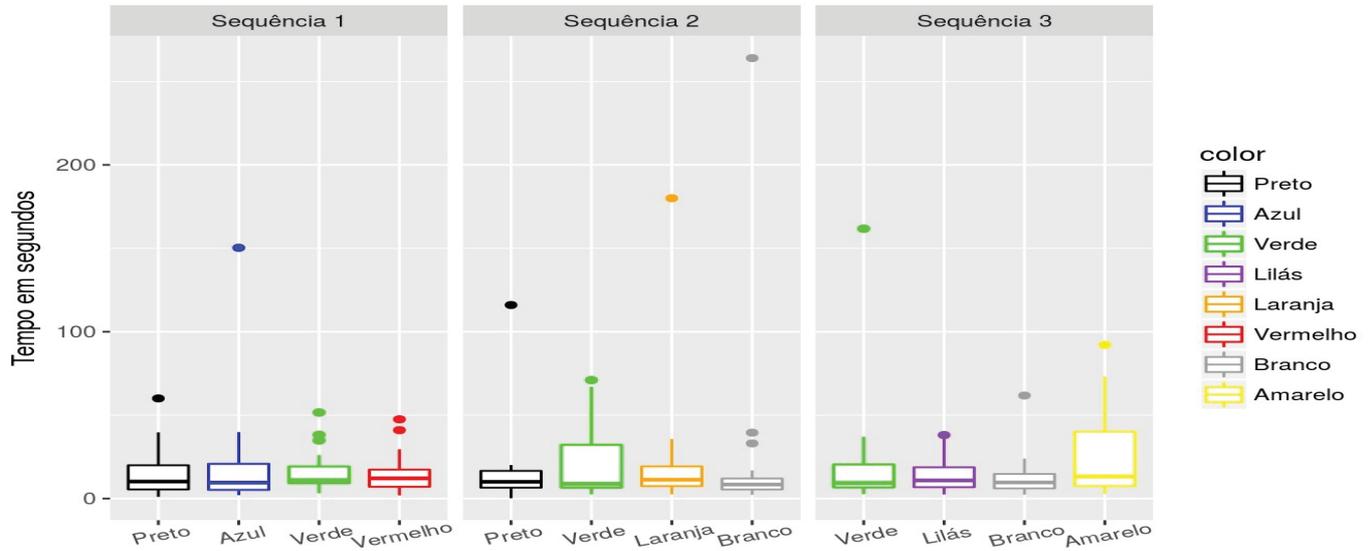


Hipótese 1: Na média geral do Tempo de Reconhecimento do Código de Cores (T.R.C.C.), verificou-se que a maior dificuldade encontrada foi na cor laranja (58,2 segundos), em seguida do branco (38,5 segundos) e do amarelo (30,8 segundos), onde os participantes apresentaram maior dificuldade de reconhecimento.

Hipótese 2: A metodologia de ensino do código, imaginando-se o mostrador de um relógio, foi iniciada pelas cores primárias: vermelho, azul e amarelo; após as cores secundárias: lilás, verde e laranja, seguindo um sentido anti-horário, assim sendo, começando pelo vermelho e terminando no laranja. Como no processo de ensino, o laranja e o branco são as últimas cores, estas cores apresentaram um grau de maior dificuldade de interpretação.

Pode-se observar no GRÁFICO 15 que a variabilidade dos *Box Plots* não difere muito de cor para cor. O dado varia, em média, até aproximadamente 50 segundos para o Reconhecimento das Cores. Com relação aos pontos discrepantes, que são vistos na maioria das cores, não houve indício de que eles seriam prejudiciais às conclusões acerca da análise. A mediana dos gráficos também apresentou baixo comportamento.

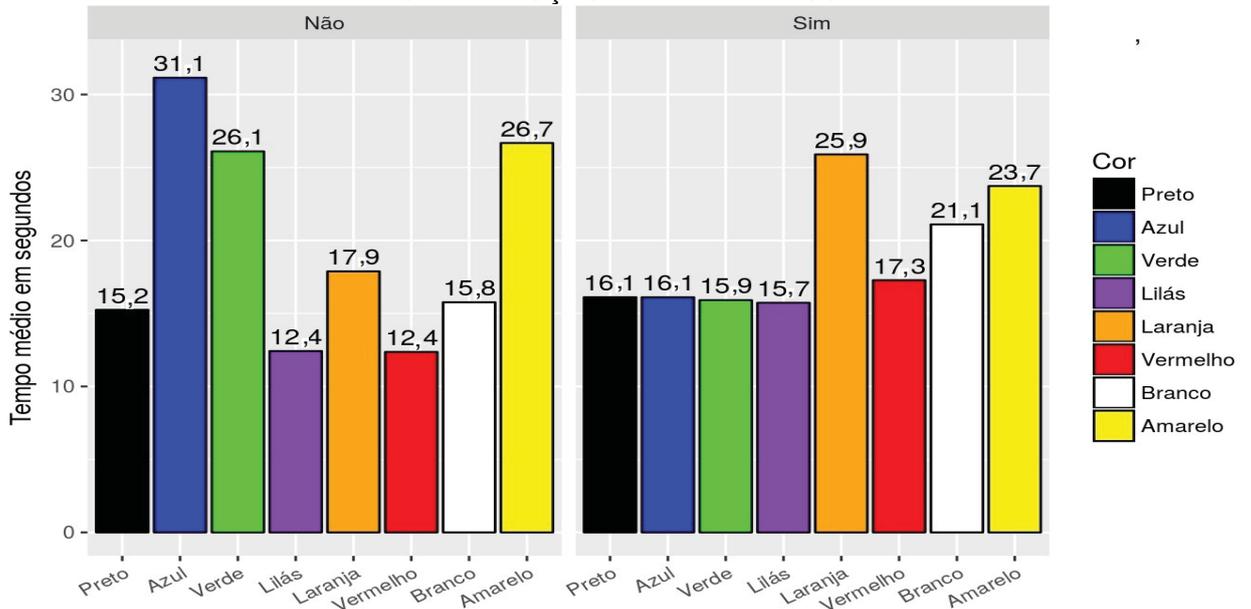
GRÁFICO 15 – BOX PLOTS DOS TEMPOS DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO POR COR E SEQUÊNCIA



FONTE: A autora (2018).

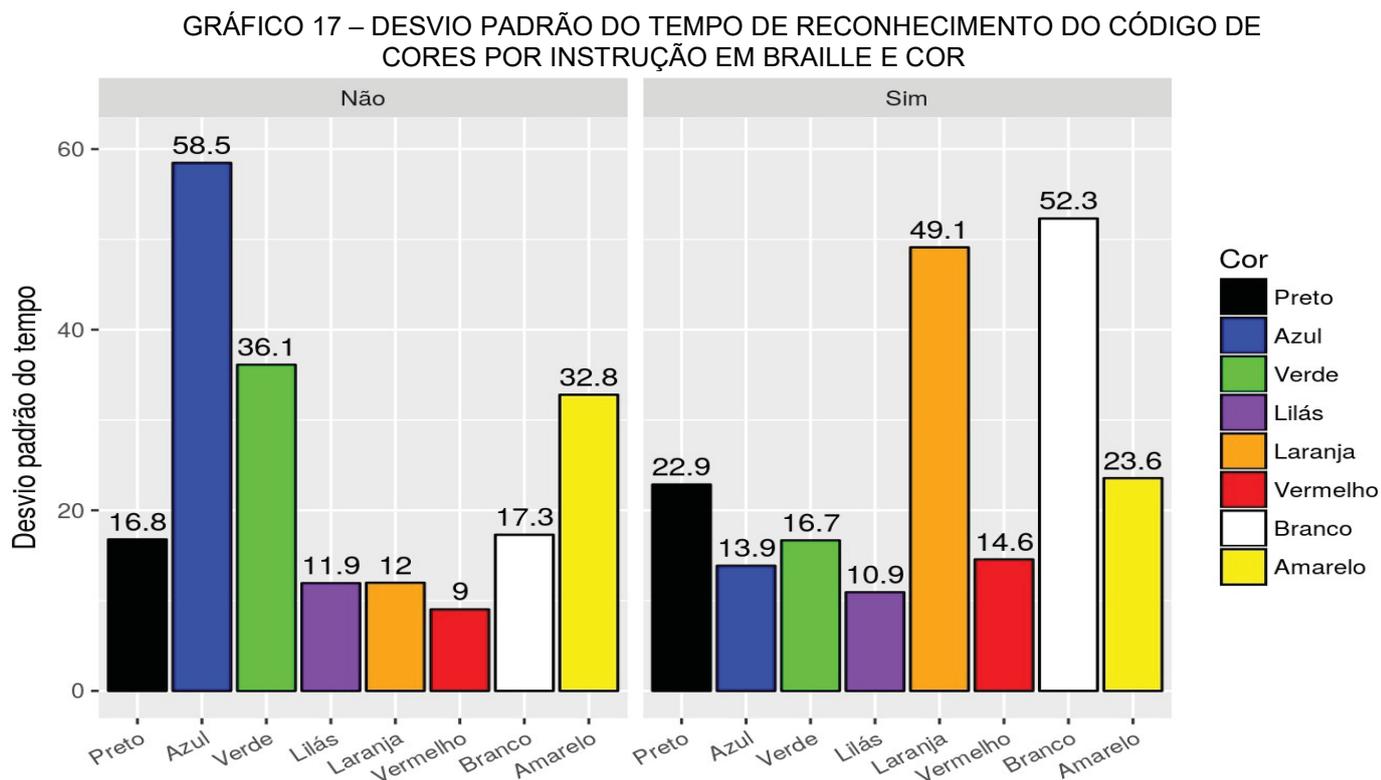
O tempo utilizado por cada participante durante a etapa de aprendizado e memorização do sistema de código (T.A.C.) foi cronografado; o menor tempo foi do participante P7, com cegueira adquirida, 25 anos e instrução no Braille, com 563 segundos (9,38 minutos); e o maior tempo do participante P10, com cegueira adquirida, 64 anos de idade e instrução no Braille, com 2280 segundos (38,00 minutos) (GRÁFICO 16).

GRÁFICO 16 – TEMPO MÉDIO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE CORES POR INSTRUÇÃO EM BRAILLE E COR



FONTE: A autora (2018).

Pode ser observado no GRÁFICO 17 que as pessoas instruídas em Braille tiveram, em geral, menor Tempo de Reconhecimento do Código entre as Cores (T.R.C.C.), padrão que não é observado nas pessoas que não tiveram tal instrução. No entanto, em ambos os casos é observável a existência de alguns picos de variabilidade nesse tempo. Ainda sim, são esporádicos.

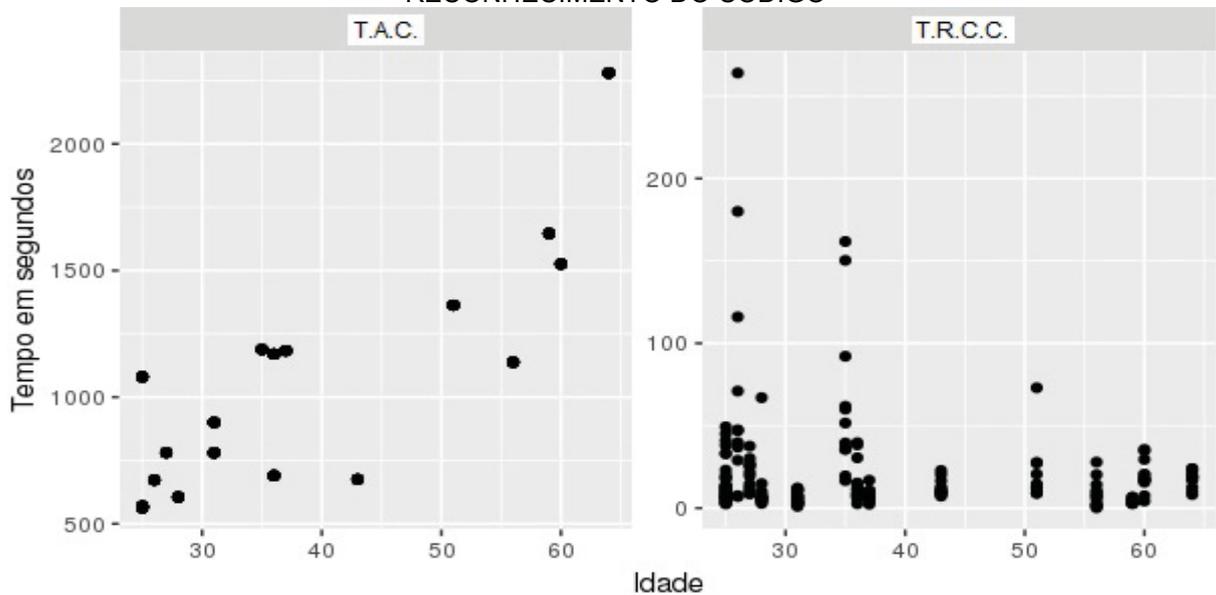


FONTE: A autora (2018).

Um padrão importante a ser destacado no GRÁFICO 18, é que o tempo de aprendizado é diretamente proporcional a idade dos indivíduos, mas o tempo de reconhecimento diminui conforme as idades. Isto pode indicar que uma maior dedicação à memorização do código acarreta em uma maior facilidade de reconhecimento.

Pode-se observar que os 3 maiores tempos de memorização pertencem aos mais velhos participantes, reforçando que quanto maior a idade maior é o tempo para aprendizagem (GRÁFICO 18).

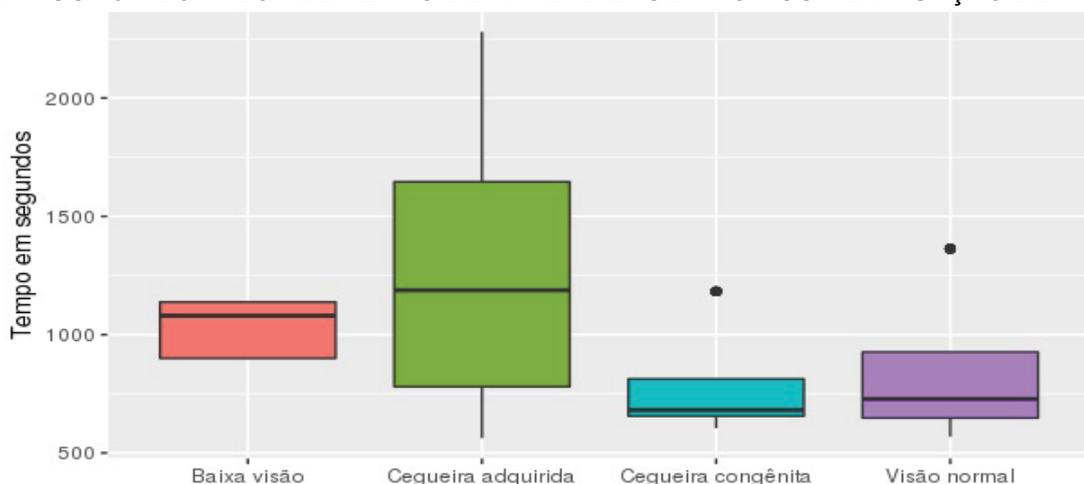
GRÁFICO 18 – IDADE VERSUS TEMPO DE APRENDIZAGEM DO CÓDIGO E TEMPO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO



FONTE: A autora (2018).

Com exceção do nível de cegueira adquirida (GRÁFICO 19), os níveis de visão apresentaram homogeneidade quanto à variabilidade no tempo de memorização do código. Os indivíduos com baixa visão apresentaram uma das maiores medianas de Tempo de Aprendizado (T.A.C.), mas em compensação tiveram os dados mais semelhantes. Os participantes com cegueira adquirida, devido a alta variabilidade e a maior mediana do tempo de aprendizado, são os que tiveram maior dificuldade para memorizar o código, apresentando uma média de 1308 segundos para a memorização e desvio padrão de 534 segundos.

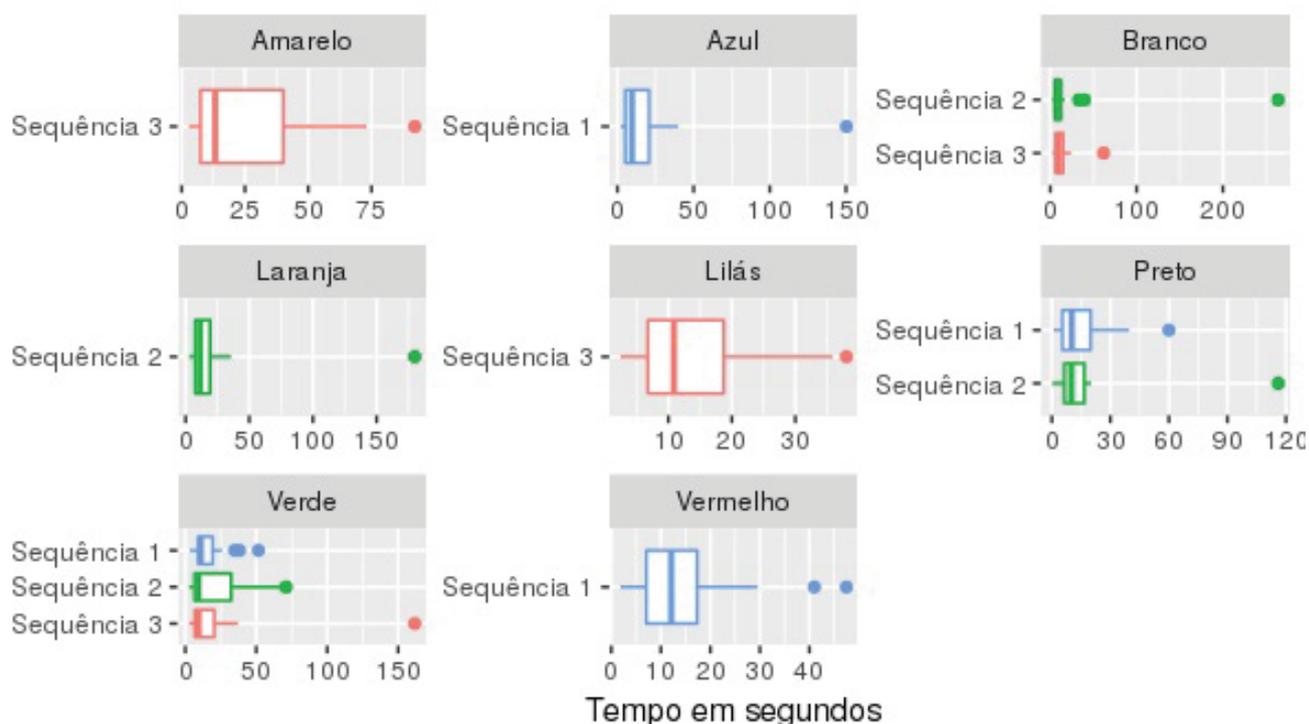
GRÁFICO 19 – BOX PLOT DE TEMPO DE APRENDIZAGEM POR COR E SITUAÇÃO DE VISÃO



FONTE: A autora (2018).

Comparando as cores e suas repetições nas sequências (GRÁFICO 20), não pôde ser observado um padrão muito destoante. Na sequência 2 o verde apresentou uma variabilidade pouco maior se comparado às sequências 1 e 3, mas ainda assim nada destoante.

GRÁFICO 20 – BOX PLOTS DE COMPARAÇÃO DO TEMPO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE CORES REPETIDAS

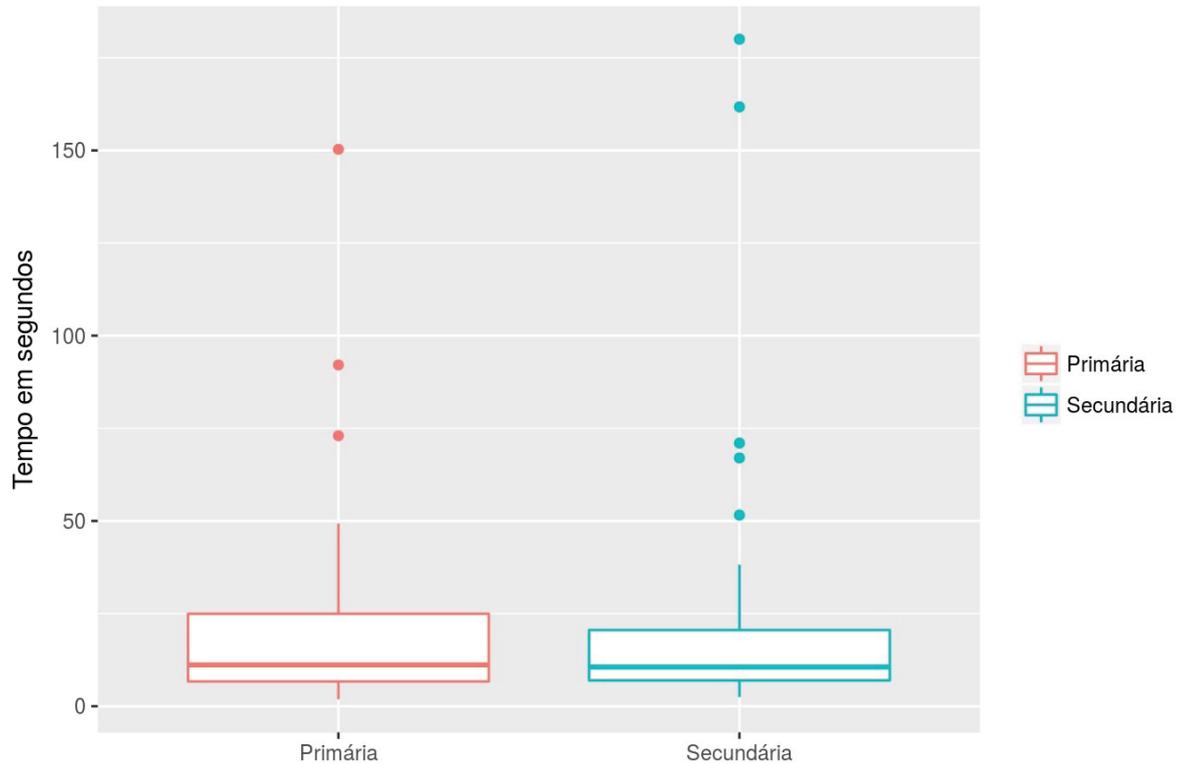


FONTE: A autora (2018).

Não foi observada uma diferença significativa no tempo entre cores primárias e secundárias (GRÁFICO 21).

Após observar a dificuldade de reconhecimento da cor laranja, que na média geral do reconhecimento do código de cores precisou de 58,2 segundos para o Tempo de Reconhecimento do Código de Cor (T.R.C.C.), em contraste com o amarelo, que apresentou uma média de 30,8 segundos na cor amarelo, resolveu-se fazer um segundo teste de aferição usando uma lógica inversa. Começando a ensinar o código, desta vez em sentido horário quando observou-se que a última cor a ser estudada é a que apresenta, conseqüentemente, maior grau de dificuldade.

GRÁFICO 21 – *BOX PLOT* DE COMPARAÇÃO ENTRE CORES PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS



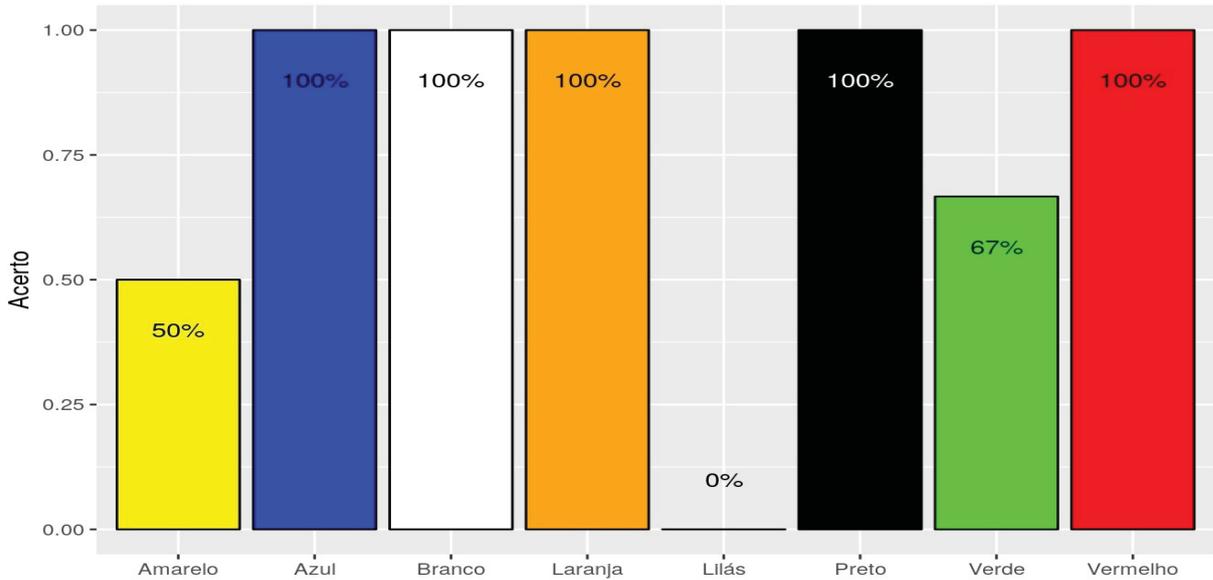
FONTE: A autora (2018).

## 4.2 SEGUNDO TESTE

Para concluir o trabalho foi aplicado um segundo teste para comprovar a Hipótese levantada acima. Seguindo o mesmo procedimento dos primeiros testes da primeira fase. Primeiramente, ensinando-se sobre a teoria das cores e, em seguida, a aplicação do código de cores com a utilização dos triângulos cromáticos.

Fica evidenciado que quando apresentado o código ao participante, sempre as últimas informações aprendidas demoram mais a serem absorvidas pelos sujeitos, como se percebe no GRÁFICO 22, onde, ambos os participantes tiveram um bom desempenho no Tempo de Reconhecimento (T.R.C.C.) de quase todas as cores. E, de forma similar ao ocorrido na primeira fase, a taxa de reconhecimento da cor Lilás foi menor, por ter sido a última cor a ser apresentada ao participante.

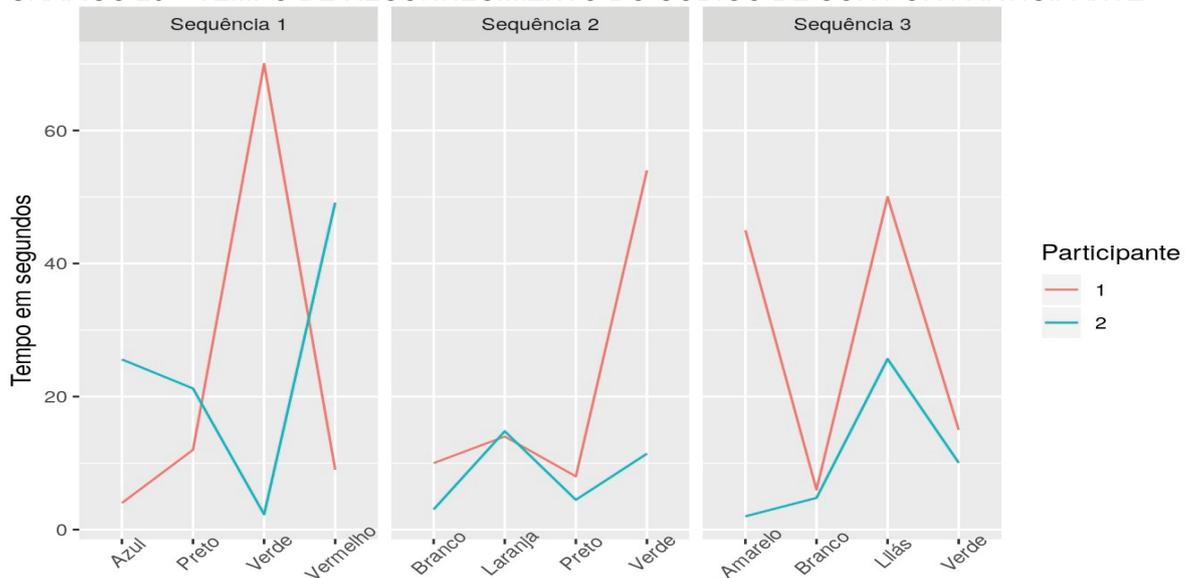
GRÁFICO 22 – TEMPO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO POR COR



FONTE: A autora (2018).

Neste experimento foi confrontado dados obtidos de um participante que já conhecia o sistema de código com outro que não tinha ainda conhecimento do sistema de código de cores. Assim, o participante P1 (sem experiência), que gastou 10,04 minutos para o Tempo de Aprendizagem do Código. E o participante P2 (com experiência), neste segundo contato com o código, usou apenas 02,26 minutos para o Tempo de Aprendizagem (T.A.C.). Evidenciando-se que após o primeiro contato com o código, a percepção do sujeito torna-se mais rápida. O GRÁFICO 23 demonstra que participante P2 obteve melhor desempenho que o P1.

GRÁFICO 23 – TEMPO DE RECONHECIMENTO DO CÓDIGO DE COR POR PARTICIPANTE



FONTE: A autora (2018).

### 4.3 ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Para avaliação dos Tempos de Reconhecimento entre os Códigos de Cores (T.R.C.C.), foi realizado um teste de análise de variância, seguindo as seguintes hipóteses:

H0: Não há diferença no Tempo de Reconhecimento das Cores (T.R.C.C.).

H1: O Tempo de Reconhecimento (T.R.C.C.), de pelo menos duas cores, difere.

A princípio, foi ajustado um modelo que segue a distribuição normal.

TABELA 5 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO MODELO DE REGRESSÃO COM DISTRIBUIÇÃO NORMAL

|                    | <b>Grau de liberdade</b> | <b>Soma de quadrados</b> | <b>Quadrado médio</b> | <b>F calculado</b> | <b>P - valor</b> |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| <b>Fator (cor)</b> | 11                       | 3.416,74                 | 310,61                | 0,358              | 0,9705           |
| <b>Resíduo</b>     | 204                      | 177.247,61               | 868,86                |                    |                  |

Foi feita a análise de resíduo do modelo e percebeu-se falta de ajuste. Para a correção deste ajuste, foi optado por fazer uma transformação na variável resposta (T.R.C.C.), e trocar a distribuição normal pela distribuição Gama. A tabela que se segue é a de análise de variância do modelo escolhido.

TABELA 6 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO MODELO DE REGRESSÃO COM DISTRIBUIÇÃO GAMA

|                  | <b>Grau de liberdade</b> | <b>Soma de quadrados</b> | <b>F calculado</b> | <b>P - valor</b> |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|------------------|
| <b>TCC</b>       | 1                        | 5,788                    | 34,24              | 0,000            |
| <b>Idade</b>     | 1                        | 1,881                    | 11,13              | 0,001            |
| <b>Visão</b>     | 3                        | 3,670                    | 7,24               | 0,0001           |
| <b>Braille</b>   | 1                        | 3,182                    | 18,82              | 0,00002          |
| <b>Sexo</b>      | 1                        | 2,26                     | 13,38              | 0,00033          |
| <b>Instrução</b> | 2                        | 4,62                     | 13,67              | 0,000003         |
| <b>Cor</b>       | 11                       | 1,26                     | 0.68               | 0,757            |
| <b>Resíduo</b>   | 194                      | 32,80                    |                    |                  |

Pelo quadro de análise de variância, não há evidências para sustentar a hipótese de influência das cores no Tempo de Reconhecimento do Código de Cor. No entanto, as demais covariáveis apresentaram alta significância para explicar o T.R.C.C.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procurando promover a independência, autonomia e inclusão social do público com deficiência visual, o presente estudo utilizou de uma abordagem científica para investigar as possibilidades e dificuldades que estes indivíduos perpassam durante suas trajetórias com a vivência em um mundo onde a cor está em tudo e é de vital importância. A restrição de não ter acesso a cor coloca-os à margem de uma participação inclusiva na sociedade.

Buscou-se, então, estudar o que já havia sido feito, neste sentido, no universo acadêmico, chegando-se a conclusão de que estas opções encontradas careciam de abordagem científica, sendo desprovidas de metodologia de pesquisa que avaliasse e validasse estas criações, de forma que atendessem a esta demanda satisfatoriamente.

Nasceu daí este trabalho, com o apoio do conjunto de conhecimento e metodologia científica, embasados em revisões bibliográficas e, também, no conhecimento da autora em Teoria da Cor por meio de seu percurso dentro da graduação, do mestrado e da experiência como professora de Artes Plásticas. Deste modo, usufruindo destes saberes, procurou-se alcançar a problemática dos indivíduos com deficiência visual quanto à cor.

Buscou-se, neste estudo, possibilitar a representação das cores e suas tonalidades através da percepção tátil para a identificação destas, em qualquer objeto, por pessoas cegas e com todo tipo de deficiência visual de forma fácil, prática, aliada a Teoria da Cor, com a possibilidade de uso em superfícies com espaços mínimos, obedecendo aos requisitos necessários para que seja esta uma linguagem universal.

Para tanto, buscou-se inspiração no Braille que, por meio de pontos em relevo legíveis ao tato, criou uma linguagem única, diminuta e acessível aos cegos.

Para facilitar a assimilação do código, assim como o entendimento da formação das cores, aliou-se a este projeto a Teoria da Cor, com a utilização do triângulo cromático que ostenta as 3 cores primárias do espectro, que somado a outro triângulo invertido, contendo as cores secundárias, estrutura um hexágono que lembra o funcionamento de um relógio ao marcar os minutos.

Desta forma, o código de cor tátil foi criado, contendo no centro um ponto e, como o eixo dos ponteiros do relógio associado a uma linha circundante ao ponto central, indica posições, e cada posição representa uma cor. Para designar o posicionamento de leitura do sistema, acrescentou-se uma linha reta horizontal representando a base do código. Assim, formou-se o código de cores, com a representação das 8 cores principais.

Porém, ao aprofundar o desenvolvimento da ideia inicial, verificou-se que através de pequenos ajustes poderia ser alcançada uma gama de cores muito mais ampla, atingindo o número de 94 cores, incluindo as nuances de claros, escuros e metálicos, sem que com isto tivesse a necessidade de aumentar as dimensões do código, já batizado como “see color”.

Para a validação do código pelo público alvo, buscaram-se voluntários que se dispusessem a experimentar o produto. Desde os primeiros testes, o sistema se mostrou altamente eficiente, conseguindo tempos de aprendizado do código e leitura das cores, muito significativos. Buscou-se ainda, outras formas de testes, levando-se em conta variantes onde se representasse, por exemplo, o grau de escolaridade, sexo, idade, tipo de deficiências e conhecimento em Braille. Os resultados foram, mais uma vez satisfatórios, provando a validade da ideia inicial de trazer, às pessoas com deficiência visual, uma forma definitiva, prática, fácil e de boa legibilidade tátil para a identificação das cores, abrindo um leque de múltiplas possibilidades de uso, como por exemplo, em cosméticos, roupas, calçados, produtos de higiene, saúde, e em todos os objetos de pequenas proporções.

Durante os experimentos para a validação do código de cor, observou-se que a metodologia utilizada para instruir sobre o código, baseado na Teoria da Cor, era, também, um excelente recurso para o ensino-aprendizado sobre as cores e suas misturas às pessoas cegas, contribuindo, tanto no entendimento da dinâmica das cores, como na memorização do sistema de código.

Desta forma, os resultados apresentados conferem ao sistema de código de cores eficiência, êxito, cumprindo com os objetivos propostos e, ainda, indo além do esperado inicialmente, de forma que o código de cores é uma ferramenta efetiva para a acessibilidade da informação, podendo trazer independência, autossuficiência, melhora da autoestima, contribuindo para o empoderamento de deficientes visuais e a inclusão social.

## 5.1 CONCLUSÃO

Com vista em contribuir para a acessibilidade da informação das cores às pessoas com deficiência visual, desenvolveu-se um método científico para tanto, um sistema de código tátil.

Algumas propostas de sistemas de cores para pessoas com deficiência visual foram criados por pesquisadores espalhados pelo mundo. No entanto, nenhuma destas propostas supriu a necessidade, pecando por conter formas aleatórias às cores, dimensões avultantes, grau de complexidade que dificulta o aprendizado e memorização e, até mesmo, o descomprometimento com uma linguagem universal.

Desta forma, a necessidade de um código eficiente se apresentava e esta foi a proposta desta pesquisa: o desenvolvimento de um sistema de código tátil para a identificação de cores por pessoas com deficiência visual.

Assim, após 4 anos de intensa pesquisa, foi criado este inovador sistema de código tátil fundamentado nos preceitos do Design Universal.

Conforme comprovado em experimentos com usuários e apresentado neste documento, o ineditismo deste código de cores está na simplicidade das formas, associadas à Teoria da Cor, o que facilita o aprendizado e memorização do código como, também, o entendimento da formação das diversas tonalidades de cores (secundárias, terciárias, cores neutras), ou seja, este método desenvolvido auxilia no aprendizado da Teoria da Cor.

Outro fator de ineditismo é a dimensão que, baseada no tamanho do “ponto” utilizado na cela do alfabeto Braille, permite a aplicação em qualquer superfície, por menor que seja, sendo uma alternativa prática para a identificação da cor, uma ferramenta para guiar os indivíduos com deficiência visual no conhecimento e escolha de cores de objetos, tanto na área da moda, do vestuário, da educação, da cultura, da higiene, da saúde, dentre outros.

Assim sendo, este inovador sistema de código tátil possibilita a identificação das cores, contribuindo para a inclusão social, promovendo a autonomia das pessoas com deficiência visual facilitando tanto a vida destes indivíduos como a vida dos que convivem com eles.

## 6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O inovador sistema de código de cor tátil desenvolvido para proporcionar a acessibilidade à informação da cor às pessoas com deficiência visual foi criado, testado e validado. No entanto, para que o público com deficiência visual se beneficie desta ferramenta, há a necessidade de estender este conhecimento à sociedade. Desta forma, é importante a implantação desta linguagem no sistema educacional através de metodologia que utilize o triângulo cromático, para auxiliar a aprendizagem das cores e suas variações, abrangendo a todos os alunos, deficientes ou não, tornando este um código universal. Também é impropelável o desenvolvimento de metodologia para ensinar este sistema aos surdos-cegos, para que todos, sem distinção, tenham acessibilidade à cor dos objetos.

Outro aspecto importante a ser trabalhado é a possibilidade de tornar este sistema de código de cores numa linguagem digital, através da criação de *softwares* e aplicativos, de forma que haja um objeto de aprendizagem digital. Nesta área abre-se uma gama de possibilidades, desde materiais impressos ou, até mesmo, realidade virtual.

Há a necessidade dar continuidade às pesquisas para testar todas as demais cores do código desenvolvidas, além de ampliar estudos para a utilização do sistema de código de cores em museus, em obras de artes, em imagens.

As pesquisas devem abranger o mercado, com a participação das indústrias que usam de cores em seus produtos. Investindo em uma atitude inclusiva, as empresas podem asseverar o respeito aos seus clientes.

## REFERÊNCIAS

A. D. O. N. - AUSTRALIAN DIVISION OF NATIONAL. **Mapping, Symbols for Tactual and Low Vision Town Maps**. Canberra: The Division, 1986.

ABREU, E. M. A. C.; SANTOS, F. C. de; FELIPPE, M. C. G. C.; OLIVEIRA, R. F. C. de; **Braille!? O que é isso?** São Paulo: Fundação Dorina Nowill para Cegos, 2018.

ADA. **Americans with disabilities act of 1990**. US Public Law, 101 e 336, 1990.

ADAM, D. L. **Premissas de Criação de Imagens em Relevo em Objetos de Aprendizagem para Cegos**. Dissertação (Mestrado em Design em Sistemas de Informação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

ADAM, D. L.; CALOMENTO, C. **Adaptação inclusiva do livro infantil “The Black Book of Colors”**. 12º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: produto, informações, ambiente construído e transporte, Natal, 2012.

ADAM, D. L.; MACEDO, C.M.S. **Uso de imagens hápticas em objetos de aprendizagem**. Revisão sistemática qualitativa de pesquisas. In: CONAHPA, VI, 2013, João Pessoa. Anais do 6º Congresso Nacional de Ambientes Hipermedia para Aprendizagem: Tecnologias Contemporâneas: Acessibilidade Digital e seus Desafios. João Pessoa: Ideia Editora, 2013.

ADAM, D. L.; SMYTHE, K. C.A.S.; OKIMOTO, M. L. L. R.; SPINILLO, C. G. **Verificação da aplicabilidade de ferramenta para auxiliar no desenvolvimento de imagens táteis para pessoas cegas**. Tecnologia Assistiva: Pesquisa e Conhecimento – II. 1. Ed., Bauru: Canal 6 Editora, 2018.

ADAM, D. L.; SPINILLO, C. G. **Quadro analítico para auxiliar o desenvolvimento de imagens táteis para objetos de aprendizagem acessíveis**. Blucher Design Proceedings, v. 2, n. 2, p. 257-270, 2015.

AIRES, M. M. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

AMEDI, A.; FLOEL, A.; KNECHT, S.; ZOHARY, E.; COHEN, L. G. **Transcranial magnetic stimulation of the occipital pole interferes with verbal processing in blind subjects**. Nature Neuroscience, v.7, n.11, 2004.

AMEDI, A.; RAZ, N.; PIANKA, P.; MALACH, R.; ZOHARY, E. **Early ‘visual’ cortex activation correlates with superior verbal memory performance in the blind**. Nature Neuroscience, 6 (7), p.758-66, 2003.

ANDREWS, T. **Medicinas Alternativas: A cura pela cor**. Editora Estampa, Lisboa, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2015.

AUIRE PRISMA. **Identificador de cores e dinheiro**. Disponível em: <<http://www.auire.com.br>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

BACH-Y-RITA, P. **Substitution sensorielle et et qualia**. In J. Proust (Ed.), *Perception et intermodalité: Approches actuelles de la question de Molyneux*, pp. 81-100. Paris, 1997.

BADDELEY, A. D. **Your memory: A user's guide**. London: Carlton Books, 2004.

BAILEY, B. R.; WNING, J. D. **Using visual accents to enhance attending to communication symbols for students with severe multiple disabilities**. *Rehabilitation and Education for Blindness and Visual Impairment*, v. 26(3), 101-118, 1994.

BARBACENA, I. L. **Melhoria da Qualidade da Voz de Deficientes Auditivos Utilizando-se Correção da Frequência Fundamental**. Campina Grande, 184 p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Centro de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2010.

BARBOSA, M. L. de A.; RIBEIRO, G. Y. A.; SOARES, I. G.; OKIMOTO, M. L. **Accessible Packaging: A Study for Inclusive Models for Visual Impairment People**. In: AHFE 2018 Series Editors. (Org.). *Accessible Packaging: A Study for Inclusive Models for Visual Impairment People*. 1ed. Warsaw: Springer, v. 777, p. 282-292, 2018.

BARLOW, J.; BAYER, S.; CURRY, R. **Flexible homes, flexible care, inflexible organisations? The role of telecare in supporting independence**. *Housing Studies*, 20(3): p. 441-456, 2005.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W. PARADISO, M. A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

BELARMINO, J. **Braille e Semiótica: Um diálogo relevante**. Disponível em: <<http://www.bocc.ubi.pt>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

BHOWMICK, A.; HAZARIKA, S. M. **An insight into assistive technology for the visually impaired and blind people: state-of-the-art and future trends**. *J Multimodal User Interfaces*, 2017.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988. Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência**. Estatuto da Pessoa Com Deficiência. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm)>. Acesso em: 12 set. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa** / elaboração: Cerqueira, J. B. [et al.]. Secretaria da Educação Especial. Brasília: SEESP, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/grafiaport.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2017.

BRISBEN, A. J.; HSIAO, S. S.; JOHNSON, K. O. **Detection of vibration transmitted through an object grasped in the hand**. *Journal of Neurophysiology*, 81(4), 1548-1558, 1999.

BROGIN, B.; BATISTA, V. J. ; OKIMOTO, M. L. **Requisitos de Projeto de Moda Inclusiva com Foco no Usuário Cadeirante**. In: 11° Colóquio de moda, 2015, Curitiba. *Requisitos de Projeto de Moda Inclusiva com Foco no Usuário Cadeirante*. Curitiba: Colóquio de Moda, v. 11. p. 1-11, 2015.

BROGIN, B.; OKIMOTO, M. L. **Functional Fashion and Co-creation for People with Disabilities**. In: Sebastiano Bagnara; Thomas Alexander. (Org.). *Functional Fashion and Co-creation for People with Disabilities*. 1ed. Cham: Springer, v. 827, p. 850-867, 2018.

BRUMER, A.; PAVEI, K.; MOCELIN, D. G. **Saindo da "escuridão": perspectivas da inclusão social, econômica, cultural e política dos portadores de deficiência visual em Porto Alegre**. *Sociologias*, 2004.

CANHOTA, C. **Qual a importância do estudo piloto?** In: SILVA, E. E. *Investigação passo a passo: perguntas e respostas para investigação clínica*. Lisboa: APMCG, 2008.

CBO. **Conselho Brasileiro de Oftamologia**. Disponível em: <<http://www.cbo.net.br/novo/cbo-mulher/diamundialdavisao.php>>. Acesso em: 21 maio 2016.

CHAN, M.; ZOELLICK, R. B. **World Report on Disability**. Geneva: Who Press, p. xl. (ISBN 978 92 4 068521 5), 2011.

CHAPMAN, C. E. **Active versus passive touch: Factors influencing the transmission of somatosensory signals to primary somatosensory cortex**. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 72, 558–570, 1994.

CLARKSON, J. **Human capability and product design**. Product Experience. Cambridge, UK, 2008.

CLARKSON, P. J.; COLEMAN, R. **History of Inclusive Design in the UK**. *Applied Ergonomics* 46, 235-247, 2015.

CONDE, A.J.M. **Definindo a cegueira e a visão subnormal**. Rio de Janeiro: Instituto Benjamin Constant; 2005. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/?itemid=94#more>>. Acesso em: 3 nov. 2016.

COOK, A.; POLGAR, J. **Assistive technologies: Principles and practice**. Elsevier Health Sciences, 2014.

CRAIG, J. C. **Grating orientation as a measure of tactile spatial acuity**. Somatosensory and Motor Research, 16(3), 197-206, 1999.

CRIARWEB. **Teoria da Cor – Modelos de Cor**. Disponível em: <<http://www.criarweb.com/artigos/teoria-da-cor-modelos-de-cor.html>>. Acesso em: 16 abril 2018.

CUD - CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN. **Universal Design**. Disponível em: <<http://www.ncsu.edu/project/designprojects/udi/center-for-universal-design>>. Acesso em: 8 jan. 2019.

DAS, A.; FRANCA, J. G.; GATTASS, R.; KAAS, J. H.; NICOLELIS, M. A. L.; TIMO-IARIA, C.; VARGAS, C. D.; WEINBERGER, N. M.; VOLCHAN, E. **The brain decade in debate: VI**. Sensory and motor maps: dynamics and plasticity. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 34: 1497-1508, 2001.

DEHAENE, S.; SPELKE, E.; PINEL, P.; STANESCU, R.; TSIVIKIN, S. **Sources of Mathematical Thinking**: Behavioral and Brain-Imaging Evidence. Science, 284, 970, 1999.

DEGUSTA, M. **Android orphans: visualizing a sad history of support**. The Understatement, 26 (October), 2011.

DEPARTAMENTO DE PESQUISAS DA UNIVERSIDADE ROSE-CROIX. **O Homem: Alfa e Ômega da Criação**. San Jose, Califórnia, U.S.A., v. 1, 4ªEd., 1990.

DOCZI, G. **O Poder dos Limites: Harmonias e Proporções na Natureza, Arte e Arquitetura**. São Paulo: Mercuryo, 1990.

DUARTE, M. L. B. **Imagens mentais e esquemas gráficos: ensinando desenho a uma criança cega**. Arte em pesquisa: especificidades – ensino e aprendizagem da arte e linguagens visuais. Brasília: UNB, v.2, p.134-140, 2004.

DUMAS, J. S.; REDISH, J. C. **A Practical Guide to Usability Testing** (Revised Edition). Exeter, UK: Intellect, 1999.

DURÃO, M. J.; PERNÃO, J. N. **Elementos para Um Novo Entendimento da Cor Como Geradora do Espaço e do Tempo**. Artitextos, Lisboa: CEFA; CIAUD. ISBN 972-97354-6-8, n.º 3, p.149 – 178, 2006.

DURSIN, A. G. **Information design and education for visually impaired and blind people**. Procedia – Social and Behavioral Sciences 46, p. 5568-5572, 2012.  
EDMAN, P. K. **Tactile graphics**. New York, NY: American Foundation for the Blind, 1992.

FAGIANI, R.; BARBIERI, M. **A contact mechanics interpretation of the duplex theory of tactile texture perception**. Tribology International, v. 101, 49-58, 2016.

FAGIANI, R.; MASSI, A. F.; CHATELET, E.; BERTHIER, Y.; AKAY, A. **Tactile perception by friction induced vibrations**. Tribology International, v. 44, Issue 10, p. 1100-1110, 2011.

FERREIRA, A. B. H. **Aurélio século XXI: O Dicionário da Língua Portuguesa**. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FERREIRA, G. P. G. **Haptics in Games: The Tactile Feedback in Emotion Stimulus**. DAPesquisa, v. 11, n.15, p. 164-183. ISSN: 1808-3129, 2016.

FIGUEIREDO, A. B. de.; CARVALHO, S. de. **As três dimensões da cor na reintegração cromática diferenciada: a importância da luminosidade**. Grupo Español de Conservación, International Institute for Conservation of Historic and artistic works, Ge-conservación nº 9, 2016.

FIGUEIREDO, R. M. É. de; KATO, O. M. **Estudos nacionais sobre o ensino para cegos: uma revisão bibliográfica**. Revista Brasileira de Educação Especial, Marília, v. 21, n. 4, p.477-488, 2015.

FORAKER LABS. **Introduction to User-Centered Design**. Usability First. Provider of Usability & Web Design Services. Disponível em: <http://www.usabilityfirst.com/about-usability/introduction-to-user-centered-design/>. Acesso em: 23 set. 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª Ed. Rio de Janeiro. Editora Paz e Terra, 1987.

FUJIMOTO, H. **Standardization of Display Methods for Tactile Guide Maps for Buildings, Stations and Other Public Facilities**. Proc. Tactile Graphics, 2005.

FUTURE AIDS. **The Braille Superstore**. MarvelSoft Enterprises, Inc. Disponível em: <<http://www.braillebookstore.com/Braille-Clothing-Tags,-Colors.2>>. Acesso em: 24 out. 2017.

GARDINER, A.; PERKINS, C. **Best practise guidelines for the design, production and presentation of vacuum formed tactile maps**, 2002. Disponível em: <<http://www.tactility.co.uk/tactileguidelines/pagel.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

GAUER, G.; SOUZA, L. K. de S. **Psicologia cognitiva: teoria, modelos e aplicações**. Novo Hamburgo: Sinopsys, 256 p., 2018.

GIL, M. **Cadernos da Tv Escola, Deficiência Visual**. Ministério da Educação - MEC, Secretaria de Educação à Distância, n.1, 80 p. ISSN 1518-4692. Brasília, 2000.

GILL, J. M.; JAMES, G. A. **A study on the discriminability of tactual point symbols**. American Foundation for the Blind Research Bulletin, 26, 19-34, 1973.

GILL, J., **Access-Ability: Making technology more useable by people with disabilities**. RNIB, United Kingdom, 2004.

GILL, J.; SILVER, J. **Braille cell dimensions**, 2005. Disponível em: <[www.tiresias.org](http://www.tiresias.org)>. Acesso em: 10 abril 2015.

GINSBURG, S. **Designing the iPhone user experience: a user-centered approach to sketching and prototyping iPhone apps**. Boston: Addison-Wesley, 294p., 2011.

GLADKIY, S. **User-Centered Design: Process and Benefits**. UX Planet. Disponível em: <<https://uxplanet.org/user-centered-design-process-and-benefits-fd9e431eb5a9>>. Acesso em: 24 set. 2018.

GOMEZ-LENEÑO, G. E.; LÓPEZ-MUÑOS, J. S. **Tecnología de asistencia para la inclusión educativa de personas com parálisis cerebral**. Rehabilitacion, Elsevier Espanã, 2016.

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. **Analysis of Volumetric Tactile Symbols Produced with 3D Printing**. ACHI 2012: The Fifth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, 2012.

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. **The effect of volumetric (3D) tactile symbols within inclusive tactile maps**. Applied Ergonomics 48, 2015.

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. **Three-dimensional Tactile Symbols Produced by 3D Printing: Improving the process of memorizing a tactile map key**. British Journal of Visual Impairment, v. 32(3) 263 – 278, 2014.

GUINAN, H. **ESL for Students with Visual Impairments**. Journal of Visual Impairment & Blindness, 91:555-564. ISO, ISO TL 173 WG7, 1997.

HEATH, W. R. **Maps and graphics for the blind: Some aspects of the discriminability of textural surfaces for use in areal differentiation**. University of Washington, Washington, 1958.

HELLER, M. A. **Tactile memory in sighted and blind observers: The influence of orientation and rate of presentation.** Perception, 18, 121-133, 1989.

HOLLOWAY, L.; MARRIOT, K.; BUTLER, M. **Accessible Maps for the Blind: Comparing 3D Printed Models with Tactile Graphics.** CHI 2018, April 21–26, 2018, Montréal, QC, Canada, 2018.

IAPB. The International Agency for the Prevention of Blindness. **Vision 2020: The Right to Sight.** Disponível em: <<https://www.iapb.org/vision-2020/>>. Acesso em: 11 set. 2018.

IBGE. **Censo Demográfico 2010: resultados preliminares.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 maio 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013 – Ciclos de vida: Brasil e Grandes Regiões.** ISBN 978-85-240-4351-2. CDU 311.141:614. RJ/IBGE/2015-11. Rio de Janeiro, 92 p., 2015. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94522.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2018.

JAMES, G. A. **Mobility Maps.** Tactual Perception: A Source-Book, p. 334-363, 1982.

JANCZURA, G. A. **Basic Cognitive Processes and Education.** ResearchGate. Psicol. Argum. Curitiba, v. 24, n. 46 p. 39-44, 2006.

JANSSON, G. **Symbols for tactile maps.** Educational Research for the Visually Handicapped, 66-72, 1972.

JEHOEL, S. **A series of psychological studies on the design of tactile maps.** University of Surrey, Guildford, 2008.

JOHANSSON, R. S.; LAMOTTE, R. H. **Tactile detection thresholds for a single asperity on an otherwise smooth surface.** Somatosensory Research, 1(1), 21-31, 1983.

JOHNSON, K. O.; PHILLIPS, J. R. **Tactile spatial resolution i: Two-point discrimination, gap detection, grating resolution and letter recognition.** Journal of Neurophysiology, 46(6), 1177-1191, 1981.

JORGE, M. A. **O redesenho de sistemas de identidade visual brasileiros da escola racionalista de design dos anos 1960.** Dissertação de mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2009.

KASTRUP, V. **A invenção de si e do mundo: uma introdução do tempo e do coletivo no estudo da cognição.** Campinas: Papyrus, 1999.

KASTRUP, V. **A Invenção na Ponta dos Dedos: a reversão da atenção em pessoas com deficiência visual**. Psicologia em Revista, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 69-90, 2007.

KAWAUCHI, Y. **Universal Design: a Reconsideration of Barrier-Free**. Institute for Human Centered Design, 978-476, Kyoto, 2001.

KEATES, J. S. **Understanding maps**. New York: Halsted Press, 1982.

KEATES, S.; CLARKSON, J. **Countering Design Exclusion: an Introduction to Inclusive Design**. Springer, London, 2003.

KEIM, E. J. **Educação da Insurreição**. Paco Editorial, Jundiaí, SP, 2011.

KERR, E.; MCGINNITY, T. M.; COLEMAN, S. **Material recognition using tactile sensing**. Expert Systems with Applications 94, p. 94–111, 2018.

KOPS, C. E.; GARDNER, E. P. **Discrimination of simulated texture patterns on the human hand**. Journal of Neurophysiology, 76, 1145–1165, 1996.

KOSSLYN, S. M.; ALPERT, N. M.; THOMPSON, W. L.; MALJKOVIC, V.; WEISE, S. B.; CHABRIS, C. F.; HAMILTON, S. E.; RAUCH, S. L.; BUONANNO, F. S. **Visual-imagery activates topographically-organized visual cortex: PET investigations**. Journal of Cognitive Neuroscience, 5, 263–287, 1993.

KOSSLYN, S. M.; THOMPSON, W. L.; KIM, I. J.; ALPERT, N. M. **Topographical representations of mental images in primary visual cortex**. Nature, 378, 496-498. Cognitive Neuroscience: A Reader. Malden, MA: Blackwell Publishers, Inc, 1995.

KRUEGER, L. E. David **katz's der aufbau der tastwelt (the world of touch): A synopsis**. Perception and Psychophysics, 7(6), 337-341, 1970.

LAMBERT, B. W.; LOWENFELD, V. **Desarrollo de la capacidad creadora**. 2ª ed. Buenos Aires. Kapelusz, 1980.

LAMBERT, L. M.; LEDERMAN, S. J. **An evaluation of the legibility and meaningfulness of potential map symbols**. Journal of Visual Impairment and Blindness, 83(8), 397-403, 1989.

LEDERMAN, S. J. **The perception of surface roughness by active and passive touch**. Bulletin of the Psychonomic Society, 18 (5), 253-255, 1981.

LEDERMAN, S. J. **The perception of texture by touch**. Tactual perception: A sourcebook (pp. 130-167). Cambridge: Cambridge University Press, 1982.

LEDERMAN, S. J.; KINCH, D. H. **Texture in tactual maps and graphics for the visually handicapped**. Journal of Visual Impairment and Blindness, 73 (6), 217-227, 1979.

LE MOS, E. R.; CERQUEIRA, J. B. **O Sistema Braille no Brasil**. Revista Benjamin Constant, Edição 02, 1996.

LIMA, F. J.; LIMA, R. A. F.; SILVA, J. A. **A Preeminência da Visão: crença, filosofia, ciência e o cego**. Arquivos Brasileiros de Psicologia, 2 (52), 51 – 61, 2000.

LIN, K.-C.; WU, C.-F. **Practicing universal design to actual hand tool desing precess**. Applied Ergonomics 50, 8-18, 2015.

LOBBEN, A. **Tactile Maps and Mapping**. The Journal of Blindness Innovation and Research, 2015.

LOCH, R. E. N. **Cartografia tátil: mapas para deficientes visuais**. Portal da Cartografia, v.1, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/index>>. Acesso em: 3 maio 2016.

LOOMIS, J. M.; LEDERMAN, S. J. **Tactual perception**. Handbook of perception and human performance: Vol. II, Cognitive processes and performance, pp. 1– 41. New York, NY: John Wiley, 1986.

LUPTON, E.; PHILLIPS, J. C. **Novos fundamentos do design**. São Paulo: Cosac Naify, 2015.

MACHADO, A.; KEIM, E. J. **Educação Museal - O Museu no Contexto da Pessoa Cega e com Baixa Visão**. Benjamin Constant, Rio de Janeiro, ano 20, n. 57, v. 1, p. 21-37, 2014.

MACHADO, L. dos S. **Interfaces de Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações**. ResearchGate, Cap. 9, p. 101-116, 2007. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/216813459\\_Dispositivos\\_Hapticos\\_para\\_Interfaces\\_de\\_Realidade\\_Virtual\\_e\\_Aumentada](https://www.researchgate.net/publication/216813459_Dispositivos_Hapticos_para_Interfaces_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada)>. Acesso em: 30 ago. 2018.

MACKEY, A.; GASS, S. **Common data collection measures**. In: Second language research: methodology and design. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2005.

MARCHI, S. R. **Análise da Influência da Cor no Potencial de Aproveitamento da Luz Natural no Ambiente Construído**. Curitiba, 127 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2007.

MARCHI, S. R.; OKIMOTO, M. L. L. R. **Estudo da Cor e Seus Efeitos no Ambiente de Trabalho ou Estudo. Uma Revisão Teórica.** Estudos em Design (Impresso), Rio de Janeiro, v. 11, n.1, p. 29-41, 2004.

MARCHI, S. R.; SMYTHE, K. C. S.; OKIMOTO, M. L. L. R.; PAREDES, R. S. C. **Critérios para o desenvolvimento de sistema de código cromático para pessoas cegas ou com baixa visão.** II Congresso Brasileiro em Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia Assistiva (CBTA) & II Encontro Regional de Atenção à Pessoa com Deficiência (ERPAPD), Baurú, SP, 2018.

MARQUES, K. A.; MELO, A. F. F de. **Abordagens Metodológicas no Campo da Pesquisa Científica.** Simpósio de Metodologias Ativas - Inovações para o ensino e aprendizagem na educação básica e superior & III Simpósio do Mestrado Profissional em Gestão Organizacional/III CIIE. Blucher Education Proceedings, v. 2, n.1, 2017.

MASINI, E. F. S. **Integração ou desintegração: uma questão a ser pensada sobre a educação do deficiente visual.** MANTOAN, M. T. E. (Org.). A integração de pessoas com deficiência: contribuições para uma reflexão sobre o tema. São Paulo: Memnon, p. 32-38, 1997.

MASINI, E. **O perceber e o relacionar-se do deficiente visual.** Brasília: Coordenadoria Nacional para a integração da pessoa portadora de deficiência, 1994.  
McCALLUM, D. **Tactile maps manufactured using ink-jet technology.** Anglia Ruskin University, Cambridge, 2006.

McCALLUM, D.; UNGAR, S. **An introduction to the use of inkjet for tactile diagram production.** British Journal of Visual Impairment, 21 (2), 73-77, 2003.

McCALLUM, D.; UNGAR; S., JEHOEL, S. **An Evaluation of Tactile Directional Symbols.** British Journal of Visual Impairment, vol. 24, p. 83, 2006.

McCREADIE, C.; TINKER, A. **The acceptability of assistive technology to older people.** Ageing and Society, 25(01): p. 91-110, 2005.

MERINO, G. S. A. D. **Metodologia para a Prática Projetual do Design: com base no Projeto Centrado no Usuário e com ênfase no Design Universal.** Tese (doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 212 p., 2014.

MONROY, C. B. **Sistema Constanz – Lenguaje Del Color para Ciegos, Enseñanza Táctil – Geometría y Color, Juegos Didácticos para Niños Ciegos y Videntes, 2010.** Disponível em: <[http://www.sistemaconstanz.com/wp-content/uploads/2015/10/12-Ense%C3%B1anza\\_T%C3%A1ctil\\_Geometr%C3%ADa\\_y\\_Color\\_Informe.pdf](http://www.sistemaconstanz.com/wp-content/uploads/2015/10/12-Ense%C3%B1anza_T%C3%A1ctil_Geometr%C3%ADa_y_Color_Informe.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2018.

MONROY, C. B. **Sistema Constanz. Linguagem Del Color para Ciegos**. Parnass. España, 2012.

MORAES, M. de O. **A Inclusão da Pessoa com Deficiência no Mercado de Trabalho: sob o prisma da Convenção Internacional dos Direitos das Pessoas com Deficiência**. Monografia (Bacharelado em Direito) – Escola de Direito e Relações Internacionais, Faculdades Integradas do Brasil, Curitiba, 2011.

MORAES, M. **Ver e não ver: sobre o corpo como suporte da percepção entre jovens deficientes visuais**. Revista Benjamin Constant. Rio de Janeiro, v. 12, n. 33, p. 15-20, 2006.

MORLEY, J. W.; GOODWIN, A. W.; DARIAN-SMITH, I. **Tactile discrimination of gratings**. Experimental brain research, 49 (2), 291-299, 1983.

MORRIS, J. E.; NOLAN, C. Y. **Discriminability of tactual patterns**. The International Journal for the Education of the Blind, 9,50-54, 1961.

NAKAGAWA, S. **Textbook for Universal Design**. Long Sea Int'l Book Co., 978-986, Taipei City, 2006.

NETO, M. L. A.; SILVA, F. M.; PASCHOARELLI, L. C.; LADIM, P. C. **Cor Como Informação em Embalagens – Apectos da Senescência**. CIPED - VI Congresso Internacional de Pesquisa em Design, Lisboa, 2011.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Academic Press, 1993.

NOGUEIRA, R. E. **Mapas Táteis Padronizados e Acessíveis na Web**. Revista Benjamin Constant, Edição 43, 2009.

NOLAN, C. Y.; MORRIS, J. E. **Improvement of tactual symbols for blind children: Final report**. Louisville: American Printing House for the Blind, Inc., 1971.

NOWILL. Fundação Dorina. **Estatísticas da deficiência visual**. Disponível em: <<https://www.fundacaodorina.org.br/a-fundacao/deficiencia-visual/estatisticas-da-deficiencia-visual/>>. Acesso em: 10 set. 2018.

NUNES, S.; LOMÔNACO, J. F. B. **Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos de aquisição do conhecimento**. Psicologia Escolar e Educacional, v.12, n.1, p.119-138, 2008.

O'MALLEY, M. K.; GUPTA, A. **Haptic Interfaces**. HCI GUI Des. Haptic Speech Olfactory Nontradit. Interfaces pp.25–74, 2008.

OKIMOTO, M. L. L. R.; MARCHI, S. R. **Influencia da cor no potencial de aproveitamento da luz natural no ambiente.** In: P&D 2006. VII Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2006, Curitiba. Congresso Brasileiro de Pesquisa em Design. Curitiba: Editora UNICEMP, v. v. 1. p. 126-126, 2006.

OKIMOTO, M. L. L. R.; MARCHI, S. R.; KRUGER, E. L. **Influência da Cor das Paredes e do Layout das Aberturas no Aproveitamento da Luz Natural do Ambiente.** Estudos em Design, v. 16, p. 1-26, 2008.

OKIMOTO, M. L. L. R.; RIBEIRO, G. Y. A.; BARBOSA, M. L.; BROGIN, B.; MARCHI, S. R.; SMITHE, K. **User-Centered Design: Ethical Issues.** In: Sebastiano Bagnara; Riccardo Tartaglia. (Org.). User-Centered Design: Ethical Issues. 1ed. Cham: Springer, 2018, v. 824, Nature Switzerland AG, AISC 824, pp. 1160–1164, 2019.

OKUMURA, M. L. M.; CANGIOLIERI JUNIOR, O. **Design for Assistive Technology: a Preliminary Study.** Transdisciplinary Lifecycle Analysis of Systems: Proceedings of the 22nd ISPE Inc. International Conference on Concurrent Engineering, v. 2, p. 122, 2015.

OLIVEIRA, A. A. **Um Olhar Sobre o Ensino de Ciências e Biologia para Alunos Deficientes Visuais.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ensino da Educação Básica do Centro Universitário do Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, 2018.

OLIVEIRA, J. V. G. **Do essencial invisível: arte e beleza entre os cegos.** Rio de Janeiro: FAPERJ, 2002.

OLIVEIRA, M. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento – um processo sócio-histórico.** Scipione, São Paulo. 1995.

OLIVEIRA, P. M. P.; PAGLIUCA, L. M. F.; ALMEIDA, P. C. de; MARIANO, M. R.; CARVALHO, A. L. R. F. de; SILVA, G. M. da; **Tecnologia Assistiva sobre amamentação para Pessoas com Deficiência Visual: Comparação Brasil e Portugal.** Texto Contexto Enferm, 27(3): e4340016, 2018.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **World Report on Disability** 2011. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2011. Disponível em: <[http://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/report.pdf](http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2018.

OMS. Organização Mundial de Saúde. **Cegueira: a imagem global.** Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs213/en/>>. Acesso em: 11 set. 2018.

PADOVANI, S. **Design Centrado no Usuário: Uma Estratégia de Diferenciação no Desenvolvimento de Aplicativos Móveis.** InfoDesing, Brazilian Journal of Information Design. São Paulo, v. 9., n.2, p. 139 – 142, 2012. ISSN 1808-5377.

Disponível em: <<https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/download/133/98>>. Acessado em: 19 out. 2018.

PAGLIUCA, L. M. F. **A Arte da Comunicação na Ponta dos Dedos: a pessoa cega**. Revista Latino-am. Enfermagem, Ribeirão Preto, v. 4, número especial, p. 127-137, 1996.

PASTOUREAU, M.; SIMONNET, D. **Le Petit Livre des Couleurs**. Collection Points, Editions Du Panama, 2007.

PAULA, G. **Modelos de Regressão com Apoio Computacional**. Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, 2013.

PEDROSA, I. **Da Cor à Cor Inexistente**. Léo Christiano Editorial Ltda, Rio de Janeiro, 1995.

PEDROSA, I. **O Universo da Cor**. Ed. Senac Nacional, Rio de Janeiro, 2004.

PENHA, M.R.; GARCIA, R.B.; DOUCHKIN I.O.; DA SILVA, J.A. **Precisão, sensibilidade e confiança na percepção háptica de peso na presença ou ausência de movimento e visão**. Estudos em Psicologia, 19 (4), 268-277, 2014.

PERERA, S. **Tactile perception and design**. This report is part of the Bionic Project and is funded by DTI. Tiresias Scientific Research Reports, 2002.

PHEASANT, S.; HASLEGRAVE C. M. **Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics, and the Design of Work**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2006.

PIAGET, J. **A Construção do Símbolo pela Criança**. Zahar, Rio de Janeiro, 1975.

PIRES, F. N. **Código de Cor para Pessoas com Deficiência Visual – caso de estudo com crianças dos oito aos dez anos de idade - FO.CO**. Dissertação (Mestrado em Design do Produto), Faculdade de Arquitectura Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

PITANO, S. de C.; NOAL, R. E. **Blindness and mental representation of knowledge by concepts: Comparison between congenital and acquired blind people**. Educação Unisinos, 22 (2):128-137, V. 22, n. 2, Unisinos - doi: 10.4013/edu.2018.222.02, 2018.

PLOS, O. A. B.; BUISINE, S.; AOUSSAT, A.; MANTELET, F.; DUMAS, C. **A Universalist Strategy for the Design of Assistive Technology**. International Journal of Industrial Ergonomics 42, 533-541, 2012.

PREECE, J.; ROGERS, Y. SHARP, E. **Interaction Design: Beyond Human-computer Interaction**. New York, NY: John Wiley & Sons, 2002.

RAHMAN, A. S. M. M.; HOSSAIN, S. K. A.; SADDIK, A. E. **Bridging the Gap between Virtual and Real World by Bringing an Interpersonal Haptic Communication System in Second Life**. In: Multimedia (ISM), 2010 IEEE International Symposium on. Presented at the Multimedia (ISM), 2010 IEEE International Symposium on, pp. 228–235. doi:10.1109/ISM.2010.40, 2010.

RAMOS, O. **Tratado de Ontologia das Cores**. Ed. Jomar, Curitiba, PR, 2003.

RAMSAMY-IRANAH, S. R.; MAGUIRE, M.; GARDNER, J.; ROSUNEE, S.; KISTAMAH, N. **A comparison of three materials used for tactile symbols to communicate colour to children and young people with visual impairments**. British Journal of Visual Impairment, v.34 (1), p. 54 – 71, 2016.

RAZ, N.; AMEDI, A.; ZOHARY, E. **V1 Activation in Congenitally Blind Humans is Associated with Episodic Retrieval**. Cerebral Cortex, 15 (9), 2005.

RENER, R. **Tactile cartography: Another view of tactile cartographic symbols**. Cartographic Journal, 30, 195-198, 1993.

ROCHA, J. C. **Cor luz, cor pigmento e os sistemas RGB e CMY**. Revista Belas Artes, 2011. Disponível em: <<http://www.belasartes.br/revistabelasartes/downloads/artigos/3/cor-luz-cor-pigmento-e-os-sistemas-rgb-e-cmy.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

RODRIGUES, H.F. **Aplicando Sistemas Hápticos em Serious Games: Um Jogo para a Educação em Higiene Bucal**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

SÁ, E. D.; CAMPOS, I. M.; SILVA, M. B. C. **Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Visual**. Brasília: Gráfica e Editora Cromos, 2007.

SAGAWA K.; OKUDERA, S.; ASHIZAWA, S. **A Tactile Tag to Identify Color of Clothes for People with Visual Disabilities**. Springer Nature Switzerland. Eds.: IEA 2018, AISC 824, pp. 1420–1427, 2019.

SALTZMAN, A. **El cuerpo diseñado**. Buenos Aires: Paidós, 2004.

SANDERS, M. S. **Human Factors in Engineering and Design**. New York: McGraw-Hill, 1993.

SANTAELLA, L. **O que é a Semiótica**. Editora Brasiliense. Disponível em: <<http://www.portaldetonando.com.br>>. Acesso em: 11 out. 2016.

SANTOS, J. M. F. N. **Sistema de Identificação da Cor Para Indivíduos Daltônicos – Aplicação aos Produtos de Vestuário**. Dissertação de Mestrado em Design e Marketing (Escola de Engenharia). Universidade do Minho, Portugal, 2008.

SATHIAN, K.; ZANGALADZE, A.; GREEN, J.; VITEK, J. L.; DELONG, M. R. **Tactile spatial acuity and roughness discrimination: Impairments due to aging and parkinson's disease.** *Neurology*, 49 (1), 168-177, 1997.

SCHMIDT, R. F. **Fisiologia Sensorial.** Editora: Pedagógica e Universal, Springer e EDUSP, São Paulo, 1980.

SENA, C. C. R. G.; CARMO, W. R. **Produção de mapas para portadores de deficiência visual da América Latina.** Encontro de Geógrafos da América Latina, 10. São Paulo, Anais. São Paulo: USP, 1 CD-ROM, 2005.

SENA, D. S. F. **A psicomotricidade na vida da criança portadora de deficiência visual: numa abordagem inclusiva.** Trabalho de pós-graduação "lato sensu" – Universidade Cândido Mendes, 2005.

SEOW, K. **Physiology of Touch, Grip and Gait.** In: J. Webster Ed., *Tactile Sensing for Robotics and Medicine*, John Wiley & Sons, New York, pp. 13-40, 1988.

SILVA, F. J. C. M. **A Materialidade da Cor.** Artitextos. Lisboa: CEFA; CIAUD. ISBN 972-97354-6-8, n.º 2, p.135-145, 2006.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertações.** Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SILVEIRA, L. M. **Introdução à Teoria da Cor.** Curitiba: UTFPR, 2015.

SMYTHE, Kelli C. A. S. **Proposta de método de obtenção de dados sobre comportamento informacional dos usuários no processo de wayfinding em ambientes hospitalares.** Tese (doutorado em Design) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SOUSA, J. B. **Aspectos comunicativos da percepção tátil: a escrita em relevo como mecanismo semiótico da cultura.** Tese (Doutorado em Comunicação e Semiótica) - Programa de Pós-graduação em Comunicação e Semiótica da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

SOUSA, J. B. **O que percebemos quando não vemos?** *Fractal: Revista de Psicologia*, v. 21 – n.1, p. 179-184, 2009.

SOUSA, J. B. **O Sistema Braille 200 anos depois: apontamentos sobre sua longevidade na cultura.** *Revista Benjamin Constant*. Rio de Janeiro, ano 20, edição especial, p. 92-103, 2014.

SOUZA, P. I. T. **A cor e sua aplicação prática: da Teoria da Cor, criação de Paletas e seu uso em ilustrações**. Projeto Experimental (Bacharelado em Comunicação Social – Publicidade) Universidade Federal Fluminense – Instituto de Arte e Comunicação Social, Rio de Janeiro, 2014.

STEVENS, G.A.; WHITE, R.A.; FLAXMAN, S.R.; PRICE, H.; JONAS, J.B.; KEEFFE, J.; LEASHER, J.; NAIDOO, K.; PESUDOV, K.; RESNIKOFF, S.; TAYLOR, H.; BOURNE, R.R.; VISION LOSS EXPERT GROUP. **Global Prevalence of Vision Impairment and Blindness: Magnitude and Temporal Trends, 1990-2010**. American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*, v. 120, n. 12, 2013.

STEVENS, J. C.; FOULKE, E. **Tactile acuity, aging and Braille reading in long-term blindness**. *Journal of Experimental Psychology*, 2, 91–106, 1996.

STOA. Science and Technology Options Assessment. **Assistive Technologies for people with disabilities**. European Parliamentary Research Service, European Parliament. PE 603.218; ISBN 978-92-846-2352-5; doi: 10.2861/422217; QA-06-17-411-EN-N, 2018.

SULLIVAN, H. T.; SAHASRABUDHE, S. **Envisioning inclusive futures: Technology-based assistive sensory and action substitution**. *Futures*, 2016.

TEMPORINI, E. R.; KARA-JOSÉ, N. **A perda da visão – Estratégias de prevenção**. *Revista de Oftalmologia de São Paulo, Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 67(4): 594-601, 2004.

THÉORET, H.; MERABET, L.; PASCUAL-LEONE, A. **Behavioral and neuroplastic changes in the blind: evidence for functionally relevant cross-modal interactions**. *Journal of Physiology. Paris* 98, 2004.

THOMPSON, L.; CHRONICLE, E. **Beyond Visual Conventions: Rethinking the Design of Tactile Diagrams**. *British Journal of Visual Impairment*, vol. 24, pp. 76-82, 2006.

TODD, G. **Color Identification System**. US2006169783 (A1), US. Pat No. 60/647,797, 2006. Disponível em:  
<[https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en\\_EP&FT=D&date=20060803&CC=US&NR=2006169783A1&KC=A1](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20060803&CC=US&NR=2006169783A1&KC=A1)>. Acesso em: 10 maio 2016.

TURNER, C. W.; LEWIS, J. R.; NIELSEN, J. **Determining Usability Test Sample Size**. *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factor*. Second Edition, vol. 3, Boca Raton, 2006.

UNG. **Cartilha de Orientação sobre o Aluno com Deficiência Visual**. Núcleo de Apoio à Acessibilidade. Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão. Coordenação de Extensão, Guarulhos, SP. Disponível em:  
<<http://www6.ung.br/arquivo/extensao/naaung/pdf/cartilha-de-orientacao-sobre-o-deficiente-visual.pdf>>. Acesso em: 3 maio 2017.

VAN BOVEN, R. W.; HAMILTON, R. H., KAUFFMAN, T., KEENAN, J. P.; PASCUAL-LEONE, A. **Tactile spatial resolution in blind braille readers**. *Neurology*, 54 (12), 2230-2236, 2000.

VAN BOVEN, R. W.; JOHNSON, K. O. **The limit of tactile spatial resolution in humans: Grating orientation discrimination at the lip, tongue and finger**. *Neurology*, 44 (12), 2361-2366, 1994.

VASCONCELLOS, R. **A cartografia tátil e o deficiente visual: Uma avaliação das etapas de produção e uso do mapa**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia, 1993.

VASCONCELOS, R. **Tactile Mapping Design and Visually Impaired User**. *Cartographic Design – Theoretical and practical perspectives*. Chichester: John Wiley & Sons, 1996.

VEGA-BERMUDEZ, F.; JOHNSON, K. O.; HSIAO, S. S. **Human tactile pattern perception: Active versus passive touch, velocity effects and patterns of confusion**. *Journal of Neurophysiology*, 65(3), 531-546, 1991.

VENTORINI, S. E. **A experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 2007.

VENTORINI, S. E. **Representação gráfica e linguagem cartográfica tátil: estudo de casos**. São Paulo: Ed. UNESP, 2014.

VENTORINI, S. E.; SILVA, P. A.; FREITAS, M. I. C. **Cartografia Tátil: Teoria e Prática**. São João Del-Rei: Ministério da Educação, 2015. p. 93-116. Disponível em: <<http://www.ufsj.edu.br/>>. Acesso em: 8 ago. 2016.

VIEILLEDENT, S.; KOSSLYN, S. M.; BERTHOZ, A.; GIRAUDO, M. D. **Does mental stimulation of following a path improve navigation performance without vision?** *Cognitive Brain Research*. 16, p. 238-249, 2003.

VIGOTSKI, L.S. **Fundamentos de defectologia**. Obras completas Tomo V. Havana, Editorial Pueblo y Educación, 336 p., 1997.

VIGOTSKI, L.S. **Imaginação e Criação na Infância**. São Paulo, Ática, 135 p., 2009.

VILLORIA, E. D.; FUENTES, S. S. **Diseño universal para el aprendizaje como metodología docente para atender a la diversidad en la universidad**. Elsevier España, S.L.U. *Aula Abierta* 43, 87-93, 2015.

VIRTUAL VISION. **Acessibilidade para Pessoas com Deficiência Visual**. Disponível em: <<https://www.virtualvision.com.br/>>. Acesso em: 2 set. 2018.

VIVEIROS, E. R.; CAMARGO, E. P. **Deficiência Visual e Educação Científica: Orientações Didáticas com um Aporte na Neurociência Cognitiva e Teoria dos Campos Conceituais**. Góndola, enseñanza y aprendiz de las ciencias, v. 6, p. 25 – 50, 2011.

VOIGT, A.; MARTENS B. **Development of 3D Tactile Models for the Partially Sighted to Facilitate Spatial Orientation**. Proc. 24th eCAADe Conference (Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe), Bruselas, 2006. DOSVOX. **Sistema de Computação para Atender aos Deficientes Visuais**. Disponível em: <<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>>. Acesso em: 3 set. 2018.

VOVZENÍLEK, V.; KOZÁKOVÁ, M.; Z . LUDÍKOVÁ, vS. L .; RUUVZIVCKOVÁ, V.; FINKOVÁ, D. **3D Printing Technology in Tactile Maps Compiling**. Proc. 24th International Cartographic Conference, 2009.

WALLACE, C.; PICHLER, F. **More Participation, Happier Society? A Comparative Study of Civil Society and the Quality of Life**. Springer, Social Indicators Research, 2009.

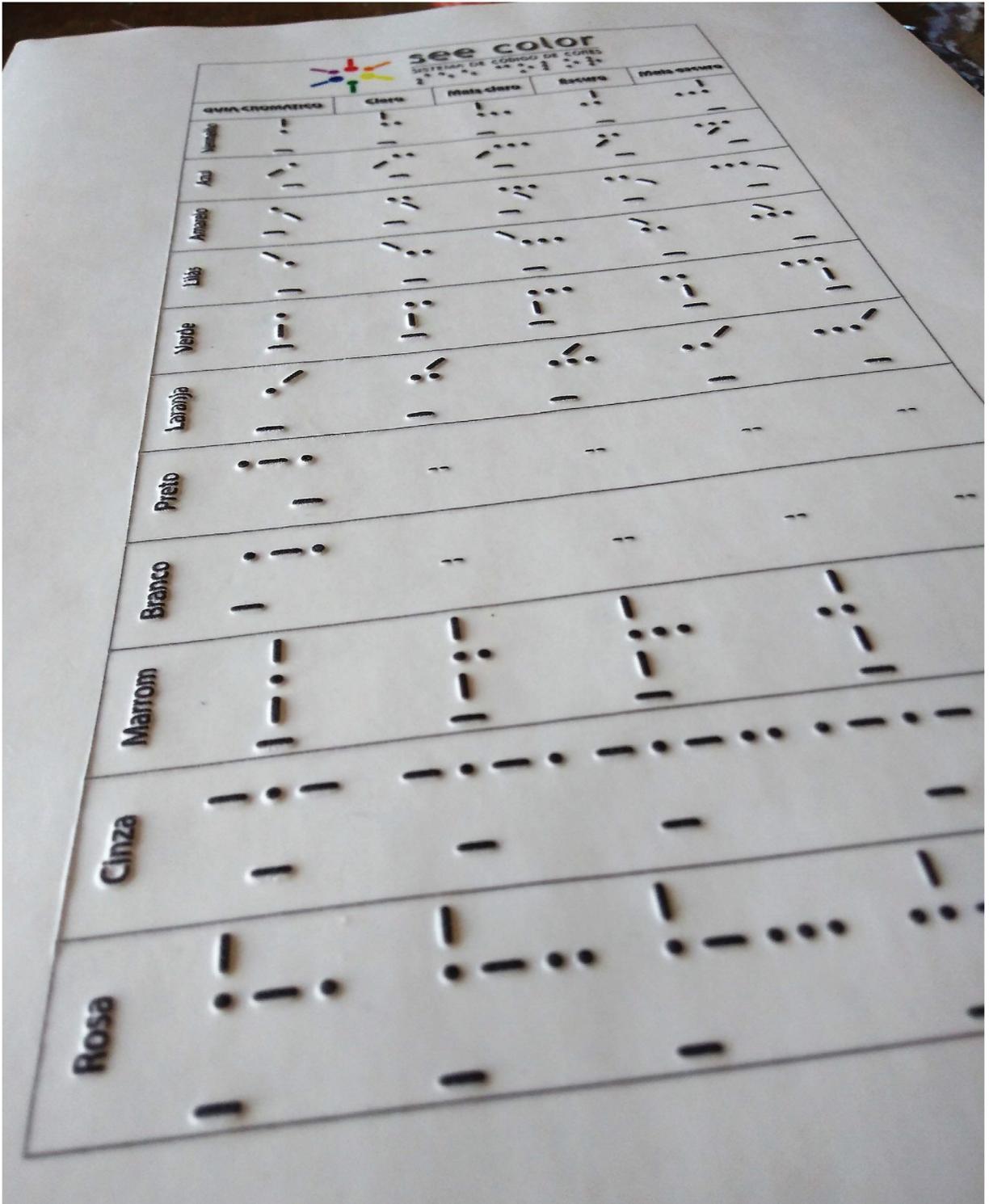
WALLER, S.; BRADLEY, M.; HOSKING, I.; CLARKSON, P. J. **Making the Case for Inclusive Design**. Applied Ergonomics 46, 297-303, 2015.

WIJNTJES, M. W. A.; LIENEN, T.V.; VERSTIJNEN, I. M.; KAPPERS, A. M. L. **Look what I have felt: Unidentified haptic line drawings are identified after sketching**. Acta Psychologica, v. 128, Issue 2, p. 255-263, 2008.

WOLLNER, A. **Design Visual, 50 Anos**. São Paulo: Cosac & Naify, 2003.

YUSIF, S.; SOAR, J.; HAFEEZ-BAIG, A. **Older people, assistive technologies, and the barriers to adoption: A systematic review**. International Journal of Medical Informatics, 2016.

APÊNDICE 1 – SEE COLOR EM RELEVO IMPRESSO EM PAPEL



## APÊNDICE 2 – GUIA CROMÁTICO COM 94 CORES SEE COLOR

| SISTEMA DE CÓDIGO DE CORES <i>see color</i>   Guia cromático |        |         |            |         |             |          |                |                     |                 |                      |
|--|--------|---------|------------|---------|-------------|----------|----------------|---------------------|-----------------|----------------------|
|  |        | Claro   | Mais claro | Escuro  | Mais escuro | Metálico | Metálico claro | Metálico mais claro | Metálico escuro | Metálico mais escuro |
| Vermelho   | ·<br>— | ··<br>— | ···<br>—   | ··<br>— | ···<br>—    | ·<br>—   | ·<br>—         | ·<br>—              | ·<br>—          | ·<br>—               |
| Azul   | ·<br>— | ··<br>— | ···<br>—   | ··<br>— | ···<br>—    | ·<br>—   | ·<br>—         | ·<br>—              | ·<br>—          | ·<br>—               |
| Amarelo  | ·<br>— | ··<br>— | ···<br>—   | ··<br>— | ···<br>—    | ·<br>—   | ·<br>—         | ·<br>—              | ·<br>—          | ·<br>—               |
| Lilás  | ·<br>— | ··<br>— | ···<br>—   | ··<br>— | ···<br>—    | ·<br>—   | ·<br>—         | ·<br>—              | ·<br>—          | ·<br>—               |
| Verde  | ·<br>— | ··<br>— | ···<br>—   | ··<br>— | ···<br>—    | ·<br>—   | ·<br>—         | ·<br>—              | ·<br>—          | ·<br>—               |
| Laranja  | ·<br>— | ··<br>— | ···<br>—   | ··<br>— | ···<br>—    | ·<br>—   | ·<br>—         | ·<br>—              | ·<br>—          | ·<br>—               |
| Preto  | ·<br>— | ·<br>—  | ·<br>—     | ·<br>—  | ·<br>—      | ·<br>—   | ·<br>—         | ·<br>—              | ·<br>—          | ·<br>—               |
| Branco   | ·<br>— | ·<br>—  | ·<br>—     | ·<br>—  | ·<br>—      | ·<br>—   | ·<br>—         | ·<br>—              | ·<br>—          | ·<br>—               |
| Marron   | ·<br>— | ··<br>— | ···<br>—   | ··<br>— | ···<br>—    | ·<br>—   | ·<br>—         | ·<br>—              | ·<br>—          | ·<br>—               |
| Cinza  | ·<br>— | ··<br>— | ···<br>—   | ··<br>— | ···<br>—    | ·<br>—   | ·<br>—         | ·<br>—              | ·<br>—          | ·<br>—               |
| Rosa   | ·<br>— | ··<br>— | ···<br>—   | ··<br>— | ···<br>—    | ·<br>—   | ·<br>—         | ·<br>—              | ·<br>—          | ·<br>—               |

## APÊNDICE 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto, Ramón Sigifredo Cortés Paredes, e Sandra Regina Marchi, professores e aluna do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná – UFPR, estamos convidando a você, que apresenta distúrbios visuais ou com visão normal, com faixa etária entre 20 a 50 anos de idade, vinculados a Universidade Federal do Paraná – UFPR a participar de um estudo intitulado “Código para a Identificação de Cores para Pessoas Cegas ou com Baixa Visão”. O código de cores será desenvolvido como ferramenta que procura garantir a integração deste público e o convívio na sociedade, sendo que a cor é um elemento importante para informar e comunicar sobre objetos, tanto na escola como no ambiente de trabalho ou doméstico, para partilhar experiências com pessoas com visão normal, facilitar e enriquecer a aprendizagem.

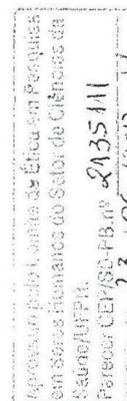
a) O objetivo desta pesquisa é desenvolver código para representar as cores e tonalidades de cores para a identificação destas por pessoas com cegueira e baixa visão.

b) Caso você participe da pesquisa, será necessário receber treinamento para o conhecimento e memorização do código de cores durante uma hora em três dias consecutivos, caso haja necessidade de mais contato prévio com este sistema de código o treinamento deverá se estender por mais dias. Este exercício de conhecimento do código será acompanhado pelo pesquisador. Na semana seguinte, após este período de treinamento, começarão os experimentos. O código será produzido em oito chapas de tamanho 2 x 2 cm contendo um elemento do código em cada chapa. Estas pequenas placas serão arranjadas em diferentes ordens, para testar a memorização e o reconhecimento dos elementos do sistema pelos voluntários. A ordem de colocação das chapas com os elementos será variada, mas padronizada para ser repetidos da mesma forma para com todos os voluntários. Nestes experimentos será testado e avaliado o formato, a dimensão, as linhas de referência no espaço, os materiais, assim como o tempo de reconhecimento e a eficiência. Serão feitas três réplicas, em ordem aleatória para possibilitar obter a média. Os indivíduos com visão normal serão vendados durante os testes de identificação do código, para que utilizem apenas a percepção tátil.

Os tempos de reconhecimento serão registrados para cada um dos oito elementos do código e nos diferentes materiais apresentados, para ter a comprovação da validade e do grau de dificuldade no reconhecimento do código de cor pelos indivíduos. Durante os testes será avaliado o grau de dificuldade no reconhecimento do código, o tempo gasto para reconhecer cada elemento do código (grau de percepção e memória tátil); se haverá confusão com o reconhecimento do código.

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal  
Pesquisadores Responsáveis  
Orientador

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br – telefone (041) 3360-7259



Cada teste levará em média vinte segundos, onde o voluntário fará leitura do código de cores pelo tato e reportará o resultado da cor da leitura.

c) Para tanto você deverá comparecer no Laboratório de Ergonomia e Usabilidade (LabErg), do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná – UFPR, na rua Francisco H. dos Santos, nº. 210 - Centro Politécnico /Setor de Tecnologia - Bairro: Jardim das Américas – Curitiba - PR. Neste local você receberá o treinamento de aprendizagem e memorização do código, devendo dispor de uma hora por dia durante três dias consecutivos. Para os testes você deve dispor de aproximadamente três horas em um único período (manhã ou tarde) a combinar com a pesquisadora, conforme sua disponibilidade.

d) É possível que você experimente algum desconforto relacionado ao tempo que será necessário para fazer os testes. Mas o cansaço que pode surgir será amenizado com pausas para descanso, sempre que você sentir ser necessário, durante todo o período do teste.

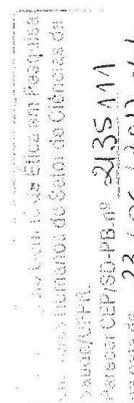
e) O risco relacionado ao estudo poderá ocorrer devido a algum constrangimento relacionado ao número de erros e acertos na identificação do código, através da percepção tátil, no momento dos testes. Para os indivíduos com visão normal, a venda nos olhos durante os testes de identificação do código poderá, também, causar pequeno constrangimento ou leve sensação desagradável.

f) Os benefícios esperados com essa pesquisa são a contribuição para o entendimento, o conhecimento e a identificação das cores por pessoas de baixa visão e com cegueira, que poderão, a partir deste estudo, ter um contato com a cor através de código.

g) Os pesquisadores Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto, Ramón Sigifredo Cortés Paredes e Sandra Regina Marchi, responsáveis por este estudo, poderão ser localizados no Laboratório de Ergonomia e Usabilidade (**LabErg**), do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná – UFPR, na rua Francisco H. dos Santos, nº. 210 - Centro Politécnico/Setor de Tecnologia; pelos e-mails [Lucia.demec@ufpr.br](mailto:Lucia.demec@ufpr.br) e [marchi.sandra@gmail.com](mailto:marchi.sandra@gmail.com), e telefone fixo 3361-3703, no horário de 9:00 horas às 17:00 horas, para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

h) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal  
Pesquisadores Responsáveis  
Orientador



i) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas (Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto, Ramón Sigifredo Cortés Paredes e Sandra Regina Marchi). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a sua **identidade seja preservada e mantida sua confidencialidade**.

j) O material obtido – Planilha de registro de dados da leitura via tato do código de cores – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será destruído ao término do estudo, dentro de dois anos.

l) As despesas de transporte necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.

m) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

n) Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259.

Eu, \_\_\_\_\_ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

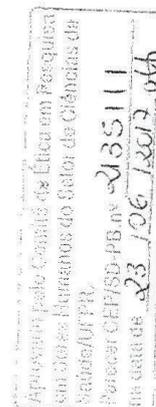
Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Curitiba, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
[Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal]

\_\_\_\_\_  
[Assinatura do Testemunha]

\_\_\_\_\_  
[Assinatura do Testemunha]



## APÊNDICE 4 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Código para a Identificação de Cores para Pessoas Cegas ou com Baixa Visão

**Pesquisador:** Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 65423517.1.0000.0102

**Instituição Proponente:** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.989.072

#### Apresentação do Projeto:

Título do Projeto

Código para a Identificação de Cores para Pessoas Cegas ou com Baixa Visão

Pesquisador Principal

Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto

Co-orientador

Ramón Sigifredo Cortés Paredes

Colaboradora

Sandra Regina Marchi

Local de Realização

Universidade Federal do Paraná – UFPR, Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica.

Período da Pesquisa

De junho de 2017 a dezembro de 2018.

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - Térreo

**Bairro:** Alto da Glória

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3360-7259

**CEP:** 80.060-240

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -



Continuação do Parecer: 1.989.072

**Objetivo da Pesquisa:**

1. Objetivo da Pesquisa

Código para a Identificação de Cores para Pessoas Cegas ou com Baixa Visão.

1.1 Objetivo Geral

Desenvolver código para representar as cores e tonalidades de cores para a identificação destas por pessoas com cegueira e baixa visão.

1.2 Objetivos Específicos

- Propiciar a identificação das cores por pessoas cegas e com baixa visão.
- Investigar a eficiência do código de cor nos grupos de pessoas com deficiência visual, tanto para as pessoas cegas como as com baixa visão.
- Verificar experimentalmente diferenças de percepção do código de cor em grupos de pessoas cegas e com visão normal que conhecem e utilizam o Sistema Braille e pessoas cegas e com visão normal que não conhecem o Sistema Braille.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos desta pesquisa se justificam pelos benefícios esperados. O pesquisador responsável, ao perceber qualquer risco ou dano significativos ao participante da pesquisa, previstos, ou não, no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, está comprometido a comunicar o fato, imediatamente, ao Sistema CEP/CONEP, para que seja avaliada, em caráter emergencial, a necessidade de adequar ou suspender o estudo.

O Sistema CEP/CONEP será informado de todos os fatos relevantes que alterem o curso normal dos estudos por ele aprovados, dos efeitos adversos e da superioridade significativa de uma intervenção sobre outra ou outras comparativas.

O pesquisador e a instituição envolvida nas diferentes fases da pesquisa deverão proporcionar assistência imediata, conforme os termos do item II.3 da Resolução Nº 466 de 12 de dezembro de 2012, bem como responsabilizarem-se pela assistência integral aos participantes da pesquisa no que se refere às complicações e danos decorrentes da pesquisa.

Os participantes da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, têm direito à indenização, por parte do pesquisador e da instituição envolvida nas diferentes fases da pesquisa.

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - Térreo

**Bairro:** Alto da Glória

**CEP:** 80.060-240

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -



Continuação do Parecer: 1.989.072

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa demonstra-se extremamente necessária e coerente com a necessidade de inclusão social voltada para pessoas com deficiência visual.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os documentos exigidos foram anexados

**Recomendações:**

Inclusão do TCLE transcrito em Braille.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há registro de TCLE adequado para pessoas com deficiência visual no Sistema Braille, bem como não fica claro como será feito o registro de aceitação de participação na pesquisa por parte do deficiente visual.

O item 20 afirma que: 20. Previsão de Ressarcimento de Gastos aos Participantes da Pesquisa

Os participantes não terão gasto algum durante toda a colaboração nesta pesquisa, pois os traslados dos voluntários serão custeados pela UFPR, pelo LabErg e/ou pelo pesquisador.

Contudo não apresenta clareza a respeito de como isso ocorrerá; solicita-se informar as fontes destes recursos e como se dará este transporte, quem se responsabilizará por este transporte.

Como responder as pendências:

1) O Pesquisador deverá devolver as pendências no prazo máximo de até 30 dias, a contar desta data, postando e enviando através da Plataforma Brasil - modo: Editar ( ), (seguindo todas as etapas até enviar novamente).

2) Favor responder em documento (carta simples) à parte todas as pendências que constam no parecer, com indicação dos documentos e PÁGINAS nas quais as modificações foram feitas; da mesma forma, assinalar com cor diferenciada todas as alterações feitas nos documentos que foram revisados.

3) Os arquivos com as respostas às pendências deverão ser anexados na PB sempre com títulos diferentes dos já inseridos, pois se o arquivo contiver o mesmo nome o sistema irá inserir o arquivo anterior automaticamente. (Ex.:

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - Térreo

**Bairro:** Alto da Glória

**CEP:** 80.060-240

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br

**UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -**



Continuação do Parecer: 1.989.072

TCLE corrigido.doc ou TCLE versão 1...)

Não excluir os arquivos já enviados, para manter o histórico do projeto, uma vez que os arquivos fazem parte do projeto original.

Em [www.cometica.ufpr.br](http://www.cometica.ufpr.br) consultar PARECER E EMENDA – Como ler e responder às pendências.

Novo horário do CEP a partir de 01/03/2017 das 08:00h às 11:30h e das 12:30h às 17:00h.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento  | Arquivo   | Postagem               | Autor                              | Situação |
|---|---|------------------------|------------------------------------|----------|
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_Termo_de_Consentimento_Livre_e_Esclarecido.doc             | 07/03/2017<br>16:00:02 | Giise Elisangela da Silva de Souza | Aceito   |
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_873964.pdf                    | 07/03/2017<br>15:00:55 |                                    | Aceito   |
| Outros  | Check_List_documental.pdf                                       | 07/03/2017<br>11:34:49 | Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto  | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_Termodeconsentimentolivreeesclarecido.pdf                  | 07/03/2017<br>11:03:36 | Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto  | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | Projeto_de_Pesquisa_PDF.pdf                                     | 06/03/2017<br>11:49:13 | Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto  | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | Projeto_de_Pesquisa_Word.doc                                    | 06/03/2017<br>11:48:31 | Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto  | Aceito   |
| Outros  | Declaracao_de_Responsabilidade_no_projeto.pdf                   | 06/03/2017<br>11:43:19 | Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto  | Aceito   |
| Outros  | Termo_de_Compromisso_para_utilizacao_de_dados_de_arquivos.pdf   | 06/03/2017<br>11:39:29 | Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto  | Aceito   |
| Outros  | Termo_de_Compromisso_para_inicio_da_pesquisa.pdf                | 06/03/2017<br>11:36:22 | Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto  | Aceito   |
| Outros  | Declaracao_de_uso_especifico_do_material_ou_dados_coletados.pdf | 06/03/2017<br>11:35:19 | Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto  | Aceito   |
| Outros  | Declaracao_de_tornar_publico_os_resultados.pdf                  | 06/03/2017<br>11:34:34 | Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto  | Aceito   |
| Outros  | Termo_de_Confidencialidade.pdf                                  | 06/03/2017<br>11:33:38 | Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto  | Aceito   |
| Outros  | Concordancia_dos_servicos_envolvidos.pdf                        | 06/03/2017             | Maria Lucia Leite                  | Aceito   |

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - Térreo

**Bairro:** Alto da Glória

**CEP:** 80.060-240

**UF:** PR **Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br)

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -



Continuação do Parecer: 1.989.072

|                |   |                        |                                      |        |
|----------------|---|------------------------|--------------------------------------|--------|
| Outros         | os.pdf  | 11:32:17               | Ribeiro Okimoto                      | Aceito |
| Outros         | Analise_do_Merito_Cientifico.pdf                          | 06/03/2017<br>11:31:13 | Maria Lucia Leite<br>Ribeiro Okimoto | Aceito |
| Outros         | Ata_de_aprovacao_e_Termo_de_aprovacao_do_projeto.pdf      | 06/03/2017<br>11:30:21 | Maria Lucia Leite<br>Ribeiro Okimoto | Aceito |
| Outros         | Oficio_do_Pesquisador_encaminhando_o_projeto.pdf          | 06/03/2017<br>11:28:34 | Maria Lucia Leite<br>Ribeiro Okimoto | Aceito |
| Folha de Rosto | Folha_de_Rosto_para_pesquisa_envolvendo seres humanos.pdf | 06/03/2017<br>11:25:18 | Maria Lucia Leite<br>Ribeiro Okimoto | Aceito |

**Situação do Parecer:**

Pendente

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 29 de Março de 2017

---

Assinado por:  
**IDA CRISTINA GUBERT**  
(Coordenador)

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - Térreo

**Bairro:** Alto da Glória

**CEP:** 80.060-240

**UF:** PR **Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br

## APÊNDICE 5 – EXPERIMENTO DO SISTEMA DE CÓDIGO DE CORES

### Experimento para o Sistema de Código de Cores

Data:

Nome:

Nº

Idade:

Escolaridade:

Nível de visão:

Idade que perdeu a visão:

Instrução em Braille:

Tempo gasto para a compreensão do Código (T.C.C.): \_\_\_\_\_

| Tempo de Reconhecimento do Código de Cores – T.R.C.C. |                    |       |
|---|--------------------|-------|
| 1ª Sequência  |                    |       |
| Cores   | Resina P<br>Tempos | Errou |
| Vermelho  |                    |       |
| Preto   |                    |       |
| Verde   |                    |       |
| Azul  |                    |       |
| Tempo de Reconhecimento do Código de Cores – T.R.C.C. |                    |       |
| 2ª Sequência  |                    |       |
| Cores   | Resina P<br>Tempos | Errou |
| Preto   |                    |       |
| Verde   |                    |       |
| Branco  |                    |       |
| Laranja   |                    |       |

| <b>Tempo de Reconhecimento do Código de Cores – T.R.C.C.</b> |                                  |              |
|--|----------------------------------|--------------|
| <b>3ª Sequência</b>  |                                  |              |
| <b>Cores</b>   | <b>Resina P</b><br><b>Tempos</b> | <b>Errou</b> |
| <b>Branco</b>  |                                  |              |
| <b>Lilás</b>   |                                  |              |
| <b>Amarelo</b>   |                                  |              |
| <b>Verde</b>   |                                  |              |

Pesquisador 1: \_\_\_\_\_

Pesquisador 2: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE 6 – PEDIDO DE REGISTRO DE PATENTE



24/08/2017 870170062085  
15:48



00.000.2.2.17.0251104.3

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

Número do Processo: BR 10 2017 018174 0

#### Dados do Depositante (71)

---

Depositante 1 de 2

**Nome ou Razão Social:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA

**Tipo de Pessoa:** Pessoa Jurídica

**CPF/CNPJ:** 75095679000149

**Nacionalidade:** Brasileira

**Endereço:** Rua João Negrão, 280 2o andar

**Cidade:** Curitiba

**Estado:** PR

**CEP:** 80010-200

**País:** Brasil

**Telefone:** (41) 3360 7441

**Fax:** (41) 3360 7416

**Email:** inovacao@ufpr.br

---

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 24/08/2017 às 15:48, Petição 870170062085

**Depositante 2 de 2****Nome ou Razão Social:** UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC**Tipo de Pessoa:** Pessoa Jurídica**CPF/CNPJ:** 83891283000136**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Jurídica:** Instituição de Ensino e Pesquisa**Endereço:** Av. Madre Benvenuta, 2007 - Itacorubi**Cidade:** Florianópolis**Estado:** SC**CEP:** 88035-001**País:** BRASIL**Telefone:** (48) 366 48086**Fax:****Email:** dalva.magro@udesc.br**Dados do Pedido**

---

**Natureza Patente:** 10 - Patente de Invenção (PI)**Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54):** REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL CROMÁTICA E SISTEMA DE CÓDIGO DE CORES PARA PESSOAS CEGAS OU COM BAIXA VISÃO**Resumo:** A presente invenção apresenta um sistema de código de leitura de cores destinado às pessoas cegas e com baixa visão, pertencendo ao setor de linguagem/comunicação. Este sistema foi desenvolvido para proporcionar a identificação das cores às pessoas com deficiência visual de uma forma simplificada, com possibilidade de aplicação em pequenas dimensões e numa linguagem universal. O sistema é composto por elementos físicos (triângulo cromático) e um conjunto de símbolos, objetivando comunicar as cores dos objetos através do contato tátil. Este código pode ser impresso diretamente sobre objetos, obras de arte, etiquetas, embalagens ou colados em etiquetas sobre os produtos dos diversos materiais, tais como plásticos, acrílicos, vidros, madeiras, metais, cerâmicas, pedras, papéis, couro, materiais orgânicos, bordados em tecidos, a fim de serem aplicados em roupas (vestimenta, roupas de cama, de banho, estofados, sapatos).**Figura a publicar:** 1

---

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 24/08/2017 às 15:48, Petição 870170062085

**Dados do Inventor (72)**

---

**Inventor 1 de 5****Nome:** SANDRA REGINA MARCHI**CPF:** 83310169987**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Física:** Doutorando**Endereço:** Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 210 - Jardim das Américas**Cidade:** Curitiba**Estado:** PR**CEP:** 81130-001**País:** BRASIL**Telefone:** (41) 991 873504**Fax:****Email:** marchi.sandra@gmail.com**Inventor 2 de 5****Nome:** MARIA LUCIA LEITE RIBEIRO OKIMOTO**CPF:** 56741944915**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Física:** Professor do ensino superior**Endereço:** Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 210 - Jardim das Américas**Cidade:** Curitiba**Estado:** PR**CEP:** 81130-001**País:** BRASIL**Telefone:** (41) 997 381593**Fax:****Email:** lucia.demec@ufpr.br**Inventor 3 de 5**

---

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 24/08/2017 às 15:48, Petição 870170062085

**Nome:** MILTON JOSÉ CINELLI

**CPF:** 61823040900

**Nacionalidade:** Brasileira

**Qualificação Física:** Professor do ensino superior

**Endereço:** Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi

**Cidade:** Florianópolis

**Estado:** SC

**CEP:** 88035-001

**Pais:** BRASIL

**Telefone:** (48) 366 48321

**Fax:**

**Email:** milton.cinelli@udesc.br

**Inventor 4 de 5**

**Nome:** RAMÓN SIGIFREDO CORTÉS PAREDES

**CPF:** 60088060934

**Nacionalidade:** Chilena

**Qualificação Física:** Professor do ensino superior

**Endereço:** RUA CORONEL FRANCISCO HERÁCLITO DOS SANTOS, 230 -  
CENTRO POLITÉCNICO, BLOCO IV

**Cidade:** Curitiba

**Estado:** PR

**CEP:** 81530-000

**Pais:** BRASIL

**Telefone:** (41) 336 13693

**Fax:**

**Email:** ramon@ufpr.br

**Inventor 5 de 5**

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 24/08/2017 às 15:48, Petição 870170062085

**Nome:** GUILHERME RIBEIRO LEMOS MOLINI

**CPF:** 09806729960

**Nacionalidade:** Brasileira

**Qualificação Física:** Estudante de Graduação

**Endereço:** RUA CORONEL FRANCISCO HERÁCLITO DOS SANTOS, 230 -  
CENTRO POLITÉCNICO, BLOCO IV

**Cidade:** Curitiba

**Estado:** PR

**CEP:** 81530-000

**Pais:** BRASIL

**Telefone:** (41) 999 400030

**Fax:**

**Email:** gmolini@gmail.com

#### Documentos anexados

---

| Tipo Anexo                          | Nome                     |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Relatório Descritivo                | Relatorio_descritivo.pdf |
| Resumo                              | Resumo.pdf               |
| Reivindicação                       | Reivindicacoes.pdf       |
| Desenho                             | Desenhos.pdf             |
| GRU                                 | GRU.pdf                  |
| Comprovante de pagamento de GRU 200 | OB_803049.pdf            |

#### Acesso ao Patrimônio Genético

---

- Declaração Negativa de Acesso - Declaro que o objeto do presente pedido de patente de invenção não foi obtido em decorrência de acesso à amostra de componente do Patrimônio Genético Brasileiro, o acesso foi realizado antes de 30 de junho de 2000, ou não se aplica.

#### Declaração de veracidade

---

- Declaro, sob as penas da lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 24/08/2017 às 15:48, Petição 870170062085

## REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL CROMÁTICA E SISTEMA DE CÓDIGO DE CORES PARA PESSOAS CEGAS OU COM BAIXA VISÃO

### Campo da Invenção

[001]. Desenvolvimento de um código para a leitura de cores em objetos através da percepção tátil, destinado a pessoas cegas e com baixa visão.

### Fundamentos da Invenção e Estado da Técnica

[002]. A cor é um dos elementos mais importantes da nossa vida, estando presente em tudo que nos rodeia, desde a natureza, os ambientes em que vivemos, os objetos que nos circulam, roupas que usamos, usamos a cor até mesmo como forma de expressar verbalmente o nosso estado de espírito. Desta forma, observando isto, fomos motivados a trabalhar para criar uma ferramenta útil e prática para a identificação das cores dos objetos às pessoas cegas e de baixa visão de uma forma simplificada e numa linguagem universal. Assim, desenvolveu-se um conjunto de símbolos, ou seja, um sistema de código, objetivando comunicar as cores e, desta forma, favorecendo a integração da cor na vida de pessoas com deficiência visual através do contato tátil.

[003]. A combinação de cores para este sistema de código foi criada a partir da representação cromática espacial, utilizando a decomposição das cores a partir do conceito da teoria das cores primárias, secundárias e cores complementares. A representação espacial de cores se inicia com o posicionamento das três cores primárias: vermelho, azul e amarelo, conforme a tabela tradicional para a cor pigmento.

[004]. Em todos os códigos de cores já existentes foram utilizados associações aleatórias para a representação das cores. O

2/10

Sistema Constanz, criado pela colombiana Constance Bonilla Monroy, utiliza uma associação de linhas e círculos em relevo para a formação de uma tabela de tonalidades de cores. Devido à morfologia das formas utilizadas este código tem características de dimensões relativamente grandes.

[004]. Gagne Todd, nos EUA, desenvolveu um sistema de código monocromático que associa uma cor a um símbolo de referência. Apresenta características de interpretação difíceis. Símbolos construídos a partir de formas geométricas sem quaisquer associações diretas com as cores. Letras escolhidas para as referências: sempre três letras, que estão diretamente associadas à designação da cor em língua inglesa, dificultando a sua leitura por pessoas com outros idiomas. Sistema de combinações de cores limita as escolhas ou pode induzir o indivíduo a optar por determinadas conjunções de cor. ([https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en\\_EP&FT=D&date=20060803&CC=US&NR=2006169783A1&KC=A1](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20060803&CC=US&NR=2006169783A1&KC=A1)) - US2006169783 (A1).

[005]. Miguel Neiva, em Portugal, criou o Sistema de Identificação de Cores para Daltônicos – ColorADD. Este é um sistema de representação de cores através de símbolos gráficos. As formas utilizadas na criação deste código não são formas simples, não sendo totalmente eficiente, inclusivo e universal. Com dimensões, ainda, grandes.

[006]. Filipa Nogueira Pires, também de Portugal, desenvolveu o Código de Cor para Pessoas com Deficiência Visual - FO.CO. Este Sistema de código de cor através da associação das formas geométricas. As cores são associadas às três formas geométricas, círculo, quadrado, triângulo, retângulo, associando as cores primárias e combinando as formas geométricas. Para utilizar o código é necessário memorizar a associação destas três formas

3/10

geométricas às cores, para que se consiga dominar todo o restante código. Não pode ser reproduzido em tamanho pequeno (como por exemplo, para a aplicação direta sobre lápis, canetas, ou outras superfícies de tamanho pequeno).

[007]. Ramsamy-Iranah, em Maurícia, desenvolveu símbolos táteis para o reconhecimento de cores por crianças e jovens com deficiência Visual. Este código é composto de vários símbolos, alguns dos elementos do código são formas geométricas puras e aleatórias, outros elementos são uma associação e combinação de formas geométricas. Para utilizar o código é necessário memorizar esta diversidade de formas. Devido à morfologia das formas utilizadas neste código, torna-se impossível de representá-lo em escala reduzida.

[008]. Desta forma, ao perceber a grande importância da cor na vida de todo ser humano e a necessidade de uma forma simplificada e acessível para trazer a cor a todos, mostrou-se primordial trabalhar para desenvolver uma forma facilitada e universal de tornar a cor acessível às pessoas cegas e com baixa visão, indo além dos meios trazidos por outros pesquisadores, pois estas criações ainda se mostram com muita deficiência, seja pelo formato ou pelo tamanho.

#### Descrição da abordagem do problema técnico

[009]. O problema está na necessidade das pessoas cegas terem acesso as cores, de identificarem as cores dos objetos, assim como naturalmente acontece às pessoas de visão normal.

[010]. Os códigos existentes propostos pelos autores citados acima (Constance Bonilla Monroy, Gagne Todd, Miguel Neiva, Filipa Nogueira Pires, Ramsamy-Iranah), apresentam grandes dimensões, formas geométricas aleatórias em combinações sem nenhuma regra ou conceito, estipuladas apenas pelos autores.

4/10

[011]. Os meios de impressão hoje utilizados pelo Braille, que são a fusora de Braille, a impressora de Braille, a impressão 3D, Hot Stamping por polímero (manual ou digital), podem ser explorados também para a confecção de código de cores. Os códigos podem, também, serem impressos diretamente sobre embalagens, objetos ou colados em etiquetas de Hot Stamping, sobre os produtos dos diversos materiais, tais como plásticos, acrílicos, vidros, madeiras, metais, cerâmicas, pedras, papéis, couro, materiais orgânicos, bordados em tecidos, a fim de serem aplicados em roupas (vestimenta, roupas de cama, de banho, estofados, sapatos). A aplicação deste sistema de código com muita utilidade em materiais didáticos, das diversas disciplinas, livros em geral, em jogos, em obras de arte, em embalagens de tintas, etc. Enfim, este sistema de código deve ser utilizado em todo e qualquer objeto que tiver cor.

#### Descrição da Invenção

[012]. O conceito da construção do código de cores inicia-se com a aprendizagem das cores primárias e seu posicionamento espacial, que estão representadas em forma de triângulo equilátero, em que em cada vértice deste triângulo está centrado as cores primárias (figura 1). Considerando que este triângulo equilátero na sua horizontal contem no seu ponto (A)vermelho, (B)azul, (C)amarelo. Sobrepondo-se num outro nível, considerando um plano acima, integram-se as cores secundárias.

[013]. As cores secundárias estão dispostas também em um triângulo equilátero (figura 2) de mesmo tamanho e proporção intercalando-se cada ponto entre os vértices do plano das cores primárias (figura 3). Do mesmo modo, encontram-se as cores secundárias representadas nos seus extremos deste triângulo sendo a interseção (figura 3) do (A)vermelho com o (B)azul, tem-se o

(D)roxo/lilás; entre o ponto (B)azul e (C)amarelo, encontra-se o ponto (E)verde; e entre o ponto (A)vermelho e (C)amarelo, encontra-se o ponto (F)laranja.

[014]. A cores branco (X) e preto (X) estão presentes em um eixo (figura 4) central aos triângulos equiláteros. Espacialmente o ponto 0 de eixo representando para o lado direito a cor branca (X) que espacialmente esta representada na parte superior central da figura 5, está sendo projetada para o lado direito. A cor preta (X) que está espacialmente representada do lado esquerdo, ambas em alinhadas com o eixo central, conforme figura 5.

A representação espacial e material da cor permite o aprendizado do sistema de código de cores.

Este sistema de código tem como pressuposto a leitura a partir de um ponto central de orientação, assim como a base de rotação dos ponteiros do relógio. Desta forma, este sistema de código para a cor está desenhado a partir deste conceito, procurando associar ao conceito de percepção tátil utilizado no Sistema Braille.

O sistema de código é descrito conforme a tabela 1:

#### Tabela 1

6/10

| Código  | Cor      |
|---|----------|
|  | Vermelho |
|  | Azul     |
|  | Amarelo  |
|  | Verde    |
|  | Lilás    |
|  | Laranja  |
|  | Branco   |
|  | Preto    |

[015]. O código encontra-se centrado na teoria da representação espacial e material da cor.

[016]. Partindo da representação espacial da cor, descrita anteriormente e que embasa todo esta invenção, somado aos quatro elementos morfológicos utilizados para a concepção de símbolos táteis para deficientes visuais (o ponto, a linha, a área e o relevo), o sistema de código assume a representação da cor através dos seguintes elementos e características:

- 1) O elemento para referência, orientação e posicionamento de leitura (X) na superfície onde está o código. Este elemento (X) é utilizado para orientar o usuário na localização da superfície onde encontra-se o código. Trata-se de um pequeno traço abaixo de cada elemento do conjunto de código (conforme exemplo da figura 6).

---

7/10

- 2) O direcionamento espacial das linhas de cada elemento do código de cor dentro deste sistema, tomando como orientação o ponto central de origem (X) da representação gráfica cromática proposta, conforme exemplo de código na figura 6.
- 3) O código é utilizado na representação das cores primárias, secundárias, preto, branco e a evolução para os matizes.
- 4) Com relevo necessário para a percepção tátil.
- 5) Com definição exata das distâncias dos elementos dos itens 1 e 2.
- 6) As cores estão contidas no sistema de códigos apresentado, assim cada cor possui um código específico neste sistema, conforme a tabela 1.

[017]. A principal contribuição deste sistema de código, a exemplo da versatilidade do Sistema Braille, é a possibilidade de pequenas dimensões, mas perceptível ao tato, que seja um elemento prático, de fácil aprendizagem e memorização para que, sendo de leitura rápida e praticidade do uso diário, seja possível de estar nos objetos de tamanhos maiores (como por exemplo: numa obra de arte, num objeto de decoração) assim como nos menores (como por exemplo: em embalagens de tintas artísticas, tintas de cabelo, embalagens de esmalte, etiquetas de roupa, livros, materiais didáticos).

1/10

**RESUMO****REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL CROMÁTICA E SISTEMA DE CÓDIGO DE CORES PARA PESSOAS CEGAS OU COM BAIXA VISÃO**

A presente invenção apresenta um sistema de código de leitura de cores destinado às pessoas cegas e com baixa visão, pertencendo ao setor de linguagem/comunicação. Este sistema foi desenvolvido para proporcionar a identificação das cores às pessoas com deficiência visual de uma forma simplificada, com possibilidade de aplicação em pequenas dimensões e numa linguagem universal. O sistema é composto por elementos físicos (triângulo cromático) e um conjunto de símbolos, objetivando comunicar as cores dos objetos através do contato tátil. Este código pode ser impresso diretamente sobre objetos, obras de arte, etiquetas, embalagens ou colados em etiquetas sobre os produtos dos diversos materiais, tais como plásticos, acrílicos, vidros, madeiras, metais, cerâmicas, pedras, papéis, couro, materiais orgânicos, bordados em tecidos, a fim de serem aplicados em roupas (vestimenta, roupas de cama, de banho, estofados, sapatos).

## REIVINDICAÇÕES

### **1. REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL CROMÁTICA E SISTEMA DE CÓDIGO DE CORES PARA PESSOAS CEGAS OU COM BAIXA VISÃO, caracterizado por conter:**

- A) Triângulo cromático para representação espacial cromática das cores primárias, secundárias, cores complementares e os matizes de cores;
- B) Eixo central para representação espacial cromática das cores preto e branco;
- C) Sistema de código (tabela 1) composto de um código específico para representar cada cor.

### **2. REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL CROMÁTICA PARA PESSOAS CEGAS OU COM BAIXA VISÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por conter:**

- A) triângulo equilátero para representação das cores primárias contendo no seu ponto (A) vermelho, (B) azul, (C) amarelo;
- B) triângulo equilátero para representação das cores secundárias contendo no seu ponto (D) roxo/lilás, (E) verde, (F) laranja;
- C) Eixo central para representação espacial cromática das cores preto (X) e branco (X).

### **3. REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL CROMÁTICA PARA PESSOAS CEGAS OU COM BAIXA VISÃO, de acordo com a reivindicação 1 e 2, caracterizado pela representação das cores secundárias em seu vértice (figura 2), em outro nível sobreposto (figura 3) ao**

---

2/10

triângulo equilátero de cores primárias (figura 1), além das cores preto e branco representados pelo eixo central.

4. **SISTEMA DE CÓDIGO DE CORES PARA PESSOAS CEGAS OU COM BAIXA VISÃO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela representação de um código para cada cor em alto relevo para a leitura tátil (tabela 1).
  
5. **SISTEMA DE CÓDIGO DE CORES PARA PESSOAS CEGAS OU COM BAIXA VISÃO**, de acordo com a reivindicação 1 e 4, caracterizado por conter elemento para referência, orientação e posicionamento de leitura (X) na superfície e ponto central de origem (X) para direcionamento espacial das linhas de cada elemento do código de cor dentro do sistema.

1/10

DESENHOS

Figura 1

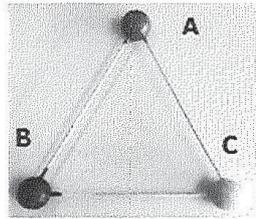


Figura 2

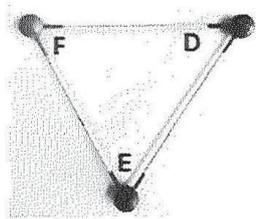
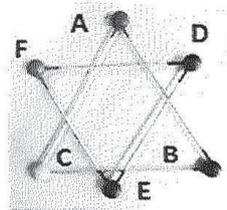


Figura 3



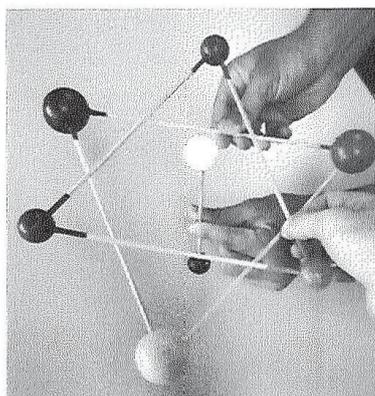
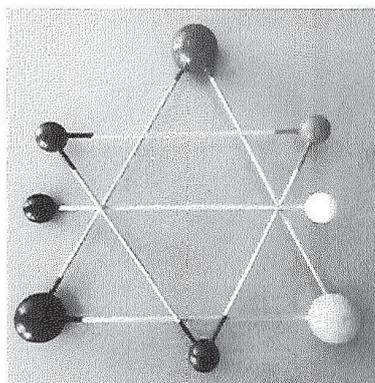
2/10

Figura 4



Figura 5

(FIGURA COM O EIXO TRANSVERSAL)



3/10

Figura 6

(qualquer cor com destaque do elemento para orientação e ponto central)

