



# TECNOLOGIA ASSISTIVA

## Projetos e Aplicações







# TECNOLOGIA ASSISTIVA

## Projetos e Aplicações

---

## Organizadores

Prof. Dra. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto (UFPR)

Prof. Dr. Luís Carlos Paschoarelli (UNESP)

Prof. Dr. Carlos Alberto Costa (UCS)

Prof. Dr. Eugenio Andrés Díaz Merino (UFSC)

Prof. Dr. José Aguiomar Foggiatto (UTFPR)

## Conselho Editorial

Prof. Dra. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto (UFPR)

Prof. Dr. José Aguiomar Foggiatto (UTFPR)

Prof. Dr. Luís Carlos Paschoarelli (UNESP)

Prof. Dr. Fausto Orsi Medola (UNESP)

Prof. Dr. Eugenio Andrés Díaz Merino (UFSC)

Prof. Dr. Carlos Alberto Costa (UCS)

Prof. Dr. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira (UDESC)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giselle Schmidt Alves Diaz Merino (UDESC)

## Comitê científico

### REVISORES

Ana Karina Pessoa da Silva Cabral

André Gustavo Adami

Andrea Faria Andrade

Angélica Souza Galdino Acioly

Bianca Maria Vasconcelos Valério

Bruna Brogin

Carine Geltrudes Webber

Carlos Alberto Costa

Cassia Leticia Carrara Domiciano

Denise Dantas

Edson Sidnei Maciel Teixeira

Eliane Fátima Manfio

Elton Moura Nickel

Eugenio Andrés Díaz Merino

Fausto Orsi Medola

Giselle Schmidt Alves Diaz Merino

Ingrid Caroline de Oliveira Ausec

### INSTITUIÇÃO

UFPE

UCS

UFPR

UFPB

UPE

SENAI

UCS

UCS

UNESP

USP

IFSC

FEEVALE

UDESC

UFSC

UNESP

UFSC

UEL

João Carlos Riccó Plácido da Silva	UNESP
João Eduardo Guarnetti dos Santos	UNESP
José Aguiomar Foggiatto	UTFPR
José Ângelo Peixoto da Costa	IFPE
Juliana Fonsêca de Queiroz Marcelino	UFPE
Julio Cezar Augusto Da Silva	INT
Kelli Cristine Assis da Silva Smythe	UFPR
Laura Bezerra Martins	UFPE
Lilian Dias Bernardo	IFRJ
Luis Carlos Paschoarelli	UNESP
Marcelo Gitirana Gomes Ferreira	UDESC
Marcos Alexandre Luciano	UCS
Maria Elizete Kunkel	UNIFESP
Maria Isabel Freitas	UNESP
Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto	UFPR
Mariana Menin Gazola	UNISAGRADO
Marilda Machado Spindola	UCS
Marta Karina Leite	UTFPR
Mercedes Lusa Manfredini	UCS
Paula da Cruz Landim	UNESP
Percy Nohama	PUC-PR
Raquel Saccani	UCS
Rosângela Monteiro Dos Santos	FATEC
Sandra Regina Marchi	UFPR
Sandra Sueli Vieira Mallin	UTFPR
Scheila Ávila E Silva	UCS
Sergio Fernando Lajarin	UFPR
Sergio Luiz Cardoso	UENF
Suzete Grandi	UCS
Vilma Maria Villarouco Santos	UFC
Virginia Borges Kistmann	UFPR

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Benitez Catalogação Assessoria Editorial)

---

T251      Tecnologia assistiva: projetos e aplicações / organização Maria  
1.ed.      Lúcia Leite Ribeiro Okimoto...[et al.]. 1. ed. – Bauru, SP:  
Canal 6, 2021.  
482 p.; 23 cm.

Outros organizadores : Luís Carlos Paschoarelli, Carlos  
Alberto Costa, Eugenio Andrés Díaz Merino, José Aguiomar  
Foggiatto.

Bibliografia.  
ISBN 978-65-86030-54-9 (e-book)  
ISBN 978-65-86030-55-6 (impresso)  
DOI 10.52050/9786586030549

1. Acessibilidade. 2. CBTA 2020. 3. Ergonomia. 4. Pesquisa  
científica. 5. Tecnologia. I. Paschoarelli, Luís Carlos. II. Costa,  
Carlos Alberto. III. Merino, Eugenio Andrés Díaz. IV. Foggiatto,  
José Aguiomar.

---

03-2021/25

CDD 001.42

---

Índice para catálogo sistemático:

1. Pesquisa científica : Tecnologia 001.42

Bibliotecária responsável: Aline Grazielle Benitez CRB-1/3129

# Sumário

## 9 Prefácio

## 1. ERGONOMIA

---

### 15 Proposta de um instrumento de apoio à decisão para inclusão de pessoas com deficiência nas organizações

*Nickel, Elton Moura; Gomes Ferreira, Marcelo Gitirana; Cinelli, Milton José; Silva, Stephany de Souza; Lopes, Geluza Gabriela Tagliari; Santos, Isabela Castagna; Rorato, Eduardo Keller; Schuenke, Gabriel de Souza*

### 26 Protótipo para medição da pressão exercida durante uma atividade grafomotora

*Pedrosa, Haline Leila Silva; Marcelino, Juliana Fonsêca de Queiroz; Araújo, Marcus Costa de*

### 37 Desenvolvimento de dispositivo de alcance para usuário cadeirante, por meio de uma abordagem centrada no usuário e do processo empático

*Schenkel, Ana de Castro; Merino, Giselle Schmidt Alves Dfaz*

### 45 Faixa de suporte postural para cadeira de rodas: Aplicação da Tecnologia Assistiva na área do design de produto

*Rocha, Esther Pinheiro; Cruz, Maria Gabrielle Lopes; Lima, Nicholas Raphael Bezerra; Bezerra, Marcela Fernanda de C. G. F.*

### 55 Projeto e validação de protótipo funcional para suspensão de membros superiores

*Costa, Carlos Alberto; Gomes, Rafael Cemin; Grandi, Suzete; Spindola, Marilda Machado; Costa, Felipe Acordi*

### 62 Órteses de membros superiores para indivíduos com Lesão Encefálica Adquirida: Aspectos ergonômicos e funcionais

*Rodrigues, Ana Cláudia Tavares; Garcez, Letícia Vasconcelos Morais; Paschoarelli, Luis Carlos; Medola, Fausto Orsi; Baleotti, Luciana Ramos*

## 2. TECNOLOGIA

---

### 75 Modelo 3D de mecanismo de encaixe ergonômico para próteses de amputados transtibiais

*Nassar, Victor; Prim, Gabriel; Nishida, Jonathan; Ourives, Eliete; Bueno, Tainá; Vieira, Milton*

### 85 Método para a confecção de próteses faciais de silicone usando moldes fabricados por impressão 3D

*Franco, Felipe Mateus; Barczyszyn, Karim; Foggiatto, José Aguiomar*

### 92 Desenvolvimento de um protótipo de player de vídeo digital audiodescritivo em plataforma Web para pessoas com deficiência visual

*Dias, Robson C.; De Oliveira, Adonias C.; Martins J., F. Luciano C.; De Castro e Silva, Rôney R.*

### 100 Desenvolvimento de um jogo de realidade virtual para a estimulação do controle de tronco de deficientes físicos

*de Paula, Simone; Pereira, Elias da Silva; Bez, Marta Rosecler*

### 107 Reconstrução digital de membro digitalizado para confecção de órteses

*Klein, Alison Alfred; Sierra, Isabella de Souza; Catapan, Márcio Fontana; Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro*

- 118 Aplicativo de compras para pessoas com Deficiência Visual: abordagem participativa a partir de um estudo de caso**  
*Ferro-Marques, Larissa R.; Fernandes, Nathan M.; Paschoarelli, Luis C.; Campos, Livia F. de A.*
- 128 Sistema de automação de baixo custo para cadeira de rodas integrada a aplicativo de auxílio a mobilidade**  
*Lima, Vitor; Sousa, Alexandre; Branch, Marcus.*
- 139 Interface dinâmica de tomografia eletromagnética de baixa resolução para aplicações de neurofeedback**  
*Barbosa, Gabriel M.; Casagrande, Wagner D.; Frizera-Neto, Anselmo; Nakamura-Palacios, E. M.; Ferreira, André*
- 145 Desenvolvimento de Mouse Trackball em Impressora 3D**  
*Reis, Lucas Santos; Souza, Kercia Cristine Rosário; Batista, Mariane de Jesus; Souza, Nilmar de; Mota, Renata de Souza*
- 155 Proposta de atendimento fisioterápico para pacientes com doença de Alzheimer a partir da solução da realidade virtual**  
*Negrão, Larissa; Fonseca, Pedro; Borges, Oscar; Lima, Pedro; Luz, Pedro; Brito, Roger; Silva, Luiz; Moraes, Rodrigo*
- 164 Termoderapia dispositivo *wearable* de baixo custo**  
*Giracca, Cesar Nunes; Brand, Valéria Bussolo; Karkling, Gabriela Machado; Merino, Eugenio; Costa, Diogo Pontes*
- 170 EDU ECG: Eletrocardiograma Economicamente Viável e Acessível para o Ensino da Saúde**  
*Gonçalves, Matthews Soares; Braganha, Alessandra Natasha A.B.*
- 177 Órtese em fibra de carbono de baixo custo: gestão e tecnologia no processo de design e engenharia**  
*Giracca, Cesar Nunes; Merino, Eugenio; Costa, Diogo Pontes*
- 183 Habilitação e reabilitação de usuários de próteses para membro superior fabricada na impressora 3D**  
*Bião, Menilde Araújo Silva; Magalhães, Paula Hortência dos Santos; Oliveira, Marcelo Mendes de; Dias, Jamilton Alves; Santos, Leandro Brito; Monteiro, Roberto Souza*
- 189 Proposta de Ferramenta para Usinagem de Espumas para Adequação Postural**  
*Costa, Carlos Alberto; Calgaro, Rafael; Grandi, Suzete; Costa, Felipe Acordi*
- 196 Exposição Na Ponta dos Dedos: proposta de acessibilização por meio de fotografia tátil, rastreamento de toque e audiodescrição**  
*Cavalcante Vieira, Roberto Cesar; Santiago Araújo, Vera Lúcia; Frazão Seoane, Alexandra; Sales, Larissa da Conceição; Rodrigues, Liliane; Barroso Lima, Neyara Rebeca; Cordeiro, Luciana*
- 205 Prótese Mioelétrica: requisitos no seu desenvolvimento**  
*Pagatini, Michel; Merino, Eugenio Andres Diaz*
- 212 Dispositivo de baixo-custo para aquisição de sinais eletromiográficos**  
*Gomes, José; Oliveira, Marina; Melo, Mirella; Costa, William; Gomes, Marilu; Melo, Guilherme; Texeira, João Marcelo; Da Gama, Alana Elza Fontes*
- 219 A Tecnologia Assistiva no desenvolvimento de órtese para pacientes com deficiências motoras**  
*Aguiar, Bárbara de Cássia Xavier Cassins; Andrade, Andrea Faria; Ferreira, Clarice Isabelle*

### 3. PROJETOS

---

- 229 Projeto gráfico inclusivo: materiais e tecnologias na adaptação do UNO para pessoas com deficiência visual**  
*Silva, Bruno Vieira da; Bezerra, Marcela Fernanda de C. G. F.;*



- 236 Projeto SIMOPE: desenvolvimento de um sistema de mobilidade para equoterapia**  
*Luz, Maria de Lourdes Santiago; Oliveira, Paula C. Rocha; Razza, Bruno Montanari; Ferrari, Guilherme Neto*
- 246 Dispositivo de apoio protético: avaliação funcional e a contribuição da reabilitação na infância**  
*Poteriko da Silva, Geane Aparecida; Okumura, Maria Lucia Miyake; Cancigliieri Junior, Osiris*
- 256 User-Capacity Toolkit: conjunto de ferramentas para o ensino e prática de projetos inclusivos**  
*Pichler, Rosimeri Franck; Monteiro, Hércules*
- 266 Cubo multifaces: estímulo da concentração e do foco para crianças portadoras de TDAH e TEA**  
*Carvalho, Allysson G. L.; Florêncio, André V. B.; Bezerra, Marcela Fernanda de C. G. F.*
- 272 Design Centrado no Usuário e Bioinspiração: o desenvolvimento de capa cosmética para prótese transtibial com inspiração orgânica**  
*Porsani, Rodolfo Nucci; Scardovelli, João Vitor; Bertolaccini, Guilherme da Silva; Marques, Larissa R. Ferro; Fernandes, Nathan Martins; Paschoarelli, Luis Carlos*
- 283 Desenvolvimento de Férula de Harris para lesão do nervo fibular de baixo custo**  
*Rodrigues Neto, Jorge Lopes; Silva, Estéfane Costa; França Cunha, Israel Fernandes; Rodrigues Júnior, Jorge Lopes*
- 290 Adaptação de lápis modelo pera para auxílio na grafomotricidade de crianças com disfunções neuromotoras**  
*Marcelino, Juliana; Martins, Manuela; Melo, Ana Paula; Cabral, Ana Karina; Costa, José Ângelo; Nascimento, Mineu; Martins, Laura*
- 297 Mouse+: acionador de comandos para crianças com paralisia cerebral**  
*Bueno, Tainá; Nishida, Jonathan; Nassar, Victor; Ilha, Amanda; Vieira, Milton; Cinelli, Milton*
- 304 Dispositivo de Suporte Visual para portadores do Transtorno do Espectro Autista e atraso no desenvolvimento cognitivo**  
*Costa, Álvaro Júnior; Silva, Raphael Diego Comesanha e; Silva, Oriana Comesanha e*
- 311 Proposta de elaboração de dispositivo de tecnologia assistiva para auxílio de deslocamento de paciente em situação de leito**  
*Thomas, Carmine; Machado, Rafaela; Medeiros, Ramon; Fernandes, Tânia*
- 318 Protótipo de dispositivo como proposta para auxiliar pessoas com Parkinson sob forma de colher**  
*Dantas, Matheus F. do Nascimento; Silva, Marcelo Martins; Lopes, João L. Cruz; Silva, João H. dos Santos; Aguilar, Paulo A. Cavalcante; Andrade, Roberta Dutra; Nunes, Maria S. Mendes*
- 329 Redesign de Dispositivo para Reabilitação Respiratória Infantil**  
*Silva, Danilo Corrêa; Hounsell, Marcelo da Silva*
- 337 Proposta de Órtese de Mão para prevenção da perda de função por idosos acamados**  
*Araújo, Gael Carlos de; Moura, Bruno Santos; Cordeiro, Débora Maria; Santos, Tatiane Kelly Ferreira dos; Pichler, Rosimeri Franck*
- 344 Sistema assistivo para auxílio da pessoa com deficiência visual na seleção e compra de produtos de maneira autônoma**  
*Silva, Andrei Luiz Demétrio e; Fülber, Heleno; Merlin, Bruno; Lima, Eduardo Nascimento; Veras, Adonney Allan de O.*
- 351 Desenvolvimento de coleção de moda inclusiva com o Método Co-Wear e a Linguagem Tátil das Cores See Color**  
*Brogin, Bruna; Fernandes, Raquel dos Santos; Marchi, Sandra Regina*

- 360 Museu e recursos táteis para pessoas cegas: acessibilização da Sala Aldemir Martins no Museu de Arte da UFC (MAUC)**  
*Vieira, Roberto Cesar Cavalcante; Araújo, Vera Lúcia Santiago; Abud, Janaína Vieira Taillade; Oliveira, Georgia Tath Lima de; Rocha, Saulo Moreno; Siqueira, Graciele Karine; Campos, Maria Carlizeth da Silva*

## 4. COMUNICAÇÃO

---

- 373 Tecnologia assistiva: Projeto de um livro para a inclusão de crianças com deficiência visual**  
*Ferrari, Thais Ribeiro; Silva, João Carlos Riccó Plácido; Paschoarelli, Luís Carlos*
- 380 Adaptação de diferentes recursos de comunicação alternativa para uma criança com paralisia cerebral**  
*Biancolli, Luana Gonçalves; Lourenço, Gerusa Ferreira*
- 390 Jogo Sério para Letramento de Crianças com Transtorno do Espectro do Autismo**  
*Jensen, Nikolas; Granza de Mello, Rafael; Noveletto, Fabrício*
- 396 Amplisoft - Prancha de Comunicação Alternativa e Ampliada por figuras para uso pedagógico e educacional**  
*Roth, Valmir; Henzen, Alexandre F.; Gusso, Mariana M.; Serur, Gabriele; Nohama, Percy*

## 5. EDUCAÇÃO

---

- 407 Sistema de Informação Acessível para auxílio em Design de Exposições**  
*Yasuda, Kamila Tizumi; Medeiros, Cindy Renate Piassetta Xavier*
- 417 User-Capacity Toolkit: Painéis de Síntese Visual como interface de discussão para equipes multidisciplinares**  
*Pichler, Rosimeri Franck; Merino, Giselle S. A. D.*

- 426 Artefatos de educação ambiental inclusiva para o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro**

*Dias, Franciele Vieira; Victoria, Isabel Cristina Moreira; Berlato, Larissa Fontoura; Ferreira, Alais Souza; Figueiredo, Luiz Fernando Gonçalves de*

- 437 Laboratório de Inclusão: uma experiência na produção de materiais didáticos inclusivos**

*Andrade, Andrea Faria; Aguiar, Bárbara de Cássia Xavier Cassins*

- 444 Tabela Periódica Tátil: um estudo a partir da Prototipagem Rápida no âmbito do Desenho Universal**

*Andrade, Andrea Faria; Aguiar, Bárbara de Cássia Xavier Cassins; Marchi, Sandra Regina*

- 451 Desenvolvimento de Maquete Tátil do Jardim Botânico de Curitiba: protótipo de estudo da simbologia**

*Andrade, Andrea Faria; Aguiar, Bárbara de Cássia Xavier Cassins; Pires, Andressa da Silva*

- 458 Material informacional em tempos de Covid-19: cartilha acessível para público cego e Surdo**

*Bueno, Juliana; Smythe, Kelli C. A. Silva; Sanches, Emilia C. Picelli*

- 467 Tecnologia Assistiva e Daltonismo – Uma proposta de jogo para auxiliar crianças no aprendizado das cores e suas simbologias**

*Chagas, Brenda; Acioly, Angélica de Souza Galdino*

## 479 ÍNDICE DE AUTORES

## Prefácio

O conhecimento científico, quando atinge a síntese, consegue consolidar-se na sociedade, enraizando-se nos pensamentos e ações, tornando-se parte da consciência cultural. No caso na pesquisa e desenvolvimento em Tecnologia Assistiva, temos um imenso desafio pela frente para a construção desta consciência cultural. No cenário nacional, aos poucos, começam a se estruturar os requisitos básicos de acessibilidade, NBR9050 2015, a qual apresenta requisitos de organização para este fim, refletindo uma ordem de pensamento mundial da necessidade de uma sociedade ser inclusiva, criando recomendações a serem atendidas de acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Mas, mesmo ainda para a efetiva consolidação destes parâmetros básicos, precisamos evoluir muito no nosso conhecimento, a fim de criar a consciência coletiva para o desenvolvimento e aplicações da Tecnologia Assistiva.

Desta forma, faz-se necessário um contínuo pensar e refletir sobre os problemas que afetam as pessoas nas suas necessidades básicas de alimentação, ensino, transporte, qualidade de vida, entre tantas outras incontáveis necessidades tão específicas e particulares de cada sujeito, que é único e singular. Assim, para que possamos consubstanciar novos avanços do conhecimento para a inclusão das pessoas com deficiência na sociedade brasileira, ainda há imensos desafios a vencer, para que elas tenham igualdade de condições e de oportunidades para sua efetiva participação social.

Buscando auxiliar neste processo de pesquisa e investigação, apresentamos à sociedade esta publicação, que procura reunir estudos para um pensamento reflexivo das possibilidades teóricas e direcionamentos para a Tecnologia Assistiva (TA).

A TA é uma área de conhecimento interdisciplinar, que envolve "... produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social" (Brasil, 2009) <sup>1</sup>.

---

1 Brasil. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. B823 t Comitê de Ajudas Técnicas Tecnologia Assistiva. – Brasília: CORDE, 2009.

Neste sentido, a pesquisa na área de Tecnologia Assistiva, seja nos seus fundamentos teóricos, seja nas suas aplicações, assume papel relevante, para que os benefícios possam emergir de forma bem sucedida aos usuários e à sociedade. Assim, no âmbito acadêmico-científico há diversas iniciativas para a pesquisa e o desenvolvimento no campo da Tecnologia Assistiva. Entre estas, destaca-se a “RPDTA - Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva: ações integradas entre Engenharia Mecânica e Design” -, que tem entre outros objetivos, fomentar e disseminar a pesquisa em Tecnologia Assistiva, e está articulada com pesquisadores vinculados à UFPR – Universidade Federal do Paraná, UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, UNESP – Universidade Estadual Paulista, UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná e UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina, com o apoio da CAPES (Processo 88887.091037/2014-01). Oportunamente, também salientamos a colaboração da UCS – Universidade de Caxias do Sul, através de parceria com o Prof. Dr. Carlos Alberto Costa, sediando o III CBTA- Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva, em Caxias do Sul, no ano de 2021.

Em continuidade às suas iniciativas, a RPDTA, com apoio da CAPES e da FAPERGS, apresenta este livro da série nominada “Tecnologia Assistiva” como um dos meios de divulgação da pesquisa científica desenvolvida na área. Salientamos que esta publicação traz um significado especial porque é o resultado de uma parceria interinstitucional de pesquisadores, que dedicam este trabalho a todos que atuam no amplo campo da Tecnologia Assistiva e suas áreas correlatas, especialmente Design, Engenharia, Tecnologia da Informação, Educação, Saúde, Reabilitação, Terapia Ocupacional, Ergonomia, Fisioterapia.

A **série de livros** é composta dos seguintes conteúdos: **Tecnologia Assistiva - Projeto e Aplicações; Tecnologia Assistiva - Estudos; Tecnologia Assistiva - Abordagens Teóricas**, e cada uma delas reúne uma coletânea de artigos, versando sobre esses enquadramentos do objetivo da pesquisa.

**Este livro, “Tecnologia Assistiva - Projeto e Aplicações”,** está organizado em cinco seções, com foco nos seguintes assuntos relativos à similaridade da área de enfoque das aplicações, sendo estas: Ergonomia, Tecnologia; Projetos, Comunicação, Educação. Todos os capítulos aqui apresentados foram desenvolvidos por pesquisadores e profissionais ligados a diferentes instituições. É importante destacar ainda que os textos de todos os capítulos foram submetidos ao CBTA2020, e foram avaliados em sistema *peer-review* (revisão por pares) com uso de critérios qualitativos e quantitativos; e aprovados por um comitê científico composto por 62 (sessenta e dois) Professores e Pesquisadores com o Titulação de Doutor, vinculados a importantes universidades brasileiras e algumas organizações internacionais.

Apesar do extenso trabalho de avaliação, seleção e edição dos capítulos do presente livro, os propósitos e o conteúdo de cada capítulo são exclusivamente de responsabilidade de seus autores e não expressam a opinião dos revisores e /ou organizadores da obra.

Aproveitamos para manifestar nossos agradecimentos à CAPES, e a FAPERGS, com recursos financeiros, que contribuíram para esta realização. Desejamos a todos uma excelente leitura e que este livro inspire futuros estudos sobre Tecnologia Assistiva.

**Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto**

Professora Doutora Departamento de Engenharia Mecânica e Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e Programa de Pós-Graduação em Design Universidade Federal do Paraná - UFPR



# 1. ERGONOMIA





# Proposta de um instrumento de apoio à decisão para inclusão de pessoas com deficiência nas organizações

Nickel, Elton Moura<sup>1</sup>; Gomes Ferreira, Marcelo Gitirana<sup>2</sup>; Cinelli, Milton José<sup>3</sup>; Silva, Stephany de Souza<sup>4</sup>; Lopes, Geluza Gabriela Tagliari<sup>5</sup>; Santos, Isabela Castagna<sup>6</sup>; Rorato, Eduardo Keller<sup>7</sup>; Schuenke, Gabriel de Souza<sup>8</sup>

1 – Programa de Pós-Graduação em Design, UDESC, elton.nickel@udesc.br

2 – Programa de Pós-Graduação em Design, UDESC, marcelo.gitirana@gmail.com

3 – Programa de Pós-Graduação em Design, UDESC, milton.cinelli@udesc.br

4 – Programa de Pós-Graduação em Design, UDESC, pi.stephany@gmail.com

5 – Programa de Pós-Graduação em Design, UDESC, geluzatl@gmail.com

6 – Departamento de Design, UDESC, isa.c.santos@hotmail.com

7 – Departamento de Design, UDESC, edkrorato@gmail.com

8 – Departamento de Design, UDESC, gabrielschuenke@hotmail.com

\*Endereço: Av. Madre Benvenuta, 1907, Itacorubi, Florianópolis/SC, 88.035-901.

## RESUMO

Existem requisitos que precisam ser atendidos para que as organizações incluam pessoas com deficiência. O objetivo deste artigo é propor um instrumento de apoio à decisão para promover esta inclusão. Para tanto, foram utilizados os métodos da Ergonomia Participativa e da Abordagem Multicritério. Os resultados permitem a obtenção de um índice de inclusão para avaliar as organizações. Contribui-se, assim, para a melhoria dos sistemas de trabalho e para as áreas da Tecnologia Assistiva, Design, Engenharia e Saúde.

**Palavras-chave:** Inclusão, Ergonomia, Organizações.

## ABSTRACT

*There are requirements that need to be met for organizations to include people with disabilities. The purpose of this paper is to propose a decision aid instrument to promote this inclusion. For this, the methods of Participatory Ergonomics and the Multicriteria Approach were used. The results allow obtaining an inclusion index to*

*evaluate organizations. It thus contributes to the improvement of work systems and areas of Assistive Technology, Design, Engineering and Health.*

**Keywords:** *Inclusion, Ergonomics, Organizations.*

## 1. INTRODUÇÃO

Em um estudo anterior, a partir de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), foram levantados aspectos fundamentais para a inclusão de pessoas com deficiência (PcDs) no mercado de trabalho, bem como a importância da abordagem deste assunto em âmbito nacional (NICKEL et al., 2020).

Dentre as obras revisadas, 32% eram de pesquisas realizadas no Brasil, o que denota que aspectos relacionados às PcDs no mercado de trabalho estão sendo considerados para que a inserção destes trabalhadores não esteja relacionada somente com a Lei de Cotas (Lei 8.213/91), que prevê obrigatoriedade na contratação de um percentual específico de PcDs de acordo com o número de funcionários da empresa (TEIXEIRA et al., 2015; TEIXEIRA, 2018).

Conforme a Tabela 01, alguns dos aspectos evidenciados na análise dos estudos realizada na pesquisa anterior se destacam pela frequência com os quais são citados. De modo decrescente, os fatores mais abordados foram a utilização de Tecnologias Assistivas (TA), adaptação ao ambiente, treinamento da PcD, flexibilidade de horário, conscientização, particularidades da deficiência, equidade e apoio familiar (NICKEL et al., 2020).

Aspecto evidenciado	Ocorrência
Uso de TA	19%
Adaptação do ambiente	17%
Treinamento da PcD	16%
Flexibilidade de horário	14%
Conscientização	12%
Particularidades da deficiência	9%
Equidade	7%
Apoio familiar	7%

**Tabela 01**  
Aspectos evidenciados em uma RBS (adaptado de NICKEL et al., 2020)

Tendo como base os aspectos evidenciados na Tabela 01, o objetivo deste artigo é apresentar o desenvolvimento de um instrumento de apoio à decisão para inclusão de pessoas com deficiência nas organizações, que contemple os requisitos para criar ou transformar sistemas de trabalho a fim de que eles sejam verdadeiramente inclusivos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo está inserido na área de concentração da Ergonomia (ou Fatores Humanos) e pertence à linha de pesquisa da Ergonomia Organizacional (ou Macroergonomia). Conceitualmente, a Macroergonomia é uma abordagem *top-down* de sistemas sociotécnicos para o projeto de sistemas de trabalho e a aplicação do sistema global de projeto do trabalho para os projetos de interfaces humano-trabalho, humano-máquina e humano-*software* (HENDRICK e KLEINER, 2002).

Diante da visão sistêmica que a Macroergonomia proporciona, esta pesquisa fez uso dos benefícios que essa abordagem pode oferecer para o levantamento dos requisitos para a inclusão de pessoas com deficiência no mercado de trabalho e a consequente transformação para melhor desses sistemas de trabalho. Nesse cenário, o método da Ergonomia Participativa tem sido considerado a abordagem principal para a análise e o projeto macroergonômico (HENDRICK, 2006).

Por isso, a etapa dedicada a identificar quais são os requisitos necessários para uma verdadeira inclusão nos sistemas de trabalho das organizações foi realizada a partir do ponto de vista dos interessados. Com base nos conceitos de Ergonomia Participativa, foram reunidos representantes de uma amostra de trabalhadores e seus familiares, profissionais de reabilitação e gestores de organizações interessados em contribuir para o estudo. Para tanto, foi formado um Grupo de Foco composto pelos representantes supracitados, a fim de elucidar a realidade em questão e contemplar todos os interesses relacionados a projetos de sistemas de trabalho inclusivos. O Grupo de Foco teve como objetivo “obter a percepção aprofundada da necessidade”, ao consultar um pequeno número representativo dos interessados no problema. A literatura sugere que sejam formados grupos de pelo menos cinco pessoas, para se obter maior precisão nos resultados (BAXTER, 2011, p. 224-225). Nesta etapa, o grupo de pesquisa aproveitou um convênio de cooperação técnica existente entre a universidade e o Centro Catarinense de Reabilitação (CCR), bem como o contato de profissionais e pacientes de outras instituições indicadas pelo CCR.

O encontro para o levantamento dos requisitos com uso do método da Ergonomia Participativa ocorreu nas dependências do CCR no dia 28 de junho de 2019. O Grupo de Foco foi formado por um total de 10 (dez) representantes,

que participaram com seus pontos de vista, contribuindo assim para a construção e o refinamento do instrumento final. Destaca-se que esta pesquisa se encontra devidamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos, identificado pelo CAAE: 02375018.6.0000.0118 e que todos os participantes assinaram o respectivo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Quanto à operacionalização para a construção do instrumento a partir dos requisitos levantados, esta pesquisa utiliza os princípios do campo de conhecimento do Processo Decisório, que pode ser definido como um conjunto de metodologias que visam estruturar processos aparentemente não estruturados por meio da construção de modelos, utilizando um conjunto de técnicas quantitativas para resolver os aspectos matemáticos destes modelos (EHRlich, 1991).

Mais recentemente, metodologias direcionadas a trabalhar com problemas que envolvem múltiplos critérios foram desenvolvidas no campo do Processo Decisório, a partir de duas escolas principais: uma conhecida como MCDM (*Multicriteria Decision Making*), de origem americana; e outra conhecida como MCDA (*Multicriteria Decision Aid*), de origem europeia. Este conjunto de metodologias ficou conhecido como Abordagem Multicritério (KEENEY e RAIFFA, 1993). O objetivo da Abordagem Multicritério não é atingir um resultado único e replicável para qualquer problema, mas reconhecer a existência de múltiplos fatores que influenciam o rumo de ação em situações específicas. A Tabela 02 apresenta a sequência de atividades para problemas de decisão.

Sequência	Atividade
1	Reconhecer um problema de decisão
2	Especificar valores
3	Criar alternativas
4	Avaliar alternativas
5	Selecionar uma alternativa

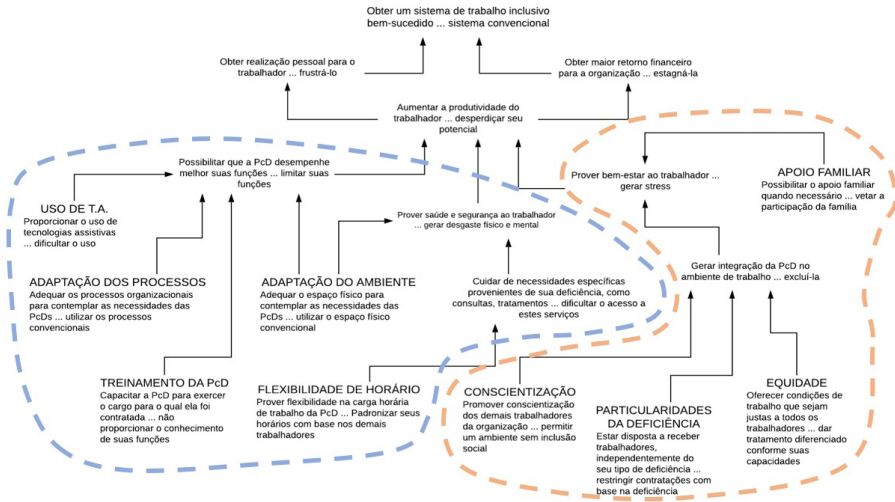
**Tabela 02**

Sequência de atividades para problemas de decisão (adaptado de KEENEY, 1992, p. 49)

É importante destacar que este artigo divulgará o desenvolvimento de um modelo multicritério até a atividade 3, não tendo o mesmo sido aplicado na avaliação e seleção de alternativas até o momento. Estas duas últimas atividades serão divulgadas em futuros artigos científicos, mediante os desdobramentos do estudo.

### 3. RESULTADOS

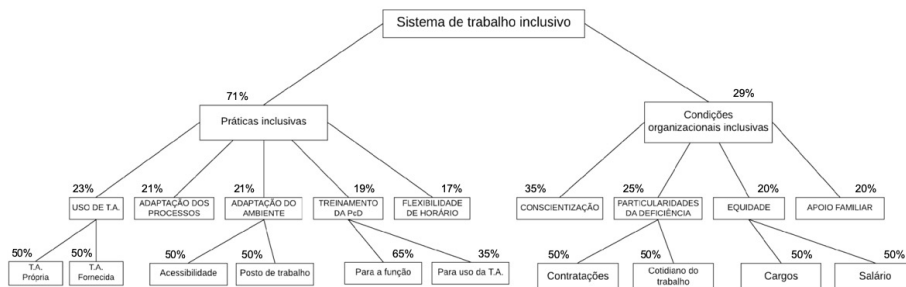
Para iniciar a construção do instrumento, foram detalhados os oito aspectos evidenciados na RBS e organizados em um mapa mental, também conhecido como cadeia de meios e fins (Figura 01).



**Figura 01**  
Cadeia de meios e fins criada a partir dos aspectos evidenciados na RBS (elaborado pelos autores)

Uma cadeia de meios e fins consiste na representação de causas e efeitos. Assim, os níveis inferiores do mapa normalmente são os objetivos mais operacionais e mais fáceis de medir (ROOZENBURG e EEKELS, 1995). Por outro lado, também se pode compreender os objetivos mais estratégicos do modelo, a partir dos opostos de cada expressão. Por exemplo, o objetivo principal representado na Figura 01 se refere a “Obter um sistema de trabalho inclusivo bem-sucedido [ao invés de] um sistema convencional”. Neste exemplo, foram identificados dois clusters (ou categorias) principais no mapa.

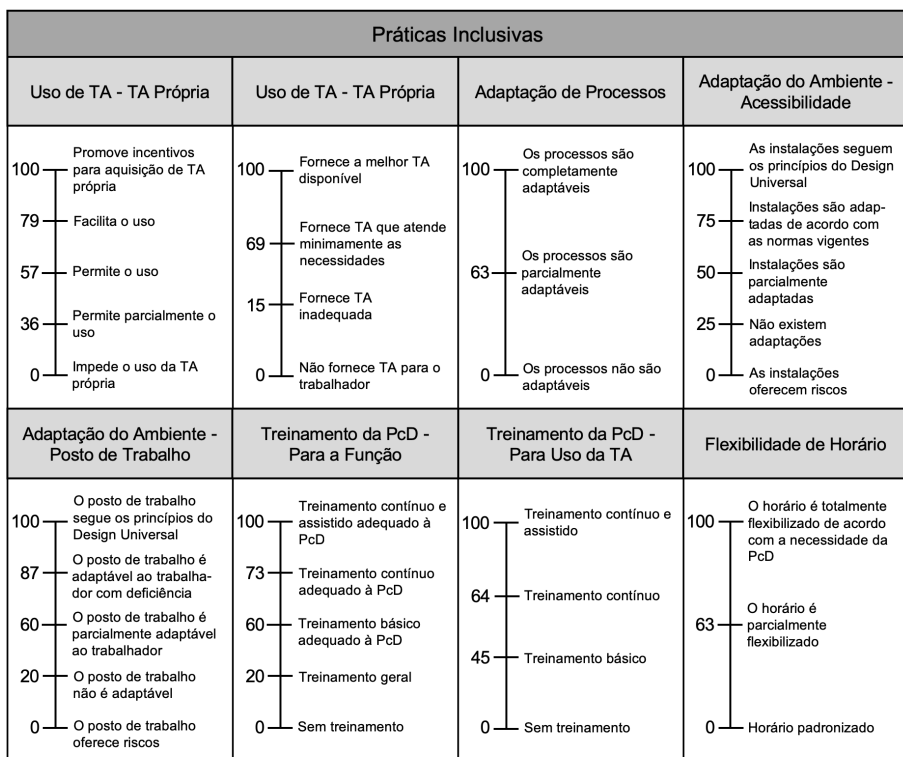
Na sequência, criou-se uma estrutura arborescente baseada nessas duas categorias principais, denominadas de “Práticas inclusivas” e “Condições organizacionais inclusivas” (Figura 02). Cada item mais operacional foi novamente analisado e, para alguns, gerou-se mais uma subdivisão para melhor descrever o problema. Essa estruturação também é conhecida como “árvores de valor” em “hierarquia de objetivos” e resulta em uma compreensão mais profunda e mais precisa a respeito do que deve ser de preocupação no contexto da decisão (KEENEY, 1992; GOODWIN e WRIGHT, 1998).



**Figura 02**  
Árvore de valor do modelo desenvolvido (elaborado pelos autores)

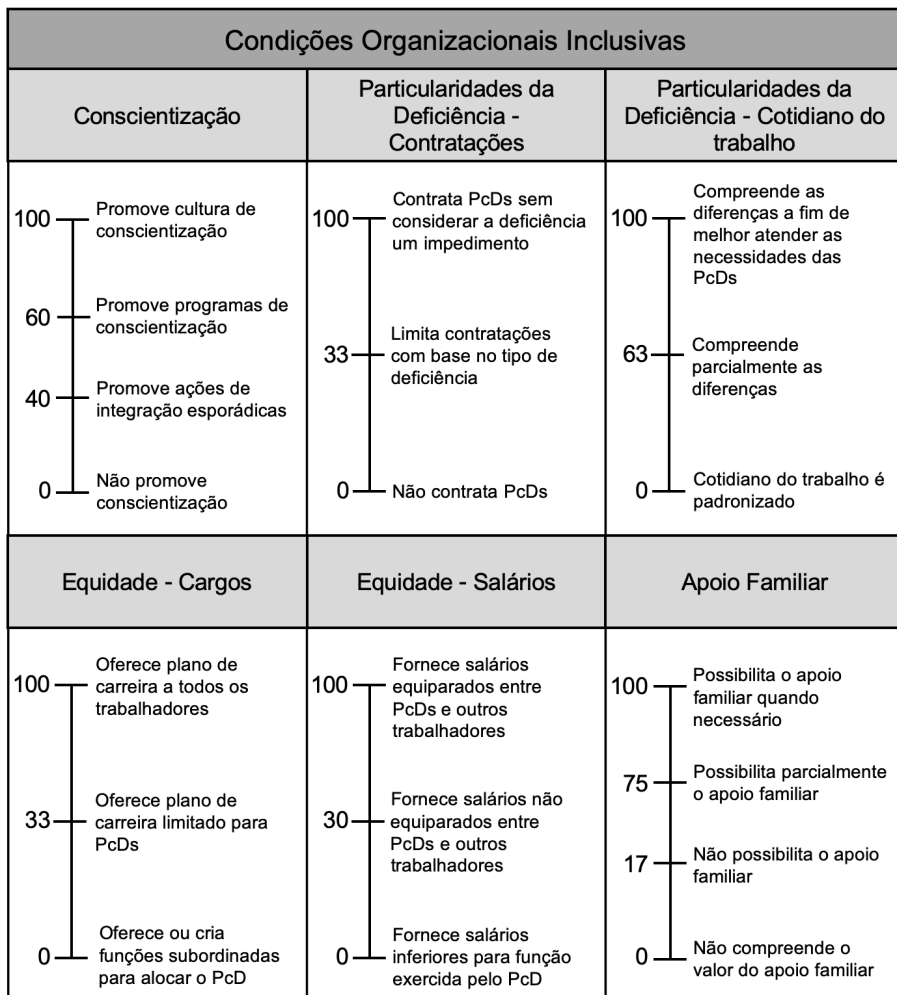
Percebe-se ainda que, na Figura 02, o modelo foi valorado através da obtenção das taxas de substituição. Para Keeney e Raiffa (1993), o conceito de taxa de substituição é a recíproca negativa da inclinação da curva de indiferença. Em termos simples, trata-se da compensação que ocorre quando se atribuem valores percentuais a cada um dos objetivos da árvore de valor, conforme o grau de importância. Para obtenção das taxas deste modelo, foi utilizada atribuição direta usando como referência o grau de ocorrência na literatura (ver Tabela 01).

A partir daí, para cada item mais operacional, foi criada uma escala hierárquica para possíveis soluções do problema. Com o auxílio do grupo de foco, foram gerados critérios associados a funções de valor que, segundo a definição da literatura na área do processo decisório, representa a estrutura de preferência do decisor (KEENEY e RAIFFA, 1993). A Figura 03 apresenta as funções de valor do instrumento desenvolvido para a categoria Práticas Inclusivas.



**Figura 03**  
Funções de valor para Práticas Inclusivas (elaborado pelos autores)

Por sua vez, a Figura 04 apresenta as funções de valor do instrumento desenvolvido para a categoria Condições Organizacionais Inclusivas.

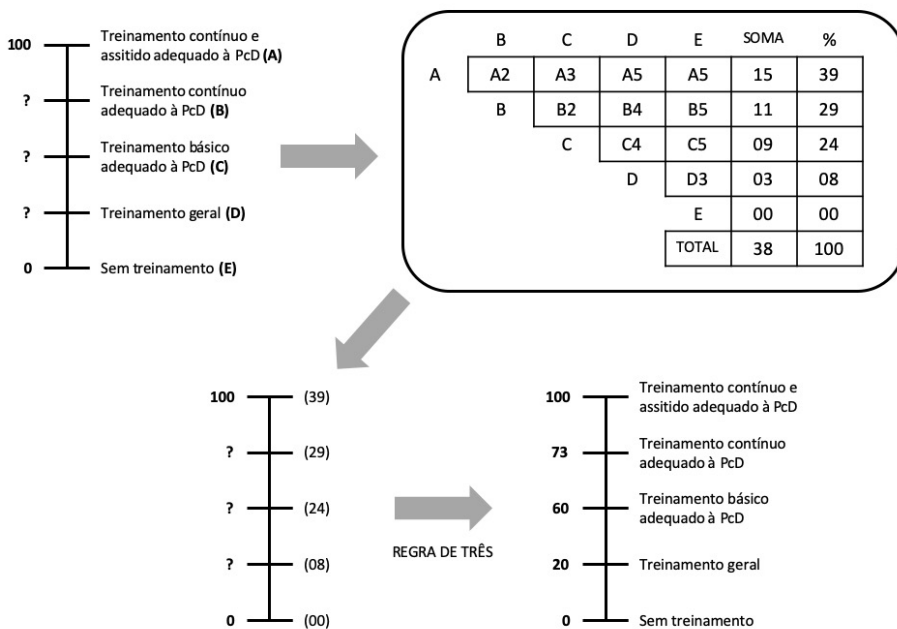


**Figura 04**

Funções de valor para Condições Organizacionais Inclusivas (elaborado pelos autores)

Para a obtenção dessas escalas foi utilizado o diagrama de Mudger, tendo como vantagem o fato dele dispensar o uso de *softwares* comerciais para a realização dos cálculos. Nesse diagrama a valoração é feita comparando-se os objetivos aos pares e obtendo-se um *ranking*, ou hierarquia, dos objetivos e o quanto cada um deles é mais ou menos importante para o decisor (ROZENFELD et al., 2006). A Figura 05 apresenta o exemplo de conversão de um critério em uma função de valor.





**Figura 05**

Conversão de um critério para uma função de valor (elaborado pelos autores)

Finalmente, com a obtenção de todas as taxas do modelo foi possível alcançar um instrumento global, que permite a obtenção de um índice de inclusão para cada organização a ser analisada, conforme seu desempenho em cada item avaliado.

## 4. DISCUSSÃO

O modelo multicritério desenvolvido, apresentado na forma de um instrumento de apoio à decisão organizacional, contempla os principais tópicos apontados pela literatura para a inclusão de pessoas com deficiência no mercado de trabalho. Esses tópicos foram detalhados e hierarquizados com a ajuda de um grupo de foco, que consistiu em uma amostra do público diretamente beneficiado com a incorporação dos aspectos contemplados pelo modelo. Os resultados deste estudo podem ser aplicados em atuais ou futuras organizações que necessitam atender os requisitos para inclusão, tanto em novos projetos quanto em decisões organizacionais em curso.

Um dos principais diferenciais desta pesquisa foi a confirmação de quais seriam os principais requisitos para a inclusão de pessoas com deficiência para o contexto estudado. A investigação junto à profissionais de reabilitação,

trabalhadores e seus familiares, bem como a gestores de organizações interessadas, resultou na corroboração dos dados levantados na Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) previamente realizada (NICKEL et al., 2020). Ainda mais, a participação do público aprofundou o tema e permitiu o avanço para a proposta de um instrumento completo. Naturalmente, as limitações do estudo incidem no fato de que as informações foram obtidas junto a uma amostra restrita do público em questão e em condições específicas de coleta.

## 5. CONCLUSÕES

O objetivo deste artigo foi apresentar o desenvolvimento de um instrumento de apoio à decisão para inclusão de pessoas com deficiência nas organizações, que contemplassem os requisitos para o projeto de sistemas de trabalho verdadeiramente inclusivos. Entende-se que o objetivo foi alcançado, tendo em vista a proposta de um modelo multicritério formatado a partir dos aspectos, ou requisitos, evidenciados na literatura atual sobre o tema e a contribuição de pessoas reais interessadas diretamente na problemática estudada.

Tornou-se evidente a função da Ergonomia Participativa como método principal da Ergonomia Organizacional, atribuindo ao trabalhador o papel de contribuir ativamente para o projeto ou a melhoria do sistema de trabalho no qual está inserido. Para o trabalhador com deficiência, que possui limitações e necessidades específicas, a importância dessa abordagem ficou ainda mais evidenciada. Em casos assim, nota-se como a disciplina de Fatores Humanos gera contribuições fundamentais para as áreas do Design, Engenharia e Tecnologia Assistiva. Para trabalhos futuros, pretende-se realizar a aplicação do instrumento em organizações reais para teste e refinamento da proposta.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, FAPESC e CAPES – Finance Code 001.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAXTER, M. **Projeto de produto**: guia prático para o design de novos produtos. 3. Ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- EHRlich, P. J. **Pesquisa operacional**: curso introdutório. 7 ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- GOODWIN, P.; WRIGHT, G. **Decision analysis for management judgment**. 2 ed. Chichester: J. Wiley, 1998.

HENDRICK, Hal W. **Macroergonomia**: uma introdução aos projetos de sistemas de Trabalho – Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2006.

HENDRICK, H. W; KLEINER, B. M. **Macroergonomics**: theory, methods, and applications. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2002.

KEENEY, R. L. **Value-focused thinking**: a path to creative decisionmaking. Cambridge, Mass.: Harvard University, 1992.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisions with multiple objectives**: preferences and value tradeoffs. New York: Cambridge University Press, 1993.

NICKEL, E. M. et al. Uma revisão sistemática dos aspectos necessários para inclusão de pessoas com deficiência no mercado de trabalho. **Projética**, Londrina, v. 11, n. 2, ago. 2020.

ROOZENBURG, N. F. M.; EEKELS, J. **Product design**: fundamentals and methods. Chichester: Wiley, 1995.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

TEIXEIRA, E. S. M. **Design Universal**: Método de inclusão de pessoas com deficiência em postos de trabalho de produção industrial. 2018. 109 f. Tese (Doutorado) - Curso de Design, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

TEIXEIRA, E. S. M.; OKIMOTO, M. L. L. R.; HEEMANN, A. Identificação Bibliográfica de lacunas e oportunidades com abordagem no Design Universal para a inclusão de pessoas com deficiência em processos de manufatura industriais. **Projética**, Londrina, v. 6, n. 2, p.105-121, jul. 2015.

# Protótipo para medição da pressão exercida durante uma atividade grafomotora

Pedrosa, Haline Leila Silva<sup>1</sup>; Marcelino, Juliana Fonsêca de Queiroz<sup>2</sup>;  
Araújo, Marcus Costa de<sup>1</sup>

1 – Departamento de Engenharia Mecânica, UFPE,

2 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPE.

\*marcus.araujo@ufpe.br

## RESUMO

Este trabalho visa a coleta de dados da pressão exercida durante o exercício de uma atividade grafomotora. Foi desenvolvido um protótipo utilizando-se placa Arduino, sensor de pressão e diferentes adaptações de lápis. Foram aplicados testes com voluntários não deficientes para comprovar o desempenho do protótipo desenvolvido, que permitiu avaliar em tempo real a pressão exercida durante as atividades grafomotoras. Os resultados obtidos mostraram a variação da pressão exercida em atividades distintas, para uma mesma pessoa, para diferentes adaptações para lápis. O protótipo poderá ser utilizado em estudos futuros, permitindo a avaliação de indivíduos com deficiência motora ou disfunções de preensão.

**Palavras-chave:** *Tecnologia assistiva; Instrumentação; Atividade grafomotora.*

## ABSTRACT

*This work aims to collect data on the pressure exerted during the exercise of a graphomotor activity. A prototype was developed using an Arduino board, pressure sensor and different pencil adaptations. Tests were applied with non-disabled volunteers to prove the performance of the developed prototype, which allowed to evaluate in real time the pressure exerted during the graphomotor activities. The results obtained showed the variation of the pressure exerted in different activities, for the same person, for different pencil adaptations. The prototype can be used in future studies, allowing the evaluation of individuals with motor disabilities or prehension disorders.*

**Keywords:** *Assistive technology; Instrumentation; Graphomotor activity.*

## 1. INTRODUÇÃO

Os dados do último censo demográfico brasileiro, realizado em 2010 e publicado em 2012, revelaram que 23,9% da população sofrem de algum tipo de deficiência, sendo que 7% apresenta deficiência motora. Dentre suas causas, encontra-se a paralisia cerebral (BRASIL, 2012).

Para que um indivíduo com deficiência motora ou que possui disfunções de preensão do lápis desenvolva o grafismo é necessário adaptar esta tarefa com o uso de artefatos, conhecidos como tecnologias assistivas ou dispositivos assistivos, que propiciem sua usabilidade. Dentro do campo da Saúde e da Educação, as tecnologias assistivas aplicadas ao desenvolvimento da escrita são conhecidas como “adaptações de lápis”.

Vários estudos recentes buscam avaliar a capacidade grafomotora de pessoas com deficiência (HUAU et al., 2015; KAROLYNE et al., 2016, MARCELINO, 2018). Uma das dificuldades encontradas nessas pesquisas é a falta de dados quantitativos relacionados à atividade grafomotora durante o uso da tecnologia assistiva, o que restringe a análise a uma avaliação apenas qualitativa.

A coleta de dados quantitativos referentes à atividade grafomotora pode auxiliar no desenvolvimento de tecnologias assistivas mais amigáveis aos usuários, refletindo-se na melhora da atividade grafomotora para o indivíduo. Atualmente, existem várias ferramentas que permitem a coleta desses dados, fazendo a interação entre o meio externo e computadores por meio de sensores. Esses sensores podem ser acoplados a dispositivos que estão dispostos na forma de placas eletrônicas microcontroladas. Um exemplo de sistema microcontrolado que pode ser utilizado para a captação de sinais e para as mais diversas aplicações é o sistema Arduino.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um dispositivo protótipo, baseado em plataforma Arduino, para medição da pressão exercida pelo usuário durante uma atividade grafomotora. Esse dispositivo permitirá o estudo e a avaliação futura da preensão do lápis durante a atividade grafomotora de pessoas com quaisquer alterações relacionadas a esta função.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, um dispositivo protótipo foi projetado para medir a pressão exercida em uma adaptação de lápis durante uma atividade grafomotora. Um hardware e um software para captação de dados foram desenvolvidos e, por fim, foram conduzidos testes em voluntários participantes do grupo de pesquisa para avaliar a usabilidade do protótipo durante o exercício de uma atividade grafomotora.

A metodologia utilizada pode ser dividida nas seguintes etapas:

- Desenvolvimento do hardware e software;
- Instrumentação da tecnologia assistiva para medição de pressão;
- Testes de avaliação.

## 2.1. Desenvolvimento do hardware e software

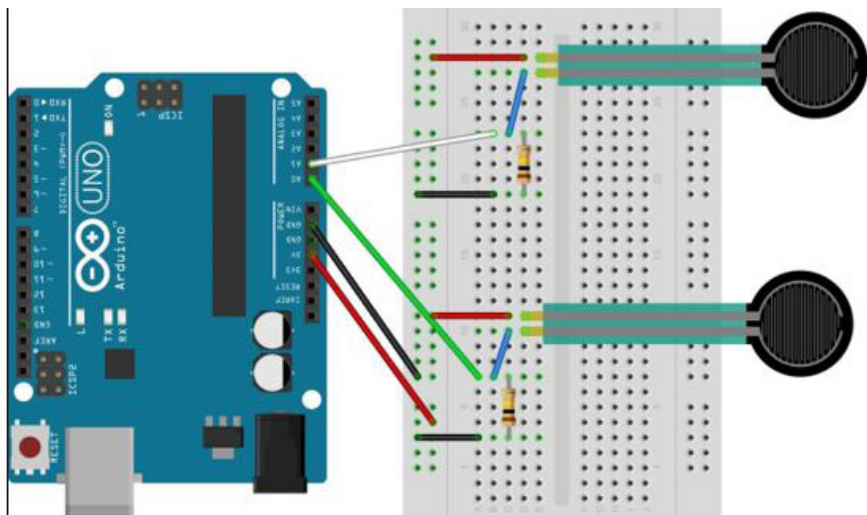
Foi construído um protótipo microcontrolado, com base em uma plataforma Arduino e uso de sensor de pressão para a medição da força/pressão aplicada. Simultaneamente, foi desenvolvido o software de comunicação da placa de hardware.

Os materiais utilizados para o desenvolvimento do hardware são:

- Sensor de pressão FSR (force-sensing resistor), modelo Interlink 402;
- Protoboard;
- Placa Arduino UNO;
- Adaptadores de lápis dos tipos triangular e bulbo;
- Componentes eletrônicos (resistências 100k $\Omega$  e fios);
- Multímetro Digital Md-180l Exbom.

Inicialmente foi montado o circuito na placa protoboard e Arduino (desligado) utilizando-se as resistências de 100k $\Omega$  e os sensores FSR, conforme apresentado no esquema mostrado na Figura 1. Após conectar o Arduino à fonte de alimentação, o multímetro foi utilizado para verificar se o circuito estava funcionando corretamente.

A alimentação da placa Arduino foi realizada através da conexão via cabo USB e porta USB do notebook. A placa protoboard foi ligada aos pinos de 5V, responsável pela alimentação dos componentes e GND (*ground*), que serve como aterramento para o circuito. Foram utilizadas também as portas analógicas A0 e A1 para conectar os sensores FSR.



**Figura 01**

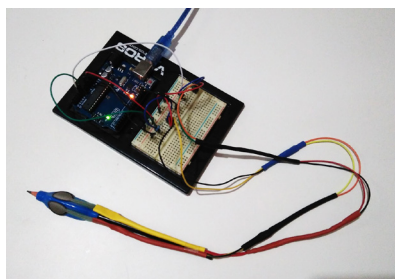
Esquema eletrônico simplificado do circuito do protótipo.

Os sensores utilizados são componentes analógicos que funcionam como transdutores, ou seja, transformam a energia de pressão em energia elétrica. Por serem ligados à porta analógica da placa Arduino, que trabalha com uma tensão de referência padrão de 5V, os sensores possuem a tensão de referência igual a 5V.

O software foi escrito em linguagem C++ a partir de um compilador de código específico para a plataforma Arduino. Foram declaradas as variáveis associadas às portas analógicas onde estavam conectados os sensores e as variáveis para que sejam impressas no Monitor Serial as leituras dos FSRs aferidas pelo Arduino. Através da conexão do Arduino ao notebook, o código é enviado à placa para ser gravado no chip (microcontrolador) e compilado para verificar se há alguma falha. Após a compilação, o sistema está pronto para uso.

## **2.2. Instrumentação da tecnologia assistiva para medição da pressão**

Após a constatação do correto funcionamento do circuito e do código, foi realizada a adaptação do protótipo (hardware e software) à tecnologia assistiva (adaptação de lápis), conforme mostrado na Figura 2a, permitindo a avaliação da pressão durante a execução da atividade grafomotora. Para fins de comparação, foram utilizados nesse trabalho dois modelos de adaptação de lápis: um adaptador bulbo (Figura 2b, direita) e um adaptador triangular (Figura 2b, esquerda).



a)



b)

**Figura 02**

a) Adaptação do protótipo (hardware e software) à tecnologia assistiva; b) Adaptadores para escrita tipo triangular (esquerda) e bulbo (direita).

### 2.3. Testes de avaliação

Foram propostos 4 tipos de testes para verificar a eficiência do protótipo. Para o Teste 1, os voluntários utilizaram o adaptador triangular para escrever em letra cursiva a seguinte frase:

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

No Teste 2 foi executada a mesma atividade do Teste 1 utilizando-se o adaptador do tipo bulbo. O Teste 3 consistiu em contornar o desenho de uma tulipa, como a da Figura 3, utilizando-se o adaptador triangular. O Teste 4 foi idêntico ao Teste 3, porém utilizando-se o adaptador bulbo.

A escolha do desenho da tulipa como referência deve-se ao fato dele compor a medida de avaliação grafomotora, utilizada anteriormente nos testes da pesquisa de doutorado intitulada Avaliação da Usabilidade de Adaptações de Lápis para a Grafomotricidade de Crianças e Adolescentes com Paralisia Cerebral Discinética (MARCELINO, 2018), ao qual este trabalho está relacionado.



**Figura 03**

Desenho da Tulipa utilizada nos testes (Marcelino, 2018).



### 3. RESULTADOS

Para verificar o funcionamento do protótipo desenvolvido, foram realizados testes com quatro voluntários sem deficiência. Os resultados serão apresentados com base nos gráficos gerados de acordo com a leitura aferida pelo Arduino durante a execução da atividade grafomotora, utilizando-se o protótipo adaptado ao dispositivo assistivo.

Para a interpretação e análise dos dados, os níveis de pressão medidos durante os testes foram divididos em 4, com base na amplitude do sinal obtido pelos sensores:

- Nível 1 (0 – 300): muito baixo;
- Nível 2 (300 – 600): baixo;
- Nível 3 (600 – 900): médio;
- Nível 4 (900 – 1200): alto.

A seguir serão exibidas as medições da pressão e a avaliação dos quatro testes propostos. Como estudo de caso, foi escolhido o voluntário que apresentou maior variação nos níveis de pressão medidos durante as atividades. Nos gráficos a linha clara representa o sensor do dedo indicador e a linha escura o sensor do dedo polegar. Ao fim, é apresentado uma síntese dos resultados obtidos para cada voluntário.

#### 3.1. Resultados observados para o indivíduo do estudo de caso

No Teste 1, foi solicitado ao voluntário que escrevesse uma frase em letra cursiva, utilizando o adaptador triangular. Durante a execução da atividade foram verificados os níveis de pressão. Observando o gráfico gerado, mostrado na Figura 4, percebe-se uma pequena variação da pressão exercida pelo dedo indicador (linha clara) enquanto o polegar (linha escura) se manteve mais constante. A média de pressão observada enquanto se escrevia a frase permaneceu no nível 4, considerado o mais alto.

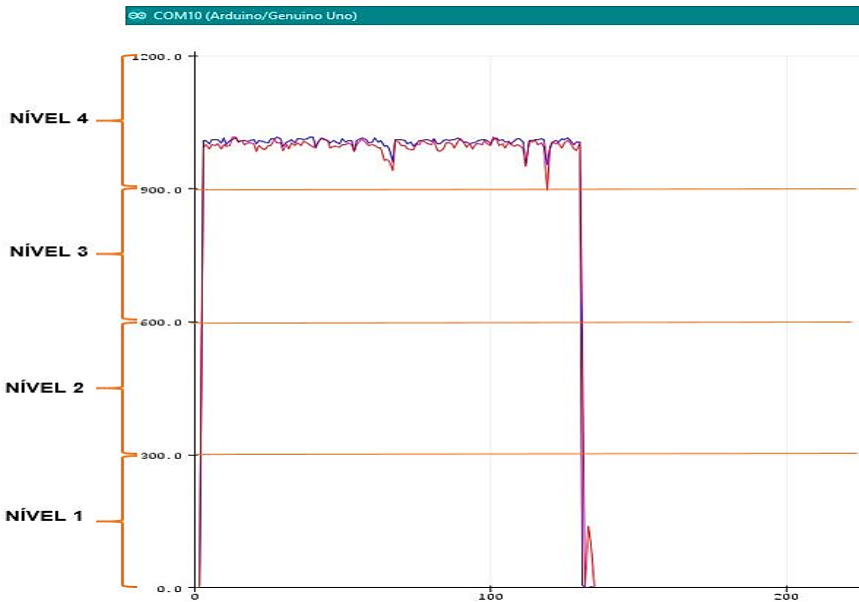
No Teste 2 foi realizada a atividade de escrita em letra cursiva utilizando o adaptador bulbo. Na Figura 5 pode-se observar uma frequente variação do nível das pressões exercidas durante a escrita, tanto a linha escura quanto a linha clara variaram do nível 1 ao nível 4. O nível médio de pressão observado para o indicador foi o nível 3 e para o polegar foi o nível 4.

Para o Teste 3, o voluntário deveria contornar o desenho da tulipa utilizando o adaptador triangular. Foi recomendado que o contorno do desenho fosse feito de forma contínua, com o lápis permanecendo em contato com o papel e sendo retirado apenas para a realização do contorno das folhas. Analisando-se o gráfico

da Figura 6, percebe-se que o nível médio de pressão para ambos os dedos foi o nível 4. Durante a retirada do lápis para fazer o contorno das folhas ocorreram variações perceptíveis, como pode ser visto na região destacada na Figura 6.

O Teste 4, consistiu em realizar o contorno do desenho de uma tulipa utilizando o adaptador bulbo. Foram feitas as mesmas recomendações do Teste 3. No gráfico da Figura 7, observa-se uma maior variação da pressão em comparação ao gráfico do Teste 3. O nível médio de pressão para ambos os dedos foi o nível 4.

Durante o contorno das folhas, o dedo indicador variou entre os níveis 2 e 4, enquanto o dedo polegar variou entre os níveis 3 e 4.



**Figura 04**

Coleta de dados de pressão referentes ao Teste 1. Linha clara refere-se ao dedo indicador e a linha escura refere-se ao polegar.



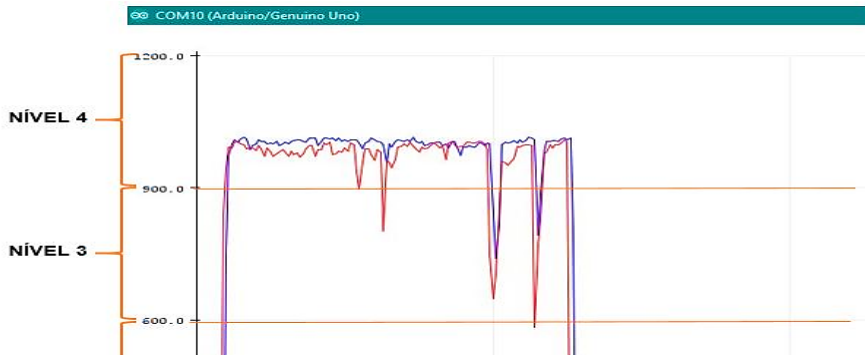
**Figura 05**

Coleta de dados de pressão referentes ao Teste 2. Linha clara refere-se ao dedo indicador e a linha escura refere-se ao polegar.



**Figura 06**

Coleta de dados de pressão referentes ao Teste 3. Linha clara refere-se ao dedo indicador e a linha escura refere-se ao polegar. A área demarcada mostra o momento em que o lápis perde contato com o papel, devido à descontinuidade do desenho proposto no teste.



**Figura 07**

Coleta de dados de pressão referentes ao Teste 4. Linha clara refere-se ao dedo indicador e a linha escura refere-se ao polegar.

## 4. DISCUSSÃO

Voluntário	Sensor	Teste 1		Teste 2		Teste 3		Teste 4	
		Média	Variação	Média	Variação	Média	Variação	Média	Variação
Vol. 1	Ind.	4	-	4	1-4	4	3-4	4	3-4
	Polegar	4	-	3	1-4	4	-	4	2-4
Vol. 2	Ind.	4	-	4	3-4	4	-	4	-
	Polegar	4	-	4	2-4	4	-	4	3-4
Vol. 3	Ind.	4	3-4	4	2-4	4	-	4	3-4
	Polegar	4	3-4	4	2-4	4	-	4	3-4
Vol. 4	Ind.	4	-	4	-	4	-	4	-
	Polegar	4	-	4	-	4	-	4	-

**Tabela 01**

Compilação dos resultados obtidos em cada teste, para cada voluntário.

A Tabela 1 exibe média de pressão exercida e a máxima variação de pressão observada durante as atividades para cada voluntário.

O tipo de pega do lápis utilizada pelos voluntários foi o tripé dinâmico, que também é conhecido como pinça tripode. Todos os voluntários apresentaram resultados distintos para o mesmo teste, quando utilizadas diferentes adaptações. Conforme os resultados dos testes apresentados na Tabela 1, houve uma maior variação dos níveis de pressão nos testes em que foi utilizado o adaptador bulbo,

principalmente na atividade de escrita, onde ocorrem movimentos de retirada do lápis do papel com mais frequência.

No teste de escrita em letra cursiva ocorre com frequência o ajuste da posição dos dedos e conseqüentemente a diminuição da pressão exercida no lápis, gerando uma maior variação de pressão, como pode ser observado nos gráficos do Teste 1 e Teste 2. Nos gráficos dos Testes 3 e 4, observou-se uma menor variação da pressão durante a realização dessas atividades devido ao contorno do desenho ser realizado de forma contínua, ocorrendo perceptível variação nos gráficos apenas no momento de retirada do lápis do papel para fazer o contorno das folhas. O uso de diferentes adaptadores também influenciou nos resultados das análises dos testes de escrita em letra cursiva e de forma contínua. Verificou-se uma maior variação na pressão exercida em diferentes usuários, devido ao tipo de pega do lápis, preensão utilizada durante a escrita e relaxamento dos dedos ao serem reposicionados no lápis.

O Voluntário 1 apresentou a maior variação do nível de pressão em comparação com os demais voluntários. Já o Voluntário 4 não apresentou variação, mantendo a média de nível de pressão 4 em todos os testes.

## **5. CONCLUSÕES**

O presente trabalho propôs o desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para medição de pressão de uma adaptação de lápis durante uma atividade grafomotora. Diferentes testes foram usados como avaliação.

De acordo com os resultados obtidos nos testes, foi possível avaliar e comprovar o desempenho da instrumentação adaptada à tecnologia assistiva. Sua utilização permite acompanhar em tempo real o esforço exercido durante a atividade grafomotora e, dessa forma, o protótipo pode ser usado no futuro por pessoas com deficiência e disfunções de preensão do lápis em diversas avaliações relacionadas à grafomotricidade, o que pode contribuir para futuros estudos e desenvolvimento de novas tecnologias assistivas que se adequem à necessidade do usuário, propiciando maior usabilidade do artefato, melhorando a qualidade de vida e aumentando a independência em atividades rotineiras. Como trabalho futuro, pretende-se estender a análise realizada para o uso de sensores em três pontos, permitindo a coleta de pressão exercida pelos três primeiros dedos que estão envolvidos na pegada de pinça trípole.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Cartilha do Censo 2010 – Pessoas com Deficiência**. Brasília: SDH-PR/SNPD: [s.n.], 2012.

HUAU, A.; VELAY, J.-L.; JOVER, M. **Graphomotor skills in children with developmental coordination disorder (dcd)**: Handwriting and learning a new letter. *Human Movement Science*, v. 42, p. 318 – 332, 2015.

KAROLYNE, A. et al. Adaptações para facilitar a grafomotricidade de crianças com sequela de paralisia cerebral no ambiente escolar. In: I ENExC - Encontro de Extensão e Cultura: Tempos Transversos, Saberes Diversos. [S.l.: s.n.], 2016.

MARCELINO, J. F. Q. **Avaliação da usabilidade de adaptações de lápis para a grafomotricidade de crianças e adolescentes com paralisia cerebral discinética**. 2018. p. 247. Tese (Doutorado em Design) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

# Desenvolvimento de dispositivo de alcance para usuário cadeirante, por meio de uma abordagem centrada no usuário e do processo empático

Schenkel, Ana de Castro<sup>\*1</sup>;  
Merino, Giselle Schmidt Alves Díaz<sup>\*2</sup>

1 – Departamento de Design, UDESC, ana.schenkel@gmail.com

2 – Departamento de Design, UDESC, gisellemerino@gmail.com

## RESUMO

É possível diminuir os obstáculos, enfrentados pelas pessoas com deficiência, utilizando Tecnologia Assistiva, sendo a usabilidade um aspecto importante desta. As metodologias de Design Centrado no Usuário (DCU), junto com o Processo Empático, surgem para projetar produtos com maior usabilidade. O objetivo deste trabalho é desenvolver um dispositivo de alcance para usuário cadeirante, por meio de uma abordagem centrada no usuário e do processo empático. O desenvolvimento ocorreu por meio do Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos e o Processo Empático. Obteve-se um projeto que respondeu de forma positiva aos objetivos e necessidades do usuário, sendo a metodologia de DCU escolhida essencial para atingir o objetivo, colocando o usuário no centro do processo.

**Palavras-chave:** *Design Centrado no Usuário, Usuário cadeirante, Dispositivo de alcance.*

## ABSTRACT

*It is possible to reduce the obstacles faced by people with disabilities, using Assistive Technology, usability being an important aspect of this. The User-Centered Design (DCU) methodologies, together with the Empathic Process, appear to design products with greater usability. The objective of this work is to develop a reach device for a wheelchair user, through a user-centered approach and the empathic process. The development took place through the Guidance for Project Development and the*

*Empathic Process. A project was obtained that responded positively to the user's goals and needs. The DCU methodology chosen is essential to achieve the objective, placing the user at the center of the process.*

**Keywords:** *User Centered Design, Wheelchair user, Reach device.*

## 1. INTRODUÇÃO

Uma parcela considerável da população mundial possui alguma deficiência. A deficiência física/motora, a segunda mais comum no Brasil, é definida como a alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando no comprometimento da função física. Dentro da categoria de deficiência física existem muitas variedades, como a paraplegia e a parapesia, que levam a pessoa a utilizar a cadeira de rodas e outros dispositivos assistivos para ter mais autonomia.

Uma das formas de minimizar os problemas enfrentados pelas Pessoas com Deficiências (PcDs) é o desenvolvimento da Tecnologia Assistiva que, segundo Bersch (2017), promove a ampliação de habilidade funcional deficitária ou a realização da função desejada, que não é possível por circunstância de deficiência ou envelhecimento.

Bersch e Tonolli (2006) apresentam uma classificação das modalidades de Tecnologias Assistivas, sendo uma delas os dispositivos de auxílio da vida diária, que têm como objetivo favorecer a autonomia e a independência nas tarefas rotineiras ou facilitar o cuidado das pessoas em situação de dependência de auxílio nas atividades diárias. Com a evolução da TA, há um impacto social e pessoal, que permite o usuário, em grande medida, escolher seu próprio estilo de vida e a possibilidade de seguir seus objetivos pessoais. Neste sentido, um empecilho para uma maior adoção de dispositivos assistivos é a falta de usabilidade, pois é comum se assumir que os produtos ou serviços projetados para os PcDs e idosos são apropriados e usáveis.

Com o objetivo de projetar produtos com usabilidade, as metodologias de Design Centrado no Usuário focam nas necessidades, desejos e limitações dos usuários. Como complemento às abordagens de Design Centrado no Usuário, o Processo Empático faz o designer “vestir os sapatos” do usuário e entender, na prática, o que este sente e passa nas suas atividades diárias, auxiliando inclusive no momento de projetar, pois é uma maneira de acrescentar outro ponto de vista ao projeto.

Como forma de utilizar a abordagem do Design Centrado no Usuário e do Processo Empático em um projeto de tecnologia assistiva, é que este tema se tornou objeto deste projeto, tendo como objetivo desenvolver um dispositivo de alcance

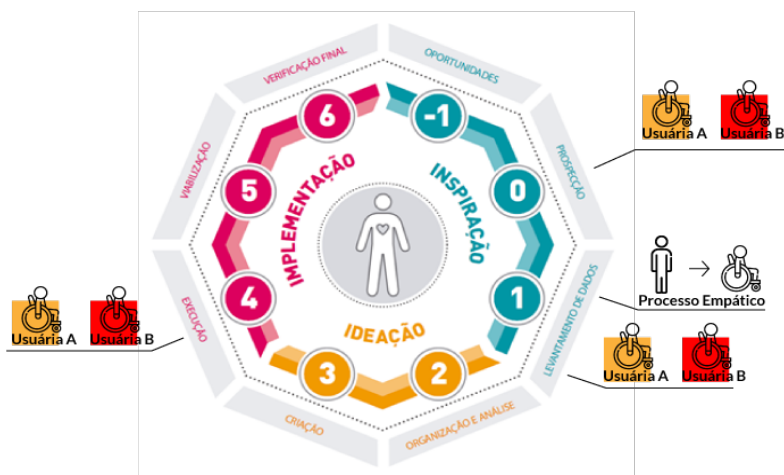


para usuário cadeirante, por meio de uma abordagem centrada no usuário e o processo empático.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Para este projeto de Tecnologia Assistiva, utilizou-se uma abordagem centrada no usuário e o processo empático. O GODP – Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos, proposto por Merino (2014), é uma metodologia configurada por três momentos e oito etapas, considerando desde a fundamentação até a execução do projeto (MERINO, 2016).

De modo geral as oito etapas (Figura 01) seguem os procedimentos da definição do problema, levantamento de informações, processo criativo e validação (MERINO, 2016).



**Figura 01**

Visão Geral do GODP e etapas de participação das usuárias e processo empático.

Nas etapas de Prospecção (0), Levantamento de Dados (1) e Execução (4) ocorreu a participação de duas usuárias reais, denominadas de A e B. Além disso, no Levantamento de dados (1), ocorreu o processo empático, no qual a autora teve a experiência de utilizar a cadeira de rodas dentro sua casa, para entender a dinâmica de movimento e alcance. Por este motivo, o foco deste relato técnico serão as etapas 0, 1 e 4.

Na etapa de Prospecção (0), foram definidas as ações a serem realizadas nesta etapa: visita preliminar nas casas das usuárias; pesquisa de viabilidade do projeto, por meio de busca por patentes; e a identificação dos blocos de referência que,

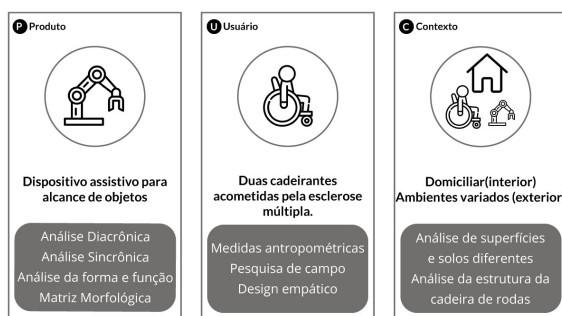
de acordo com Merino (2016), é o primeiro passo para um projeto centrado no usuário. São três blocos de referência: do PRODUTO, entende-se como produto o resultado de um projeto, podendo ser tangível ou intangível; do USUÁRIO, quem irá se utilizar do produto; e do CONTEXTO, sendo o meio onde acontece a interação do produto com o usuário (MERINO, 2016).

Durante a visita preliminar às usuárias, pode-se perceber que uma dificuldade em comum às duas foi a de alcançar objetos, tanto no chão, como em mesas e outras superfícies que estão mais distantes, onde o alcance máximo não é o suficiente, visto que são limitados por serem cadeirantes.

Em relação às patentes, foram localizadas e selecionadas três patentes, por terem maior similaridade com o objetivo geral deste projeto e foram verificadas as características mais relevantes de cada um destes produtos.

Ao final da prospecção foram definidos os Blocos de Referência, sendo o Produto um dispositivo assistivo para alcance de objetos, as usuárias cadeirantes acometidas por esclerose múltipla e o contexto domiciliar, mas com possibilidade de uso em diversos ambientes.

Após a definição dos blocos de referência na etapa 0, definiu-se as análises e pesquisas que seriam realizadas com relação ao Produto, Usuário e Contexto na Etapa de levantamento de dados (1) (Figura 02), são apresentadas todas as informações coletadas na pesquisa, organizadas nos blocos de referência (MERINO, 2016).



**Figura 02**

Blocos de Referência: Etapa de Levantamento (técnicas e atividades realizadas).

Quanto ao bloco Usuário, foram considerados os aspectos a serem compreendidos com relação ao ser humano no qual o projeto é centrado, classificando as informações apresentadas em: medidas antropométricas, na qual apresentam-se as dimensões relativas aos cadeirantes; pesquisa de campo (considerando entrevistas realizadas com duas cadeirantes, jornada do usuário e

registros fotográficos); design empático, no qual descreve-se a aplicação de uma ferramenta de empatia adaptada aos moldes deste projeto.

A pesquisa de campo foi realizada com a coleta de informações de duas cadeirantes, Usuária A e Usuária B, como perfil e história de vida. Além disso, foi feita a jornada do usuário, na qual foi possível observar suas experiências diárias quanto ao alcance manual de objetos (Figura 03).



**Figura 03**

Pesquisa de campo realizada com a Usuária A (esquerda) e a Usuária B (direita).

Ao final foi feita uma síntese das informações (Figura 04) levantadas das usuárias A e B, mostrando os principais pontos da pesquisa de campo.



Difícil adaptação à condição de cadeirante;

Atualmente tenta ser mais ativa;

Altamente depende;

Rotina domiciliar;

Fica mais tempo em sua cama do que em sua cadeira de rodas;

Gosta de ver televisão e mexer no celular.



Adaptada à condição de cadeirante;

Tem uma rotina semi ativa, vendo televisão, lendo livros e passeando no pátio de sua casa;

Semi dependente;

Rotina domiciliar;

Fica na cadeira de rodas durante o dia e só vai para a cama no turno da noite.

**Figura 04**

Síntese das informações levantadas na pesquisa de campo

O processo de design empático, no qual a autora, ao utilizar uma cadeira de rodas, pode identificar por si mesma as necessidades potencialmente críticas dos usuários (Figura 05)



**Figura 05**  
Autora utilizando a cadeira de rodas

A Etapa de Execução (4) foi composta de desenvolvimento do modelo volumétrico, testes com as usuárias e análise de possíveis ajustes necessários (Figura 06).

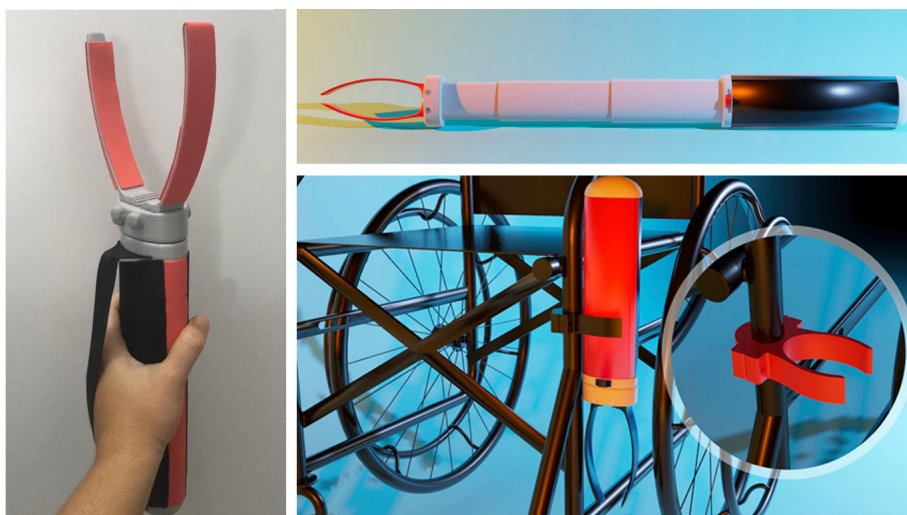


**Figura 06**  
Testes com as usuárias.

Ao final desta etapa, obteve-se algumas modificações advindas dos testes realizados.

### 3. RESULTADOS

Como resultado obteve-se um produto (Figura 07) com pega adequada ao formato e tamanho da pega das usuárias; corpo retrátil, amenizando o esforço do ombro em relação ao alcance; suporte para possibilitar o encaixe do dispositivo na cadeira de rodas, facilitando o transporte e evitando que o usuário precise carregá-lo junto ao seu corpo; e os botões com fácil acesso, com cores contrastantes e de tamanho grande, evitando demandar da destreza.



**Figura 07**

Projeto final do dispositivo de alcance para usuário cadeirante.

### 4. CONCLUSÕES

Neste trabalho buscou-se desenvolver um dispositivo de alcance para usuário cadeirante, por meio de uma abordagem centrada no usuário e o processo empático.

Concluiu-se que, a experiência de projetar para usuários reais, como as Usuárias A e B, possibilitando conhecê-las e entender suas particularidades, tornou o projeto mais interessante e com maior aprendizagem. O GODP, como metodologia escolhida, foi um excelente guia de projeto, possibilitando

que a autora refletisse sobre o que seria melhor para as usuárias em todas as etapas desenvolvidas. O processo empático, ao complementar esta abordagem, contribuiu com o projeto, pois possibilitou que a autora tivesse uma experiência como cadeirante, mesmo que por pouco tempo, compreendendo melhor as dificuldades que estes usuários tem, principalmente em relação ao alcance.

Devido ao tempo, o projeto teve seu término na parte final da etapa de viabilização. Por este motivo, recomenda-se estudos futuros utilizando o protótipo final para realização de mais testes com as usuárias. Além disso, devido à complexidade dos mecanismos internos do dispositivo assistivo, recomenda-se também estudos futuros ligados à área de engenharia para que se viabilize o funcionamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERSCH, Rita. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre: Assistiva – Tecnologia e Educação, 2017. Disponível em: <[http://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf)>. Acesso em: 08 out 2019.

BERSCH, Rita; TONOLLI, José Carlos. **Introdução ao Conceito de Tecnologia Assistiva e Modelos de Abordagem da Deficiência**. 2006. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/tecnologia-assistiva>>. Acesso em: 05 out. 2019.

MERINO, Giselle S. A. D. **Metodologia para a prática projetual do design: com base no Projeto Centrado no Usuário e com ênfase no Design Universal**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. **GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário**. Florianópolis: Ngd/Ufsc, 2016. Disponível em: < <http://ngd.ufsc.br/wp-content/uploads/2018/03/e-book-godp.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

# Faixa de suporte postural para cadeira de rodas: Aplicação da Tecnologia Assistiva na área do design de produto

Rocha, Esther Pinheiro<sup>1</sup>; Cruz, Maria Gabrielle Lopes<sup>2</sup>;  
Lima, Nicholas Raphael Bezerra<sup>3</sup>; Bezerra, Marcela Fernanda de C. G. F.<sup>4</sup>

1 – Núcleo de Design e Comunicação/CAA, UFPE, estherochap123@gmail.com

2 – Núcleo de Design e Comunicação/CAA, UFPE, gabriellesepol@gmail.com

3 – Núcleo de Design e Comunicação/CAA, UFPE, nrphael81@gmail.com

4 – Núcleo de Design e Comunicação/CAA, UFPE, marcela.bezerra@gmail.com

Correspondência: Centro Acadêmico do Agreste-CAA, Rodovia BR 104, KM 59, SN – LabDIn - Bloco 32, Nova Caruaru, Caruaru, Pernambuco, BR, 55014-900.

## RESUMO

O objetivo deste estudo é a elaboração de um produto que proporcione a estabilização da postura, fator crucial na vida de um indivíduo, principalmente se tratando dos usuários com idade mais avançada, público-alvo dessa investigação. Para isso, foi utilizado o conjunto de ferramentas do *User-Capacity Toolkit* para elaboração de um acessório que tem como finalidade proporcionar uma melhoria na estabilização postural. Deste modo, acreditamos que este projeto pode contribuir para agregar no processo de criação de produtos que proporcionem uma maior independência e autonomia aos usuários, baseando-se nos princípios da Tecnologia Assistiva (TA).

**Palavras-chave:** *Tecnologia assistiva, ajuda técnica, design de produto, idosos, suporte postural.*

## ABSTRACT

*The objective of this study is the development of a product that provides posture stabilization, a crucial factor in an individual's life, especially in the case of users with more advanced age, the target audience of this investigation. For this, the User-Capacity Toolkit was used to develop an accessory that aims to provide an improvement in postural stabilization. In this way, we believe that this project can*

*contribute to the process of creating products that provide greater independence and autonomy to users, based on the principles of Assistive Technology (TA).*

**Keywords:** *Assistive technology, technical assistance, product design, elderly, postural support.*

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, tecnologia assistiva ou ajuda técnica é caracterizada como:

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

A partir deste conceito, é possível observar que o desenvolvimento de alguns produtos acaba abrangendo apenas um público específico e como consequência excluem alguns usuários, visto que não são levadas em consideração as suas limitações ou dificuldades, fazendo com que sejam menos acessíveis. Isso acaba afetando diretamente a vida dessas pessoas, acarretando muitas vezes em impactos negativos. É notório que esse problema se faz decorrente de um déficit na área projetual dos produtos, por isso foi escolhido para a abordagem deste artigo o desenvolvimento de um artefato que auxilie esses indivíduos.

A escolha do público a ser estudado nessa pesquisa se deu devido a uma parcela da população que se mantém crescente como mostra o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), onde o número de idosos cresceram 18% em 5 anos e isso reflete de forma significativa no aumento de pessoas que possuem alguma limitação, dando assim maior visibilidade para a produção de projetos cada vez mais voltados para o usuário.

Dentro deste artigo, será abordada a aplicação dos princípios da TA para a elaboração de um suporte que tem como objetivo proporcionar uma maior estabilidade aos idosos que são usuários de cadeira de rodas, visando trazer segurança e uma melhor qualidade de vida para esta parcela da população.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O envelhecimento populacional é um fenômeno que tem ganhado cada vez mais força, visto que a nossa taxa de natalidade diminuiu consideravelmente nos últimos anos. Segundo o Ministério da Saúde (*apud* GREPI, 2018), “No ano de



2016 o Brasil possuía a quinta maior população de pessoas idosas do mundo”. O crescimento dessa fatia da população acarreta em uma demanda de cuidados cada vez maior, tendo em vista que essas pessoas não possuem mais total domínio de suas habilidades motoras e cognitivas.

Uma criança nascida no Brasil ou em Mianmar em 2015 pode esperar viver 20 anos mais que uma criança nascida há 50 anos. Na República Islâmica do Irã, apenas 1 em cada 10 pessoas da população tem mais de 60 anos em 2015. Em apenas 35 anos, essa taxa terá aumentado em torno de 1 a cada 3. E o ritmo de envelhecimento da população é muito mais rápido que no passado. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015, p. 5).

Esses dados mostram que a população idosa não possui um padrão uniforme de necessidades e limitações, pelo contrário, cada idoso tem suas particularidades e dificuldades, e isso torna cada vez mais necessário alguns cuidados especiais e específicos para essas pessoas. Tendo esse parâmetro em vista, pode-se perceber que esse fator tem um peso significativo na hora de determinar o tipo de intervenção a ser utilizada para cada indivíduo, como afirma Medina (1998, p. 862, *apud* Karsch, 2002)

Estudos revelam que cerca de 40% dos indivíduos com 65 anos ou mais de idade precisam de algum tipo de ajuda para realizar pelo menos uma tarefa como fazer compras, cuidar das finanças, preparar refeições e limpar a casa. Uma parcela menor (10%) requer auxílio para realizar tarefas básicas, como tomar banho, vestir-se, ir ao banheiro, alimentar-se, sentar e levantar de cadeiras e camas.

Informações como esta mostram que alguns idosos dependem quase sempre de uma ou mais pessoas para auxiliá-los em suas tarefas diárias, e essas dificuldades não precisam estar ligadas apenas ao fator do envelhecimento. Acontecimentos e fatos da vida de alguém em particular podem ser significativos no desenvolvimento de alguma limitação, seja ela definitiva ou temporária. Por trás da perda de uma habilidade ou movimento podem existir diversos fatores, tirando a carga desse déficit apenas do agente tempo, como mostra uma pesquisa feita pelo Ministério da Saúde

A perda das habilidades comumente associada ao envelhecimento na verdade está apenas vagamente relacionada com a idade cronológica das pessoas. Não existe um idoso “típico”. A diversidade das capacidades e necessidades de saúde dos adultos maiores não é aleatória, e sim advinda de eventos que ocorrem ao longo de todo o curso da vida e frequentemente são modificáveis, ressaltando a importância do enfoque de ciclo de vida para se entender o processo de envelhecimento. (CHAN, p. 3 *apud* MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

A perda de habilidades motoras e cognitivas são um dos motivos da procura de Instituições de Longa Permanência para Idosos (ILPIs) por parte da família ou do próprio idoso. Apesar dos estereótipos que as instituições possuem, essa maneira de pensar não é apenas advinda do senso comum, pois, segundo Scharfstein (2006, p. 360, *apud* FREITAS, 2010), “morar fora do contexto familiar, em uma instituição, pode gerar sentimentos de desamparo e abandono”.

Essa percepção tem sido questionada e é possível pensar em um perfil de residente por se sentir sozinho, preferir a independência, maus-tratos familiares, desentendimentos com cuidadores, entre outros, buscam lar nessas instituições para além dos cuidados mas também como forma de pertencer a um grupo, conforme menciona Vieira (2003, p. 3600, *apud* FREITAS, 2010),

a instituição de longa permanência não deveria ser configurada apenas como um local que acolhe idosos rejeitados ou abandonados pela família, mas, ser lembrada, compreendida e respeitada como uma escolha no contexto da vida de cada indivíduo, que busca a inserção em um grupo que o estimule para a construção de nova identidade, permitindo a sensação de pertencimento.

Dentro das ILPIs o idoso tem acesso à moradia, alimentação, vestuários adequados e medicamentos. Nelas é possível encontrar uma arquitetura mais inclusiva, devido aos seus residentes que em sua maioria possuem mobilidade reduzida e se locomovem com auxílio de cadeiras de rodas, andadores e bengalas. Além de serviços médicos e fisioterapêuticos acompanhados por profissionais, que segundo (CAMARANO, 2010, p. 234) “são os mais frequentes nas instituições brasileiras, encontrados em 66,1% e 56,0% delas, respectivamente”.

Entretanto, no Brasil, a realidade devido ao aumento no número de idosos aliado à falta de recursos financeiros faz com que as instituições passem por alguns problemas, como a estrutura inadequada nos ambientes, a falta de equipamentos como cadeiras de rodas e camas, além da dificuldade para custear tratamentos fisioterapêuticos e acompanhamento psicológico. Em um panorama geral essas instituições, em sua grande maioria, se mantêm através de doações e isso afeta drasticamente os fatores citados acima, conforme declara Camarano:

A maioria das instituições brasileiras (65,2%) é de natureza filantrópica, refletindo sua origem. Apenas 6,6% são públicas, com predominância das municipais, o que corresponde a 218 instituições, número bem menor do que o de instituições religiosas vicentinas, aproximadamente 700. Não há informações sobre a variação no tempo do número de instituições e sua composição. Inferindo-se a partir dos dados sobre o ano de início das suas atividades, pode-se concluir que, das instituições criadas entre 2000 e 2009, a maioria é

privada com fins lucrativos (57,8%). Isto aponta para uma tendência de mudança no perfil das instituições. (CAMARANO, 2010, p. 234)

Entre os diversos estabelecimentos de apoio a idosos existentes no território brasileiro, a Casa dos Pobres São Francisco de Assis, localizada em Caruaru, município do estado de Pernambuco, é uma instituição que se mantém por meio de doações de sócios e contribuintes. É uma ILPI que atende e fornece serviços básicos e necessários para idosos de baixa renda, como por exemplo fisioterapia, assistência social, fonoaudiologia, psicologia, entre outros. Todos os equipamentos são comprados a partir do dinheiro das doações, tornando difícil a obtenção de materiais adequados para todos os moradores. A instituição conta também com a participação dos voluntários, que passam por uma triagem e um acompanhamento psicológico antes de exercerem alguma função.

Apesar de hoje serem produzidos e desenvolvidos vários produtos e tecnologias assistivas que auxiliam e facilitam a vida da população idosa, a casa de apoio caruaruense possui um equipamento com problema que afeta diretamente à saúde dos moradores. As cadeiras de rodas utilizadas são de modelos simples e não atendem a todas as carências dos residentes. Ainda que existam modelos mais “complexos” e que poderiam atender melhor às necessidades dos usuários, a instituição não possui verba suficiente para a compra desse material. Com isso, são usados alguns materiais disponíveis na ILPI como paliativo para amenizar a situação, porém o resultado alcançado não é o desejado, o que contribui para que os usuários tenham uma série de problemas posturais, dificultando ainda mais os tratamentos e a estadia neste estabelecimento.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa visa conhecer e avaliar as necessidades e características do usuário para desenvolvimento de um produto que atenda às suas carências. Para tal se fez necessário uma coleta de dados mais aprofundada, buscando encontrar a melhor forma de solucionar essa questão, sem prejudicar o usuário e se atentando às suas barreiras. Por isso foi utilizado o User-Capacity Toolkit<sup>1</sup>, uma vez que segundo PICHLER (2019), ele

Segue uma abordagem de projeto centrada no usuário. Suas ferramentas visam reunir o máximo de dados sobre o produto, o usuário e o contexto, a fim de conduzir o desenvolvimento de soluções em Tecnologias Assistivas mais

---

1 <http://ngd.ufsc.br/user-capacity-toolkit/>

alinhas às capacidades e limitações do usuário e com as possibilidades disponíveis no contexto de uso do produto.

O desenvolvimento do projeto foi dividido em cinco fases:

Na **primeira fase** realizamos a escolha do usuário que se deu a partir da visita a ILPI, onde a fisioterapeuta da instituição auxiliou no processo de seleção do utente específico, visto que seria necessário ter acesso a suas particularidades.

Na **segunda fase** utilizamos o Toolkit para levantar e coletar os dados do usuário, conseguindo obter de forma mais detalhada os pontos que seriam necessários trabalhar.

Durante a **terceira fase** foi feita a análise das informações coletadas, levando em consideração as limitações da usuária adotada. Esse levantamento teve como base pontos cruciais que não podiam ser deixados de lado durante todo o processo de concepção do projeto.

Já na **quarta fase** iniciamos a criação do produto, trazendo tudo o que foi visto como relevante e respeitando sempre a anatomia corporal do usuário.

Por último, na **quinta fase** fizemos os testes com o utente, observando e validando os pontos que foram fundamentais para a criação do produto, verificando a sua firmeza, usabilidade e adaptação.

Com isso, analisando todos os dados coletados com o uso do Toolkit e com o auxílio das fisioterapeutas, propomos a criação de uma faixa que auxiliasse na melhoria postural do usuário, e que ao mesmo tempo facilitasse o trabalho dos profissionais da instituição.

## 4. RESULTADOS

A concepção deste projeto se deu devido à escolha de uma usuária específica, que se encontra como utilizadora de cadeiras de rodas devido a limitações adquiridas com a idade. Através da visita realizada na instituição de idosos (A Casa dos pobres São Francisco de Assis localizada em Caruaru - Pernambuco), foi possível observar a necessidade de criação de um produto que ajudasse a este público, pois segundo informações obtidas com a fisioterapeuta da ILPI, são utilizadas faixas de tecido como paliativo para conseguir uma maior estabilidade aos utilizadores da cadeira de rodas (figura 01).



**Figuras 01, 02 e 03**

Usuário com amarração adaptada, produto final e usuário com faixa de sustentação.

Entretanto a forma escolhida para solucionar essa questão afeta diretamente os idosos, visto que não existe um apoio adequado para as costas, e uma má postura tende a interferir na saúde do usuário e pode em muitos casos agravar lesões na região da coluna.

Com o uso do User-Capacity Toolkit, foi possível direcionar o foco da coleta de dados nas particularidades da usuária adotada. O conjunto de ferramentas e a aplicação dos dados obtidos em painéis que facilitavam a compreensão dos elementos possibilitou que se conseguisse assim informações mais assertivas, como por exemplo: presença de dores na região cervical; mobilidade reduzida e localização dos principais pontos do corpo que necessitam de sustentação. Isso facilitou e acelerou de forma considerável o desenvolvimento da solução escolhida pela equipe, otimizando todo o processo.

A partir de dados coletados no decorrer de uma entrevista feita por meio do User-Capacity Toolkit com as fisioterapeutas C e A, obtivemos informações que contribuíram no desenvolvimento de um acessório que atendesse da melhor forma possível a usuária escolhida. Com base nisso, foi elaborado um produto semelhante aos corretores posturais e suspensórios já existentes para outros fins.

De acordo com o perfil anatômico da idosa escolhida, com a fisioterapeuta e com o auxílio do User-Capacity Toolkit, foi definido o tecido brim para a confecção do acessório visando trazer um maior conforto, além de fechos de bolsa com o intuito de regular e facilitar a colocação e a retirada deste objeto, visto que a utilização de outros materiais como o velcro poderia ocasionar incômodo ao usuário (figuras 02 e 03).

Na idealização foi necessário reunir fatores práticos, funcionais e simbólicos. Propõe-se que além da correção gradativa da postura a partir do uso da faixa, o produto possa auxiliar no trabalho dos profissionais, proporcionando a movimentação do utente e um relacionamento positivo pelo fato de obter aspectos humanizados e diferenciar-se de tratamentos convencionais usados em hospitais e afins, ao dar a impressão de que faz parte do vestuário do usuário.

Atualmente discute-se a necessidade da diferenciação positiva em tornar projetos mais adequados às características dos utilizadores, através de soluções mais humanas. Esses atributos em atividades do design tem um elevado potencial para a construção de um mundo apropriado de acordo com as “necessidades humanas” defendido por Papanek (1995, p. 209, *apud* MOTA, 2015, p. 32) e partilhada por Fiell (2003, p. 9, *apud* MOTA, 2015, p. 32), referindo que “uma abordagem ao design mais considerada e centrada no homem poderia proporcionar os melhores meios para satisfazer às necessidades funcionais e psicológicas”. Essa perspectiva também é defendida na “Kyoto Design Conference” (CUMULUS, 2008, *apud* MOTA, 2015, p. 32), referindo que a abordagem ao “design centrado no homem, quando enraizado em princípios universais e sustentáveis, tem o poder de melhorar fundamentalmente o mundo”.

O projeto foi feito de acordo com as medidas da pessoa escolhida levando em consideração também uma margem de ajuste para o uso de outros usuários, e após a sua confecção foi possível analisar os resultados e sua aplicabilidade. Infelizmente, devido à chegada do COVID-19 e visando a segurança dessas pessoas, não foi possível fazer estudos com novos utilizadores, visto que o público em questão faz parte do grupo de risco. Porém, de acordo com as fisioterapeutas da instituição, pode-se notar que a aplicação do produto teve uma avaliação positiva que condiz com as necessidades analisadas. A construção da peça foi necessária para atingir o objetivo deste estudo, além de observar os futuros fatores que poderão ser adaptados.

## 5. CONCLUSÕES

A proposta de criação de uma faixa de suporte para idosos cadeirantes foi desenvolvida com o objetivo de auxiliar na postura e na sustentação do usuário na cadeira de rodas, facilitando os cuidados com o idoso de forma mais segura. A faixa foi executada de forma simples e usual, através da estética de coletes e suspensórios já utilizados para outros fins e com a ajuda de profissionais da área fisioterápica e o acompanhamento de professores, sendo possível desenvolver a nossa visão inicial.

Ela possui forma simples e de fácil uso, auxiliando no trabalho dos profissionais que cuidam dos idosos além de melhorar a sua qualidade de vida. Nesse projeto foi percebida a importância da criação e execução de produtos que têm os idosos como usuários, principalmente no Brasil onde o envelhecimento populacional tende a aumentar. A preocupação com a saúde e com a facilidade de cuidados dos mais velhos de forma geral é algo fundamental no desenvolvimento de uma sociedade mais inclusiva e acolhedora, sem discriminação ou rejeição de parte da população.

Segundo Bersch (2009) “a tecnologia assistiva se propõe a romper as barreiras externas que impedem a atuação e participação das pessoas com deficiência em

atividades e espaços de seu interesse e necessidade”. Desse modo o projeto presente é considerado importante para a área, uma vez que auxilia na autonomia do usuário e em necessidades que foram apresentadas. Além disso, a faixa de suporte postural para cadeira de rodas surge como um artefato com potencialidades de uso pela população idosa e para auxiliar os profissionais ou cuidadores dos idosos, uma vez que possibilita uma maior segurança, conforto e melhoria da qualidade de vida do usuário.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), ao Centro Acadêmico do Agreste (CAA), ao Núcleo de Design e Comunicação (NDC), ao Laboratório de Design Inclusivo (LabDIIn), aos alunos do curso de Design (CAA/UFPE), à instituição Casa dos pobres São Francisco de Assis e às Profas. Marcela Bezerra e Rosimeri Pichler.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERSCH, Rita; **Design de um serviço de tecnologia assistiva em escolas públicas**. 2009. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18299/000728187.pdf>>. Acesso em: 08 de jan de 2021.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Brasília, 6 de julho de 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: 08 jan. 2021.

CAMARANO, Ana Amélia; KANSO, Solange. **As instituições de longa permanência para idosos no Brasil**. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-30982010000100014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982010000100014)>. Acesso em: 29 de maio de 2019.

CHAN, Margaret. **Relatório mundial de envelhecimento e saúde**. 2015. Disponível em: <<https://sbgg.org.br/wp-content/uploads/2015/10/OMS-ENVELHECIMENTO-2015-port.pdf>>. Acesso em: 22 de maio de 2019.

IBGE. **Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017**. 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017>>. Acesso em: 06 de jun de 2019.

MEDINA, C. **Idosos dependentes: famílias e cuidadores**. 2002. Disponível em: <[https://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0102-311X2003000300019&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0102-311X2003000300019&script=sci_abstract)>. Acesso em: 22 maio 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Relatório mundial de envelhecimento e saúde**. 2015. Disponível em: <<https://sbgg.org.br/wp-content/uploads/2015/10/OMS-ENVELHECIMENTO-2015-port.pdf>>. Acesso em: 22 de maio de 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Política Nacional do Idoso é um marco para essa faixa etária.** 2018. Disponível em: <[jornal.usp.br/?p=166497](http://jornal.usp.br/?p=166497)>. Acesso em: 22 de maio de 2019.

MOTA, Luis Miguel. **Design como fator de humanização no desenvolvimento de produtos: Posto de trabalho para ambiente em cowork.** Tese (Doutorado em design e arte) - Dissertação apresentada à Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto. Porto, 309 pg., 2015.

PICHLER, Rosimeri Franck. **User-Capacity Toolkit: conjunto de ferramentas para guiar equipes multidisciplinares nas etapas de levantamento, organização e análise de dados em projetos de Tecnologia Assistiva.** Tese (Doutorado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 297 p., 2019.

SCHARFSTEIN, E.A; VIEIRA, E.B. **Idosos em instituições de longa permanência: falando de cuidado.** 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.org/article/icse/2010.v14n33/359-369/>>. Acesso em: 22 de mai.



# Projeto e validação de protótipo funcional para suspensão de membros superiores

Costa, Carlos Alberto<sup>1</sup>; Gomes, Rafael Cemin<sup>1</sup>; Grandi, Suzete<sup>2</sup>; Spindola, Marilda Machado<sup>1</sup>; Costa, Felipe Acordi<sup>1</sup>

1 – Área de Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias, PPGMEC, cacosta@ucs.br

2 – Universidade de Caxias do Sul, UCS, sgrandi@ucs.br

\* - Correspondência: Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Bairro Petrópolis, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, 95.070-560.

## RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um equipamento levitador de membro superior, para atender à demanda de uma clínica de reabilitação. A definição do produto foi realizada com base em informações coletadas na bibliografia e as especificações de projeto foram definidas por profissionais da área de reabilitação. Com base nisso, um princípio de produto foi selecionado e desenvolvido, seguindo as etapas de projeto preliminar, conceitual e detalhado. Para a validação do projeto, foi construído um protótipo, que foi testado em um cenário real, obtendo-se aprovação por parte de terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas da clínica de reabilitação.

**Palavras-chave:** *Tecnologia Assistiva, Levitador de Membro Superior, Reabilitação, Projeto e Fabricação.*

## ABSTRACT

*This work presents the development process of an upper limb levitator, to meet a demand from a rehabilitation clinic. The definition of the product was carried out based on information collected from the bibliography and the design specifications were defined by rehabilitation professionals. A product principle was selected and developed, following the preliminary, conceptual and detailed design steps. For validation of the project, a prototype was built and tested in an actual scenario, obtaining approval from occupational therapists and physiotherapists.*

**Keywords:** *Assistive technology, Upper limb levitator, Rehabilitation, Design and manufacturing*

## 1. INTRODUÇÃO

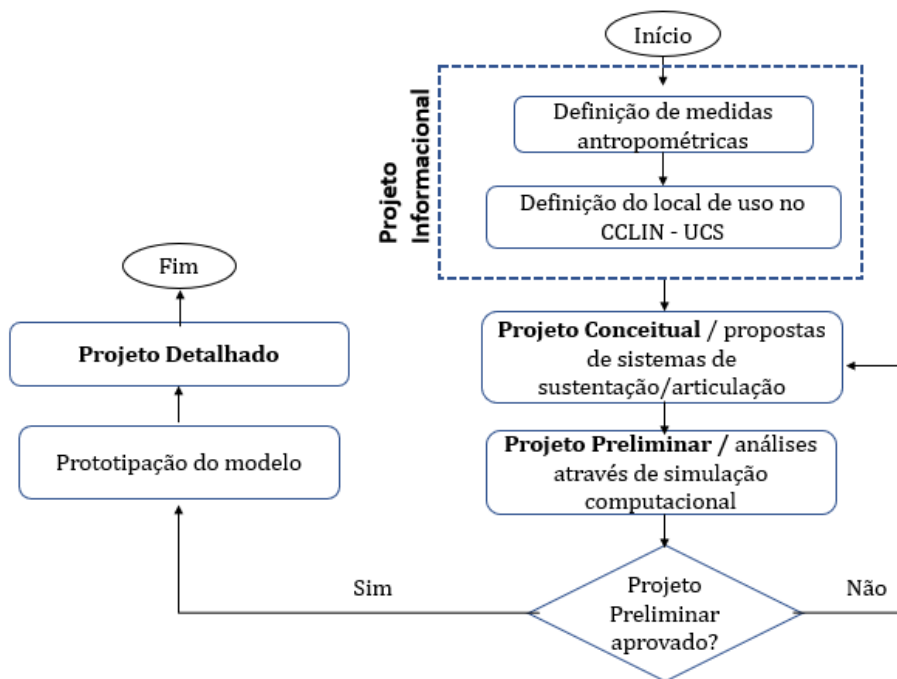
As aplicações de engenharia estão cada vez mais presentes na área da saúde. Muitas dessas aplicações estão associadas ao desenvolvimento de produtos de Tecnologia Assistiva (TA), com o objetivo de promover a autonomia, a independência, a qualidade de vida e a inclusão de pessoas com deficiência. Dentre os equipamentos de TA, existe uma categoria que é destinada ao auxílio para a prática de vida diária, cuja função principal é favorecer o desempenho autônomo em tarefas rotineiras e facilitar o cuidado de pessoas em situação de dependência de auxílio. A população a qual se destina essa classe de equipamentos é composta, na maioria dos casos, por pacientes com patologias neuromusculares, pessoas com sequelas de acidentes e idosos, ou seja, indivíduos que possuem a necessidade de reabilitação ou auxílio para a movimentação corporal (BARBOSA, 2016). Porém, são encontradas algumas dificuldades quanto ao uso desses equipamentos, estando relacionadas ao alto custo de aquisição e à baixa disponibilidade no mercado.

Assim, esse artigo apresenta o projeto e o desenvolvimento de um mecanismo denominado levitador de membros superiores, que é um equipamento utilizado em terapias para minimizar a ação do peso do braço do paciente, a fim de facilitar os movimentos em um plano transversal. O equipamento pode ser utilizado não só na reabilitação de pacientes, mas também no apoio às atividades de vida diária de pessoas com deficiência e mobilidade reduzida (BARBOSA, 2016). O trabalho foi realizado junto ao Centro Clínico da Universidade de Caxias do Sul, a partir de demandas trazidas pela equipe de reabilitação.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O processo de desenvolvimento do levitador proposto neste trabalho seguiu as etapas tradicionais de desenvolvimento de produtos. A Figura 1 apresenta o conjunto de etapas de projeto. A etapa de projeto informacional considerou dois conjuntos de informação: o primeiro, extraído da literatura, está relacionado à biomecânica do membro superior e aos princípios de sistemas para apoio da suspensão do membro superior. Foram estudadas as estimativas de comprimento para cada segmento do corpo humano, centros de massa dos membros e forças nas articulações (IIDA e BUARQUE, 2016; CLAUSER *et al.*, 1969; DEMPSTER, 1955); distâncias de alcance manual para indivíduos em pé e com o uso de cadeira de rodas para acessibilidade e edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos; e os conceitos, categorias e arquiteturas de dispositivos assistivos para o auxílio e aumento da funcionalidade de membros superiores (VAN DER HEIDE *et al.* 2014; COSCIA *et al.* 2014); o segundo, foi baseado em decisões e restrições

expostas pela equipe de profissionais do CECLIN. Entre os requisitos impostos, encontram-se: o uso do equipamento na posição sentado, exercícios com foco em atividades de vida diária e prática, e.g. higiene facial e alimentação, e equipamento com mobilidade. A partir dessas restrições, foram criados planos de trabalho com dimensões de referência para o projeto e o desenvolvimento. As dimensões foram definidas considerando-se um usuário com estatura máxima de 200 centímetros.



**Figura 01**  
Fluxograma das etapas de desenvolvimento do levantar

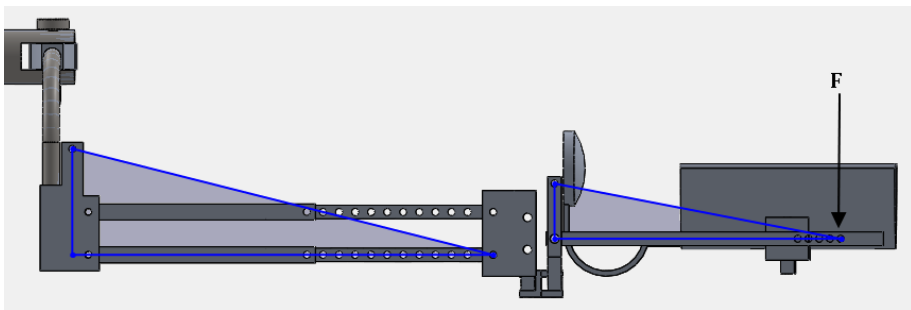
Na etapa de projeto conceitual, como proposta de mecanismo optou-se por um equipamento passivamente atuado, i.e., que não precisa de energia externa para uso, utilizando um sistema de contrabalanço para movimentos no plano vertical. Adicionalmente, foi considerada a possibilidade de automação e instrumentação futura do equipamento. Assim, foi proposta uma estrutura com elementos de barras rígidas que funcionam como exoesqueleto e um sistema de duas articulações que copiam os movimentos do ombro e do cotovelo. Para compensar as forças (i.e. gravidade), um sistema com faixas elásticas foi considerado.

O projeto preliminar foi desenvolvido no software CAD (SolidWorks<sup>®</sup>), onde foram testadas as diversas posições de uso do equipamento com a representação de um modelo humano de estatura mediana. As tensões geradas em algumas das

articulações consideradas importantes no projeto foram analisadas pelo método de elementos finitos (software Ansys<sup>®</sup>). Uma vez validado o projeto, foram detalhados seus componentes que, posteriormente, foram fabricados. Por ser tratar de um protótipo físico funcional, foram utilizados materiais disponíveis e de baixo custo. Finalmente, foram realizados testes no CECLIN, sob a supervisão de profissionais da área.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

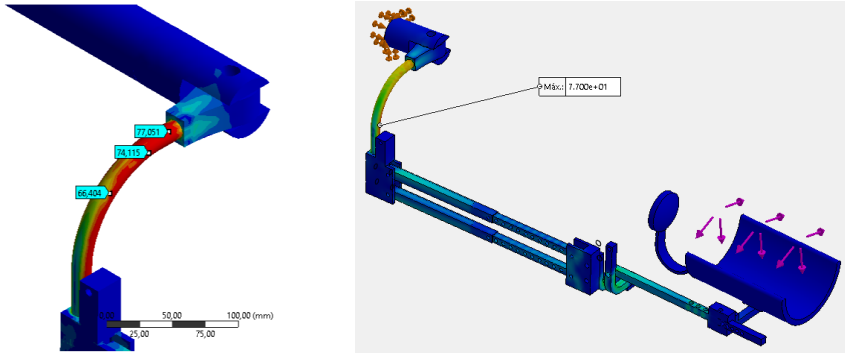
A Figura 2 apresenta um diagrama de corpo livre, que foi utilizado para o dimensionamento da estrutura do levitador. Considerando-se um braço de 5 kg, somado ao peso do equipamento para a barra do antebraço, é exercida uma força de 66 N. Assim, a força de reação para manter o conjunto em equilíbrio é de 345N para o conjunto do braço e de 341N para o conjunto do antebraço.



**Figura 02**  
Vetores de forças atuantes do mecanismo desenvolvido

Ao simular as forças aplicadas, foi identificada uma tensão máxima na estrutura do equipamento de 77 Mpa, localizada na barra responsável pelo movimento de rotação do ombro do mecanismo. Da mesma forma, foram calculadas as tensões em cada um dos elementos do dispositivo, sendo possível definir os diferentes materiais para cada componente do protótipo, garantindo sua resistência mecânica para a realização de testes. Assim, a barra do ombro e os componentes responsáveis pela articulação do cotovelo foram produzidos com tubo em aço SAE 1020 (tensão de escoamento na faixa de 330 Mpa). Para as articulações que suportam as barras do segmento do braço, foi selecionada uma liga de Alumínio 7075 – T6, que atende aos limites de resistência, sendo de fácil usinabilidade e leve. Para as barras, com base nos valores máximos de tensão (28 Mpa), foram selecionados tubos de PVC que possuem resistência na faixa de 45Mpa. Finalmente, os roletes, onde os elásticos são fixados, foram produzidos por impressão 3D em PLA (poliácido

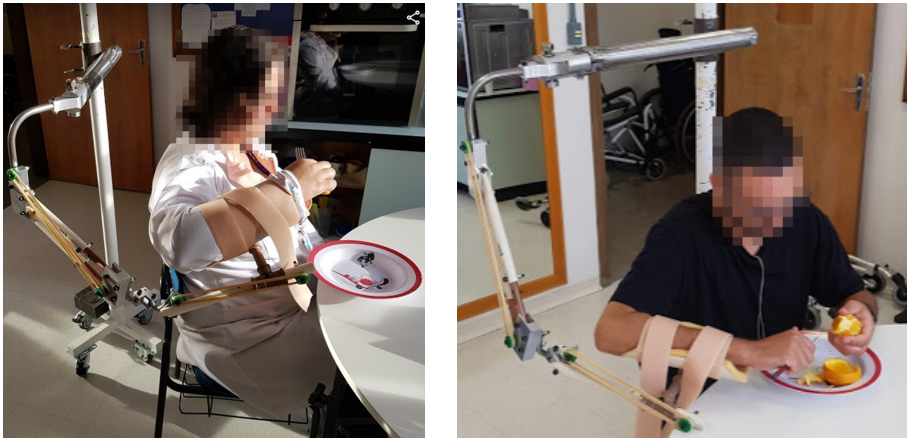
lático). Para realizar a elevação, foram selecionados elásticos de borracha de látex que são utilizados no aeromodelismo. A Figura 4 apresenta o teste do equipamento final, que foi realizado com um profissional da clínica na atividade de auto alimentação (esq.) e de descascar uma fruta.



**Figura 03**

Análise de forças por meio de elementos finitos

Os pacientes que realizaram as atividades no equipamento possuíam pouca força no membro superior direito e tinham grande dificuldade em suspender o peso do braço sem auxílio.



**Figura 04**

Protótipo Funcional Montado

## 4. CONCLUSÕES

A construção do equipamento citado nesse trabalho foi conduzida seguindo as etapas tradicionais de desenvolvimento do produto, obtendo-se assim, no final, um produto validado pelos profissionais da área de reabilitação. O parecer dos usuários voluntários, corroborado pelos profissionais do CECLIN, foi de que o equipamento proposto auxilia a elevação do membro superior, podendo ser utilizado na reabilitação dos pacientes. Fica evidente que o sucesso desse tipo de desenvolvimento depende do nível de integração entre os desenvolvedores e os usuários do equipamento, sendo necessário o acompanhamento por parte dos profissionais da reabilitação. Como trabalhos futuros, sugere-se a realização de testes para a avaliação do nível de confiabilidade do equipamento.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Processo Número: 442138/2016-4 TA), pelo apoio financeiro, e ao Centro Clínico da UCS pelo acesso aos casos estudados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASAI, N.; KUROIWA, S. Comparison of Portable Spring Balancer with Mobile Arm Support in Aiding Self-Feeding in Quadriplegic Patients with High cervical Injuries-Rate of Adaptation to Both Devices. **Journal of Physical Therapy Science**. 11(1): 11-17, 1999.

BARBOSA, I. M. **Equipamentos de Autoajuda: projeto e validação de um protótipo funcional para sustentação e movimentação de membros superiores**. 191 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

CGEE. **Relatório Final. Mapeamento de Competências em Tecnologia Assistiva**. Brasília: CGEE, 2012. Disponível em < [https://www.cgee.org.br/relatorios/-/asset\\_publisher/gjaL0bGaR8Qb/document/id/864973?inheritRedirect=false](https://www.cgee.org.br/relatorios/-/asset_publisher/gjaL0bGaR8Qb/document/id/864973?inheritRedirect=false)>. Acesso em 21 out. 2018

CLAUSER, C.E., MCCONVILLE, J.T., YOUNG, J.W. **Weight, volume, and center of mass of segments of the human body**. Aerospace medical research laboratory. NTIS, Virginia, EUA, 1969. Disponível em < <https://apps.dtic.mil/docs/citations/AD0710622>>. Acesso em 20 jul 2018.

COSCIA, M., Cheung, V.C.K., Tropea, P., Koenig, A., Monaco, V., Bennis, C., Micera, S. & Bonato, P. The effect of arm weight support on upper limb muscle synergies during reaching movements. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, 11(1), 2014.

DEMPSTER, W. **Space requirements of the seated operator. Geometrical, kinematic and mechanical aspects of the body with special reference to the limbs**. WADC Technical Report 55-159. University of Michigan. 1955. Disponível em < <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/4540>>. Acesso em 20 jul 2018.

DRILLIS, R.; CONTINI, R., BLUESTEIN, M. Body Segment Parameters. A survey of measurement techniques. **Artificial Limbs: A Review of Current Developments**. Vol. 8(1): 44-66. 1964. Disponível em < [http://www.oandplibrary.org/al/1964\\_01\\_044.asp](http://www.oandplibrary.org/al/1964_01_044.asp)>. Acesso em 20 jul 2018.

IIDA, I., BUARQUE, L. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 3ª Edição. Editora Blucher. 2016.

VAN DER HEIDE, L. A., VAN NINHUIJS, B., BERGSMAN, A., GELDERBLOM, G.J., VAN DER PIJL, D.J., DE WITTE, L.P. An overview and categorization of dynamic arm supports for people with decreased arm function. **Prosthetics and Orthotics International**. 2014. Aug;38(4):287-302.

# Órteses de membros superiores para indivíduos com Lesão Encefálica Adquirida: Aspectos ergonômicos e funcionais

Rodrigues, Ana Cláudia Tavares <sup>1</sup>; Garcez, Letícia Vasconcelos Moraes<sup>2</sup>; Paschoarelli, Luis Carlos<sup>3</sup>; Medola, Fausto Orsi<sup>4</sup>; Baleotti, Luciana Ramos<sup>5</sup>

1 – Departamento de Design, UNESP, act.rodrigues@unesp.br

2 – Departamento de Design, UNESP, leticia.vm.garcez@unesp.br

3 – Departamento de Design, UNESP, luis.paschoarelli@unesp.br

4 – Departamento de Design, UNESP, fausto.medola@unesp.br

5 – Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional, UNESP, luciana.r.baleotti@unesp.br

\* Correspondência: Rua Armando Alexandre Nasralla, 1-55, Jardim Olímpico, Bauru, São Paulo, Brasil, 17032-710.

## RESUMO

As órteses são produtos de Tecnologia Assistiva utilizadas por indivíduos com diferentes tipos de deficiência. O objetivo deste estudo foi investigar o nível de evidência científica sobre órteses de membros superiores (MMSS) confeccionadas sob medida para indivíduos com Lesão Encefálica Adquirida, por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura. As evidências científicas indicam a eficácia das órteses de MMSS sob medida em um grupo restrito de tipos e materiais, apontando os benefícios no uso de tais equipamentos para seus usuários.

**Palavras-chave:** Órteses; Membros Superiores; Tecnologia Assistiva, Lesão Encefálica Adquirida.

## ABSTRACT

*Orthoses are Assistive Technology products used by individuals with different disabilities. The aim of this study was to investigate the level of scientific evidence on upper limb orthoses made to measure for individuals with Acquired Brain Injuries, through a Systematic Literature Review. Scientific evidence identifies the effectiveness of upper limb orthoses of a specific group of types and materials, pointing out the benefits of using such equipment for its users.*

**Keywords:** *Orthoses; Upper limbs; Assistive Technology, Acquired Brain Injury.*



## 1. INTRODUÇÃO

As Lesões Encefálicas Adquiridas (LEA) abrangem um grupo de doenças ocasionadas por lesão no encéfalo após o nascimento, que não está relacionada a questões hereditárias, congênicas ou degenerativas, dentre as quais, o Acidente Vascular Encefálico é a patologia com maior incidência (PERES et al., 2011). Tais lesões podem causar déficits motores, sensoriais, cognitivos e perceptuais, resultando em perda ou redução do uso funcional do membro superior afetado (MARQUES et al., 2016).

Para aumentar a capacidade funcional e a participação social de pessoas com sequelas por lesões encefálicas, é necessário o acompanhamento de uma equipe de reabilitação em saúde e o auxílio de novas tecnologias, com destaque para a Tecnologia Assistiva (TA) ou área interdisciplinar do conhecimento que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que visam a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social de pessoas com deficiência, incapacidade ou mobilidade reduzida (CAT, 2007).

As órteses fazem parte do extenso arsenal de produtos de Tecnologia Assistiva e podem ser aplicadas a diferentes áreas do corpo, apresentando diversos benefícios. As órteses de membros superiores, em função das especificidades de cada pessoa, têm propósitos variados, tais como manter e/ou promover a amplitude de movimento articular, fornecer melhor qualidade na funcionalidade manual, prevenir ou corrigir deformidades (DESHAIES, 2005) e, conseqüentemente, aumentar a atividade e participação na rotina diária (JACKMAN et al., 2014).

As órteses podem ser classificadas com relação à confecção e função. Quanto à confecção, podem ser pré-fabricadas ou confeccionadas de modo personalizado (SAURON, 2003), sendo consideradas mais adequadas, uma vez que respeitam as individualidades e características dos usuários finais.

Diante disto, o objetivo deste estudo foi o de investigar o nível de evidência científica sobre órteses de membros superiores confeccionadas sob medida, para indivíduos com Lesão Encefálica Adquirida, bem como os instrumentos de avaliação utilizados para mensurar a efetividade das mesmas.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Este estudo, caracterizado como Revisão Sistemática de Literatura, é baseado em publicações dos últimos dez anos - janeiro de 2010 a junho de 2020 - encontradas nas bases de dados Scopus, Pubmed e Science Direct. A busca por título/resumo/palavras-chave foi realizada com os seguintes descritores e operadores booleanos: “Orthosis” AND “upper limb” OR “hand” AND “neurological disorder” OR “neurological injury”.

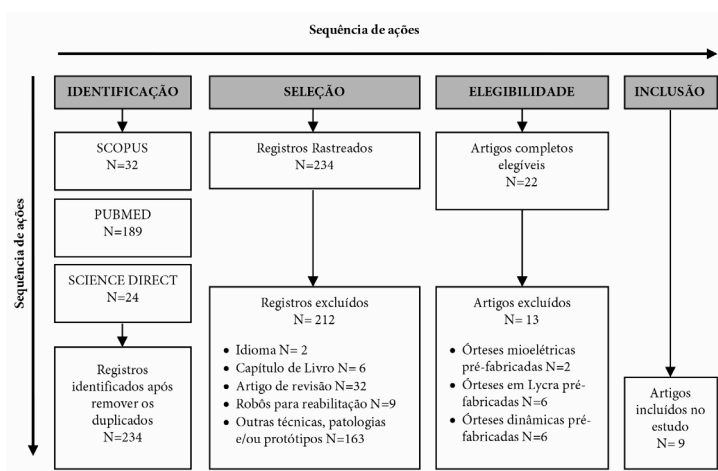
Para gerenciamento das referências foi utilizado o software EndNote X9. Após a organização dos estudos, foi feita análise através da leitura dos títulos e resumos para avaliar quais atingiam os critérios de inclusão: artigos publicados em revistas científicas sobre órteses de membros superiores confeccionadas sob medida para pessoas com LEA e a realização de testes para verificar a eficácia de tais recursos; além de serem escritos na língua portuguesa, inglesa ou espanhola. Os estudos que não continham tais itens, ou seja, capítulos de livro; artigos de revisão da literatura; que discutiam sobre outras técnicas, patologias e/ou protótipos de órteses; além dos estudos duplicados, foram descartados.

Por fim, foi realizada leitura na íntegra dos artigos que compuseram a amostra deste estudo, o que permitiu a extração dos dados e a tabulação dos mesmos em planilhas no Microsoft® Excel para organização, análise descritiva e apresentação dos resultados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme descrito no fluxograma (Figura 1), após a exclusão dos arquivos duplicados, a busca resultou em 234 resultados.

A partir da leitura dos títulos e/ou resumos, 212 produções foram excluídas por: ser escrita em outro idioma além da língua portuguesa, inglesa e espanhola; tratar-se de estudo de revisão de literatura ou capítulo de livro; abordar outro tipo de tecnologia, recurso, técnica ou patologia ou abordar somente os processos utilizados para desenvolvimento do produto, não realizando testes de usabilidade.



**Figura 1**  
Fluxograma dos procedimentos  
Fonte: Elaboração dos autores (2020)

Dessa forma, 22 artigos completos foram elegíveis para análise de acordo com os critérios de inclusão apresentados, dentre os quais, 9 foram selecionados para apresentação dos resultados e discussão, visto que os outros 13 registros abordavam órteses pré-fabricadas como objeto de seu estudo.

Após a seleção dos 9 artigos (Tabela 1) foi realizada uma leitura detalhada dos mesmos, a fim de analisar o conteúdo dos estudos, a partir dos seguintes critérios: ano, tipo de órtese abordada, público-alvo, número de participantes (N) do estudo e medidas de avaliação do uso das órteses. Todos os estudos abordados tiveram como público-alvo indivíduos com hemiparesia após ocorrência de Acidente Vascular Encefálico, alternando o tempo de lesão nos critérios de inclusão.

Título	Ano	Periódico	N
Effects of a 3D-printed orthosis compared to a low-temperature thermoplastic plate orthosis on wrist flexor spasticity in chronic hemiparetic stroke patients: a randomized controlled trial	2020	Clinical Rehabilitation	40 (20 grupo controle; 20 grupo experimental)
Personalized assistive device manufactured by 3D modelling and printing techniques	2018	Disability and Rehabilitation: Assistive Technology	1
A simple orthosis solves a problem in a patient with a dystonic finger after stroke	2017	Journal of Hand Therapy	1
Hand rehabilitation after stroke using a wearable, high DOF, spring powered exoskeleton	2016	IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Membership	7
Use of a Portable Assistive Glove to Facilitate Rehabilitation in Stroke Survivors With Severe Hand Impairment	2016	IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering	13
The Influence of Dynamic Orthosis Training on Upper Extremity Function after Stroke: A Pilot Study	2014	Journal of Healthcare Engineering	6
Effects of intensive arm training with an electromechanical orthosis in chronic stroke patients: a preliminary study	2011	Archives of Physical Medicine and Rehabilitation	12 (6 grupo controle; 6 grupo experimental)

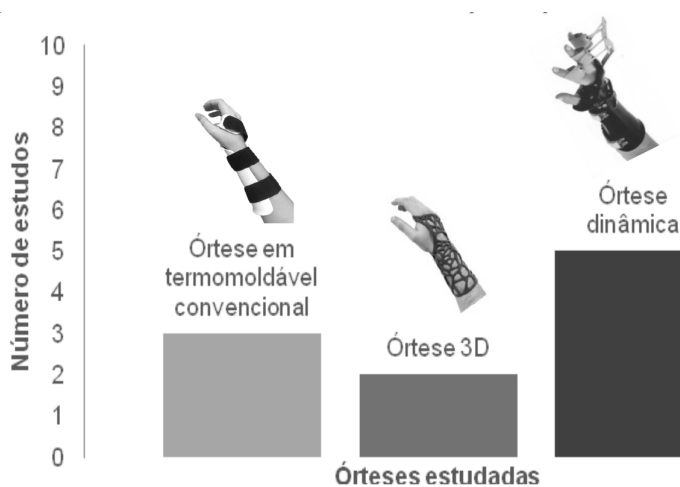
Título	Ano	Periódico	N
Use of an electromyographically driven hand orthosis for training after stroke	2011	IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics	5
Evaluation of performance and personal satisfaction of the patient with spastic hand after using a volar dorsal orthosis	2010	Arquivos de Neuro-Psiquiatria	30

**Tabela 1**

Estudos elegíveis e utilizados para apresentação dos resultados e discussão

Fonte: Elaboração dos autores (2020)

Quanto ao critério tipo/modelo de órtese (Figura 2), observa-se estudos que abordaram órteses estáticas em termomoldável convencional (GARROS; GAGLIARDI; GUZZO, 2010; VERCELLI et al., 2017), órteses em termomoldável dinâmicas (ARAUJO et al., 2011; OCHOA et al., 2011; ARAUJO et al., 2014; FISCHER et al., 2016; CHEN; LUM, 2016), um estudo que apontou a utilização de órtese impressa em tecnologia tridimensional (3D) (LEE et al., 2018) e uma última produção que analisou e comparou a utilização de órteses em termomoldável convencional a órteses 3D (ZHENG et al., 2020).



\*O gráfico totaliza 10 órteses devido ao fato de um estudo comparar 2 tipos de órtese (termoplástico convencional x 3D). \*\*Imagens representativas; acervo pessoal autores/internet.

**Figura 2**

Tipo de órtese abordada nos estudos

Fonte: Elaboração dos autores (2020).

Ao analisar os instrumentos de avaliação e mensuração das órteses utilizados nas publicações, descritos na Tabela 2, percebe-se a grande variabilidade encontrada nos mesmos.

Instrumentos de avaliação	Natureza da avaliação	Nº de utilização
Avaliação de Desempenho Fugl-Meyer	Sensório-motora de MMSS	3
Escala Modificada de Ashworth	Tônus/Espasticidade de MMSS	3
Análise cinemática	Amplitude de movimento de MMSS	2
Força de preensão com dinamômetro	Força de MMSS	2
Eletromiografia de superfície	Atividade muscular de MMSS	2
Wolf Motor Function Test	Uso funcional de MMSS	2
Action Research Arm Test	Uso funcional de MMSS	2
Teste de Destreza Manual de Jebsen-Taylor	Uso funcional de MMSS	1
Chedoke Arm and Hand Inventory (CAHAI-9)	Uso funcional de MMSS	1
Motor Activity Log	Uso funcional de MMSS	1
Test d'Évaluation des Membres Supérieurs de Personnes Âgées	Uso funcional de MMSS	1
Teste da Caixa e Blocos (adaptado)	Uso funcional de MMSS	1
Medida Canadense de Desempenho Ocupacional (atividades de rotina)	Desempenho nas AVDs/AIVDs	1
Orthotics and Prosthetics User's Survey	Desempenho nas AVDs/AIVDs	1
Nível do Edema	Edema em MMSS	1
Escala Visual Analógica da Dor	Dor em MMSS	1
Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST 2.0)	Satisfação com a órtese	1

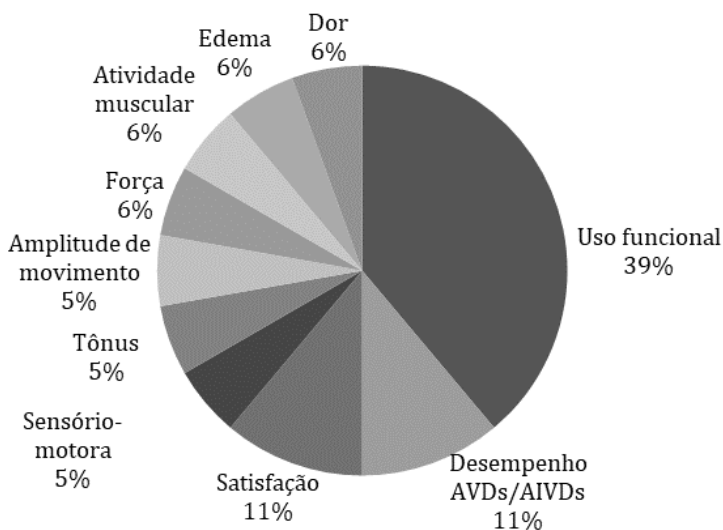
Instrumentos de avaliação	Natureza da avaliação	Nº de utilização
Nível de Satisfação com uso da órtese	Satisfação com a órtese	1

Fonte: Elaboração dos autores (2020). \*AVDs: Atividades de Vida Diária; AIVDs: Atividades Instrumentais de Vida Diária.

**Tabela 2**  
Instrumentos de avaliação utilizados nos estudos

Em relação aos resultados dos estudos, constatou-se que em todos há evidências de que os participantes obtiveram melhoras estatisticamente significativas com o uso do recurso em diversos parâmetros, sendo: sensório-motor, tônus/espasticidade, amplitude de movimento, força, atividade muscular, uso funcional do membro superior, desempenho na execução das AVDs, edema e satisfação com uso do recurso (GARROS; GAGLIARDI; GUZZO, 2010; ARAUJO et al., 2011; OCHOA et al., 2011; ARAUJO et al., 2014; FISCHER et al., 2016; CHEN; LUM, 2016; VERCELLI et al., 2017; LEE et al., 2018; ZHENG et al., 2020). Não foram observadas diferenças estatísticas no parâmetro de avaliação de tônus com e sem uso da órtese no estudo de Fischer et al. (2016). Já a produção de Chen e Lum (2016) que comparou a força de preensão do membro superior relatou piora da força com uso da órtese dinâmica em relação ao não uso, porém, melhora nos demais parâmetros avaliados.

Extraíndo-se os dados de porcentagem da natureza da avaliação, ou seja, os parâmetros avaliados nos instrumentos apresentados (Figura 3), destaca-se o índice de avaliações do uso funcional do membro superior com e sem o uso da órtese (39%), porém, é possível observar a necessidade de enfatizar aspectos ainda pouco explorados como a execução de atividades diárias com uso do equipamento (11%) e, ainda, a satisfação do usuário com o recurso (11%), itens relevantes no que diz respeito à usabilidade de recursos assistivos, enfatizando a importância do usuário final no centro do processo (GARROS; GAGLIARDI; GUZZO, 2010).



**Figura 3**

Natureza dos instrumentos de avaliação  
 Fonte: Elaboração dos autores (2020).

Com este estudo, foi possível identificar evidências científicas positivas na literatura, mostrando que as órteses podem trazer benefícios em diversos aspectos, corroborando com outros estudos já realizados (LOWERS et al., 2011; JACKMAN et al., 2014), sendo um complemento essencial para a reabilitação e funcionalidade de seus usuários.

Entretanto, embora o uso de dispositivos ortopédicos tenha aumentado ao longo dos anos, ainda é apresentado na literatura um número restrito de tipos/modelos de órteses e materiais (RODRIGUES, 2013) em relação à prática clínica.

Um exemplo disto é a aplicação da impressão tridimensional (3D) nos recursos de Tecnologia Assistiva que tem sido utilizada cada vez mais (VOLPATO, 2007), com vantagens em relação à personalização e individualização dos equipamentos (FERRARI et al., 2019; ZHENG et al., 2020), porém, ainda apresentando lacunas nos estudos relacionados à população do presente estudo, com espaço para novas pesquisas que verifiquem a efetividade de tais recursos e que também comparem as variáveis em relação às órteses em termoplástico convencionais (CAZON et al., 2017; LEE et al., 2018).

## 4. CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou os resultados de uma Revisão Sistemática de Literatura, por meio da qual é possível concluir que há evidências científicas a respeito da eficácia das órteses de membros superiores sob medida de um grupo restrito de tipos e materiais, apontando os benefícios do uso de tais equipamentos durante o processo de reabilitação de pessoas com Lesões Encefálicas Adquiridas.

Desta forma, propõe-se a realização de outros estudos que apresentem o desenvolvimento de diferentes modelos e materiais de órteses pouco evidenciados na literatura, bem como a realização de testes que comparem o uso de órteses convencionais em relação às órteses 3D em variáveis ergonômicas, de funcionalidade nas atividades diárias e satisfação do usuário final.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, R. P. et al. Effects of intensive arm training with an electromechanical orthosis in chronic stroke patients: a preliminary study. **Arch Phys Med Rehabil**, 2011, v. 92, n. 11, p. 1746-1753.

ARAUJO, R. P.; ROCHA, D. N.; PITANGUI, A. C. R.; PINOTTI, M. The Influence of Dynamic Orthosis Training on Upper Extremity Function after Stroke: A Pilot Study. **J Healthc Eng**, 2014, v. 5, n. 1, p. 55-66.

CAZON, A. et al. Analysis and comparison of wrist splint designs using the finite element method: Multi-material three-dimensional printing compared to typical existing practice with thermoplastics. *Proceedings Of The Institution Of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 2017, [s.l.], v. 231, n. 9, p. 881-897.

CHEN, T.; LUM, P. Hand rehabilitation after stroke using a wearable, high DOF, spring powered exoskeleton. **IEEE EMBC**, 2016, p. 578-581.

COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS (CAT). Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência, 2007.

DESHAIES, L. D. Órteses de membro superior. In: Trombly, C.A.; Radomski, M.V. (Org.). **Terapia Ocupacional para disfunções físicas**. São Paulo: Ed. Santos, 5. ed., 2005, p. 313-350.

FERRARI, A. L. M.; SANTOS, A. D. P.; SOUZA, T. M. C. G. P.; MEDOLA, F. O. 3D printing and Assistive Technology: A study of analysis of the scientific production in the last ten years. **HFD**, 2010, v. 8, n. 16, p. 67-78.

FISCHER, H. C. et al. Use of a Portable Assistive Glove to Facilitate Rehabilitation in Stroke Survivors With Severe Hand Impairment. **IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng**, 2016, v. 24, n. 3, p. 344-351.

GARROS, D. S. C.; GAGLIARDI, R. J.; GUZZO, R. A. R. Evaluation of performance and personal satisfaction of the patient with spastic hand after using a volar dorsal orthosis. **Arq Neuropsiquiatr**, 2010, v. 68, n. 3, p. 385-389.



JACKMAN, Michelle; NOVAK, Iona; LANNIN, Natasha A. Effectiveness of hand splints in children with cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis. **Dev Med Child Neurol.**, 2014, v. 56, n. 2, p. 138-147.

LEE, K. H. et al. Personalized assistive device manufactured by 3D modelling and printing techniques. **Disabil Rehabilitation Assist Technol**, 2018, [s.l.], v. 14, n. 5, p. 526-531.

LOWERS, A. et al. Immediate Effect of a Wrist and Thumb Brace on Bimanual Activities in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy. **Dev Med Child Neurol.**, 2011, v. 53, n. 4, p. 321-326.

MARQUES, R. N. B.; MAGESTO, A. C.; GARCIA, R. E.; OLIVEIRA, C. B.; MATUTI, G. S. Efeitos da Terapia por Contensão Induzida nas Lesões Encefálicas Adquiridas. **Fisioterapia Brasil**, 2016, v. 17, n. 1, p. 30-36.

PERES, A. C. D.; ASANO, C.; CARVALHAES, C. L. L.; CESAR, M. F. Alterações clínicas dos pacientes com Lesão Encefálica Adquirida que interferem no tratamento odontológico. **Acta Fisiatr.**, 2011, v. 18, n. 3, p. 119-123.

OCHOA, J. M.; LISTENBERGER, M.; KAMPER, D. G.; LEE, S. W. Use of an electromyographically driven hand orthosis for training after stroke. **IEEE Int Conf Rehabil Robot**, 2011.

RODRIGUES JUNIOR, J. L. **Mão em garra: uma proposta de intervenção terapêutica ocupacional para hansenianos**. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal do Pará. Programa de Pós-Graduação em Doenças Tropicais, 2013.

SAURON, F. N. Órteses para membros superiores. In: TEIXEIRA, E.; SAURON, F. N.; SANTOS, L. S. B.; OLIVEIRA, M. C. **Terapia Ocupacional na reabilitação física**. São Paulo: Roca, 2003, cap. 16, p. 265-296.

VERCELLI, S. et al. A simple orthosis solves a problem in a patient with a dystonic finger after stroke. **J Hand Ther**, 2017, v. 30, n. 1, p. 113-115.

VOLPATO, N. **Prototipagem Rápida: tecnologias e aplicações**. São Paulo: Editora Blücher, 2007.

ZHENG, Y. et al. Effects of a 3D-printed orthosis compared to a low-temperature thermoplastic plate orthosis on wrist flexor spasticity in chronic hemiparetic stroke patients: a randomized controlled trial. **Clinical Rehabilitation**, 2020, [s.l.], v. 34, n. 2, p. 194-204.



## **2. TECNOLOGIA**



# Modelo 3D de mecanismo de encaixe ergonômico para próteses de amputados transtibiais

Nassar, Victor<sup>1</sup>; Prim, Gabriel; Nishida, Jonathan;  
Ourives, Eliete; Bueno, Tainá; Vieira, Milton

1 – Programa de Pós-Graduação em Design, UFSC, victornassar@gmail.com

\* - End.: R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n, UFSC, Trindade, CCE, Bloco A, Sala 101, DesignLab. Florianópolis/SC-Brasil, 88040-535.

## RESUMO

Este trabalho apresenta o processo de desenvolvimento de um mecanismo de encaixe de prótese transtibial. Foi realizada uma pesquisa com usuários amputados, a partir de entrevistas para entender o contexto de uso e poder identificar problemas de equilíbrio, os problemas ergonômicos e de atrito no encaixe das próteses. Com isso, definiu-se uma lista de requisitos e a criação de um mapa semântico, que nortearam o desenvolvimento de um modelo 3D encaixe de prótese, visando minimizar o atrito mecânico, possibilitando a regulação da pressão exercida sobre o coto e o ajuste de encaixe de acordo com a necessidade do usuário.

**Palavras-chave:** *Tecnologia Assistiva, Prótese Transtibial, Design.*

## ABSTRACT

*This work presents the process of developing a fitting mechanism for transtibial prosthesis. A survey was carried out with amputee users, based on interviews to understand the context of use and to be able to identify problems of balance, ergonomic and friction problems in fitting the prostheses. With this, a list of requirements was defined and the creation of a semantic map, which guided the development of a 3D model of prosthetic fitting, aiming to minimize the mechanical friction, allowing the regulation of the pressure exerted on the stump and the adjustment of fit according to the need of user.*

**Keywords:** *Assistive Technology, Transtibial Prosthesis, Design.*

# 1. INTRODUÇÃO

A complexidade do setor da saúde abre espaços para a incorporação multidisciplinar, na qual o design apresenta condições de propor soluções em diferentes aplicações. Desse modo, associa-se o desenvolvimento de próteses com determinados conceitos de design, que inclui metodologias para resolução de problemas das mais variadas origens com um ponto focal em comum: trabalhar com as pessoas e para essas mesmas pessoas (SKRABE, 2010).

Assim, o design pode atuar como um processo de inovação centrado nos usuários das próteses, pois utiliza abordagens que, uma vez focadas no ser humano, são capazes de tangibilizar processos de observação e colaboração em visualização de ideias e prototipação (LOCKWOOD, 2009; VIANNA et al., 2012). Desse modo, relaciona-se neste estudo o envolvimento de usuários de próteses na concepção de um produto.

Nesse sentido, destaca-se inicialmente o contexto da amputação, no qual o indivíduo amputado de membro inferior pode apresentar dificuldades na manutenção do equilíbrio estático, o que pode gerar quedas, e conseqüentemente fraturas. O uso de próteses tem a função de estabilizar fisicamente e psicologicamente o indivíduo diante de um momento crítico de sua vida, buscando devolver ao indivíduo amputado a integridade dos elementos anatômicos e funcionais (BARAÚNA et al., 2006; CARVALHO, 2003).

É salutar que, para um indivíduo que faça uso de uma prótese ocorra um processo de reabilitação e readaptação, que visam a independência do indivíduo, promovendo uma marcha equilibrada e a realização de atividades cotidianas com qualidade, reinserindo-o no convívio social. Contudo, o padrão de marcha após uma amputação depende da estrutura perdida e do potencial de controle, bem como do tipo de prótese utilizada (BOCCOLINI, 2001; RAMOS E ALLES, 2005).

Dentro da equipe de reabilitação, Pullin (2009) destaca um papel específico para o designer, integrando uma visão sistêmica e interdisciplinar aos problemas do cotidiano enfrentados por pessoas que tiveram membros inferiores amputados, para criar soluções de melhoria de usabilidade das prótese

Diante do exposto, ressalta-se que esta pesquisa delimitou-se a explorar a experiência dos usuários com próteses transtibiais, com o objetivo de desenvolver um novo mecanismo de encaixe de prótese. A partir de entrevistas com os usuários amputados, pôde-se analisar os problemas de encaixe enfrentados na utilização das próteses. Foram consideradas questões como o equilíbrio, facilidade em colocar a prótese, textura contra o membro residual, a mobilidade do usuário, o conforto e a locomoção. O modelo desenvolvido visa minimizar o atrito mecânico, a partir da distribuição regular e uniforme dos campos de força exercidos na prótese durante a marcha do amputado.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Como o objetivo é desenvolver um mecanismo de encaixe, não será realizado protótipo dos componentes pés, suspensão e estrutura tubular. Assim, definiu-se que o elemento a ser prototipado é o responsável pela interface entre o coto e a prótese, designado como encaixe. O processo de criação do encaixe de prótese pode ser dividido em três etapas: 1) Imersão, 2) Análise e síntese e 3) Prototipação. A fase de imersão tem o objetivo de aproximar a equipe do contexto do problema, podendo ser uma imersão preliminar ou em profundidade. Na fase de análise e síntese, os *insights* obtidos durante a fase de imersão são organizados de maneira a obterem-se padrões e a criar desafios que auxiliem na compreensão do problema. Na etapa de prototipação, ocorre a geração de conceitos e a criação de soluções que estejam de acordo com o contexto do projeto (VIANNA et al., 2012).

### 3.1 Imersão

Esta etapa é destinada à investigação de problemas de encaixe nas próteses de amputados transtibiais. Inicialmente, foram realizados testes de movimento para análise de equilíbrio com os usuários, como: caminhada, sentar, buscar objetos no chão, subir e descer. Após, foram realizadas entrevistas individuais, buscando entender o contexto de uso de próteses transtibiais e elencar os problemas apontados, determinando os fatores limitantes para o problema ainda não ter sido solucionado, contemplando ainda a viabilidade econômica das soluções atuais. A pesquisa recrutou nove voluntários protetizados com amputação transtibial. Os indivíduos atenderam aos seguintes critérios de inclusão: Idade entre 18 e 65 anos; Amputação transtibial unilateral; Utilizar prótese há mais de 1,5 ano; Não possuir alterações muscoesqueléticas que impossibilite de manter-se em ortostatismo.

### 3.2 Análise e Síntese

Nesta etapa, houve a construção de um painel semântico, com a participação em conjunto dos usuários e a listagem geral os problemas apresentados no uso das próteses. O painel semântico proporciona um modo visual capaz de estimular e inspirar o processo de desenvolvimento de projetos, “que devem ser consideradas por serem mais lógicas e empáticas para o contexto do design que a abordagem tradicional centrada no código verbal” (McDONAGH & DENTON, 2005, p.3). Para cada requisito, os usuários deveriam relacionar imagens previamente separadas no bando de dados. Caso considerasse que nenhuma imagem refletiria a palavra, seriam feitas novas buscas na internet.

### **3.3 Prototipação**

A partir da análise dos problemas de prótese levantados pelos usuários e a respectiva construção do painel semântico, foram definidos os requisitos que nortearam a criação do novo modelo de encaixe de prótese transtibial. Com isso, teve-se a base para a criação do modelo 3D do novo encaixe de prótese transtibial. O modelo adotou como forma e funcionalidades os pontos levantados na etapa de análise dos usuários. Com a criação do protótipo do modelo de encaixe para próteses transtibiais, houve a avaliação de como o produto pode atuar com a finalidade de atender os problemas diagnosticados na etapa de análise com os usuários. Desse modo, a etapa contemplou também uma discussão sobre como as tecnologias assistivas atuam no processo de reabilitação e para a promoção de qualidade de vida dos usuários amputados.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Observação de equilíbrio**

Nas observações coletivas dos usuários de prótese, verificou-se a ocorrência de dificuldades durante a realização de movimentos para alcançar um objeto a sua frente. Acredita-se que esta dificuldade esteja relacionada com a incapacidade de aplicar força com a ponta do pé protético ao projetar o centro de equilíbrio para frente. Observou-se também dificuldades para pegar objetos no chão e para girar 360 graus. Acredita-se que estas dificuldades estão relacionadas com a incapacidade de aplicar força com a ponta do pé protético e a diminuição no grau de liberdade de rotação do membro amputado. Notou-se dificuldades em apoiar todo o peso do corpo na prótese, o que pode estar relacionado com os materiais, o sistema de encaixe e o de suspensão da prótese.

### **4.2 Relato dos voluntários**

Nas entrevistas realizadas, observaram-se queixas referentes a ferimentos no coto, dificuldades de realizar determinados movimentos que exijam esforços no encaixe da prótese. Em relação a incômodos com o material da prótese, voluntários demonstraram insatisfação de conforto, em virtude da rigidez no encaixe do coto provocar dor. Também foram relatados problemas para a realização de limpeza e cheiro. Assim, destacam-se pontos relevantes relatado pelos usuários:



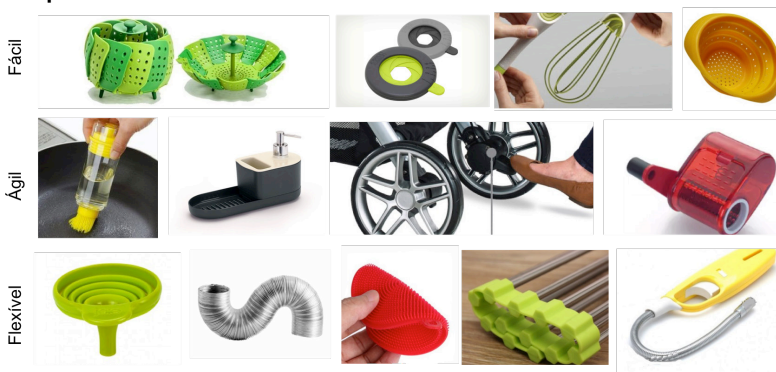
- Voluntário 1: Não relata queixas de dor ou ferimento no coto. Utiliza um revestimento em silicone ao redor do coto.
- Voluntário 2: Apresenta diabetes. Queixa-se de dor e ferimentos no coto. Ao realizar testes de equilíbrio, demonstrou-se desconfortável.
- Voluntário 3: Não se queixa de dor ou ferimentos no coto. Realizou fisioterapia após amputação. Indivíduo jovem ativo fisicamente.
- Voluntário 4: Não se queixa de ferimentos no coto. Indivíduo relata artrose no quadril e má calcificação no ombro direito. Utiliza prótese com componentes em titânio, carbono e silicone. Prótese equipada com sistema de sucção.
- Voluntário 5: Queixa-se de ferimentos frequentes no coto, incômodo com material de encaixe e limpeza. Seus testes de equilíbrio apontam para dificuldades em alcançar objetos a sua frente e realizar movimentos de rotação do corpo.
- Voluntário 6: Queixa-se de ferimentos frequentes no coto, incômodo com material de encaixe e limpeza. Utiliza muletas para auxílio. Apresenta significativa perda óssea. Movimento restrito por uso de fixador, estando incapaz de manter ortostatismo. Apresentou baixo desempenho no controle do equilíbrio.
- Voluntário 7: Queixa-se de dor no contato entre prótese e coto, incômodo para a realização de limpeza. Voluntário queixa-se de estar há três anos com a mesma prótese.
- Voluntário 8: Apresenta hipertensão. Queixa-se de ferimentos no coto. Pé protético apresenta-se em mal estado, necessitando de substituição do componente. Formato do coto dificulta protetização.
- Voluntário 9: Apresenta hipertensão. Queixa-se de dor, mas não de ferimentos no coto. Utiliza também prótese femoral interna e implante de parafuso no pé direito.

### **4.3 Lista de requisitos para a definição do modelo de um mecanismo de encaixe ergonômico**

A partir da análise dos usuários de próteses transtibiais nas etapas anteriores, foi realizada a criação do painel semântico (Figuras 1, 2 e 3) com os requisitos levantados para o desenvolvimento do modelo deste projeto, em que houve maior reclamações e dificuldades no desempenho dos movimentos. Assim, definiu-se como requisitos: Textura, Forma e Uso. Para cada requisito, os voluntários foram convidados a definir palavras-chave relacionadas e posteriormente reunir imagens que pudessem exprimir os conceitos. Dessa forma, foram divididos os requisitos

para a formatação do painel semântico: Requisitos de Textura (Leve, Macio, Confortável, Limpeza), Requisitos de Forma (Orgânica, Aerodinâmica, Versátil, Minimalista e Tecnológica) e Requisitos de uso (Fácil, Ágil e Flexível). Com isso, realizou-se a criação de painéis semânticos, utilizados como base para a geração do modelo de encaixe.

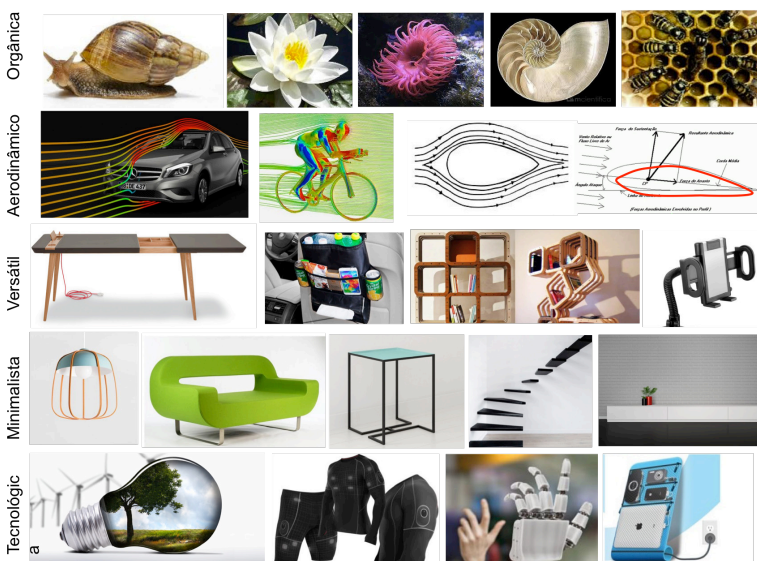
### Requisitos de Uso



**Figura 01**

Painel semântico com os requisitos de Uso indicados pelos usuários  
 Fonte: Os autores.

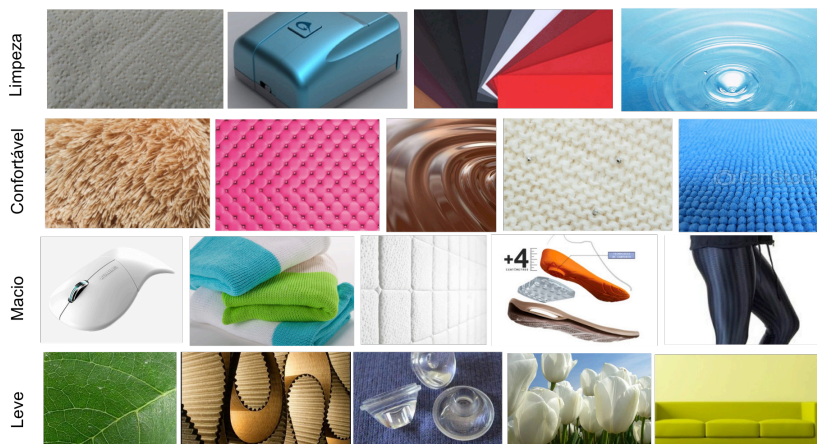
### Requisitos de Forma



**Figura 02**

Painel semântico com os requisitos de Forma indicados pelos usuários  
 Fonte: Os autores.

## Requisitos de Textura



**Figura 03**

Painel semântico com os requisitos de Textura indicados pelos usuários  
Fonte: Os autores.

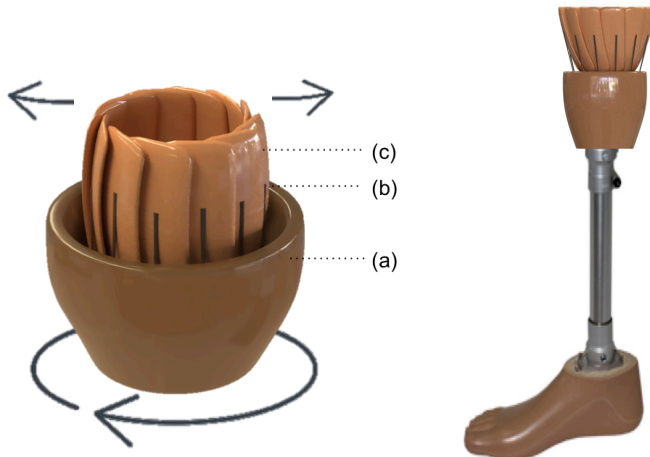
## 4.4 Desenvolvimento 3D do modelo de encaixe de prótese

Com o objetivo de desenvolver um melhor mecanismo de encaixe, esta pesquisa buscou estabelecer o conceito de uma prótese a fim de proporcionar conforto, fixação, ajuste de tamanho e compatibilidade entre próteses de diferentes especificações. Além de melhor fixação da prótese, melhor equilíbrio, facilidade em colocar a prótese, tato e textura da prótese contra o membro residual, boa mobilidade com baixo consumo energético para sua utilização acompanhado do peso adequado da prótese. O sistema de encaixe de próteses visa minimizar o atrito mecânico sem causar lesões ou feridas. Nessa configuração, a solução desenvolvida considera a distribuição regular e uniforme dos campos de força exercidos na prótese durante a marcha do amputado, realizando o abertura do encaixe de acordo com a necessidade do usuário (Figura 4)

O mecanismo de encaixe constitui o elo entre o coto e a prótese. Possibilita a regulagem da pressão exercida sobre o coto, realizando o ajuste de acordo com a necessidade do usuário. Ao rotacionar a base (a) no sentido horário, o suporte (b) descomprime, possibilitando a “abertura” das abas (c). Rotacionando a base (a) no sentido anti-horário, as abas (c) realizam movimento de “fechar”. Dessa forma, pode-se regular o encaixe no coto, ajustando-o de acordo a pressão, tamanho ou conforto desejável (Figura 5).



**Figura 04**  
Simulação da abertura do encaixe de prótese  
Fonte: Os autores.



**Figura 05**  
Funcionamento do encaixe e posicionamento na prótese  
Fonte: Os autores.

## 5. CONCLUSÕES

As próteses buscam devolver ao indivíduo amputado a integridade dos elementos anatômicos e funcionais. O indivíduo amputado de membro inferior pode apresentar dificuldades na manutenção do equilíbrio estático, o que pode gerar quedas ou fraturas. Assim, há a relevância no desenvolvimento de novos modelos de próteses, a partir do momento que os resultados alcançados forem capazes de melhorar a qualidade de vida de usuários de prótese. Mais do que sua

reabilitação funcional, a prótese pode significar sua inserção na sociedade, sua independência.

Diante dos produtos e tecnologias relacionadas com o uso de próteses, há diversos fatores a serem considerados no que tange a usabilidade das próteses para amputados transtibiais. Questões que tangem sua utilidade e mobilidade, tais como o encaixe, o equilíbrio, o conforto e locomoção em diferentes ambientes. É preciso considerar os fatores referentes a saúde do membro residual, como as bolhas e machucados. As próteses também tangem fatores como a aparência, a aceitação pelo parceiro e família, vida social ativa.

O sistema de encaixe das próteses distribuídas pelo sistema único de saúde (SUS) não possuem sistema de fixação a vácuo, o qual possui um custo elevado. Sem o sistema a vácuo, torna-se comum o aparecimento de feridas e bolhas devido ao atrito gerado na interface entre o membro residual e a prótese. É importante lembrar também que há o fator humano no processo de protetização. O médico ortopedista e o técnico protesista são os responsáveis pela prescrição dos materiais e tecnologias mais adequadas para cada caso.

O modelo apresentado para um mecanismo de encaixe em prótese transtibial visa atender solicitações de reclamações dos próprios usuários. Ao trazer o paciente para a discussão de como o produto poderia ser desenvolvido, pode-se obter um melhor entendimento das necessidades e de que tipo de soluções poderiam ser testadas. Assim, foram destacados os contextos relacionados a uso, textura e forma para o encaixe entre coto e prótese, vistos como maiores reclamações do grupo de usuários. Após, determinados requisitos como flexibilidade, conforto, leveza, maciez e versatilidade, auxiliaram na determinação de que tipo de aspectos o produto deveria possuir. Nesse sentido, a utilização da etapa de construção do painel semântico foi relevante para a materialização dos pensamentos e desejos dos usuários, bem como a sistematização de referências e o norteamento da equipe de design de criação 3D do projeto.

Ressalta-se que o produto desta pesquisa é um conceito que ainda deve ser validado por meio de métodos de avaliação de equilíbrio para validar seu desempenho. Dessa forma, para o futuro desta pesquisa espera-se a especificação técnica da solução proposta de modo a compreender os materiais a serem utilizados e os componentes do produto, bem como o desenho técnico, estabelecendo as dimensões e módulos do produto, o desenvolvimento do protótipo funcional do sistema ergonômico de encaixe de próteses e os respectivos testes a fim de obter evidências dos resultados com usuários de próteses.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o fomento de CNPQ/MCTIC/SECIS, referente à chamada N° 20/2016 Tecnologia Assistiva, e também apoio da equipe do DesignLab UFSC no desenvolvimento deste projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARAÚNA, M. A. et al (Eds.), Avaliação do equilíbrio estático em indivíduos amputados de membros inferiores através da biofotogrametria computadorizada, **Brasilian Journal of Physical Therapy**; 2006; 10(1):83-90.

BOCCOLINI, F. **Reabilitação: amputados, amputações e próteses**. São Paulo: Robe Livraria e Editora; 2001.

CARVALHO, J. A. **Amputações de membros inferiores: em busca de plena reabilitação**. 2ª ed., São Paulo: Manole; 2003.

MCDONAGH, D.; DENTON, H. Exploring the degree to which individual students share a common perception of special moodboards: observations relating to teaching, learning and team-based design. *Design Studies*, 26(1), p. 35-53, Elsevier, 2005.

PULLIN, G.. *Design Meets Disability*. **The MIT Press**. Cambridge Massachusetts, 2009.

RAMOS, A. R., ALLES, I. C. D. Aspectos clínicos. Fisioterapia: aspectos clínicos e práticos da reabilitação, in: Borges, D., Moura, E. W., Lima, E. and Silva, P. A. C. (Eds.), **Artes Médicas**, São Paulo; 2005; pp. 234-262.

SKRABE, C. Chegou a hora e a vez do design. In: **Anuário Hospital Best**. Eximia Comunicação: São Paulo, 2010.

VIANNA, M. et al. **Design thinking: inovação em negócios**. Rio de Janeiro: MJV, 2012.

# Método para a confecção de próteses faciais de silicone usando moldes fabricados por impressão 3D

Franco, Felipe Mateus<sup>\*1</sup>; Barczyszyn, Karin<sup>2</sup>; Foggiatto, José Aguiomar<sup>3</sup>

1 – Engenharia Mecatrônica, UTFPR, felipe.mateus.franco@gmail.com

2 – Odontologia, Hospital Angelina Caron, karinbarcz@gmail.com

3 – Departamento Acadêmico de Mecânica, UTFPR, foggiatto@utfpr.edu.br

\* - End: R. Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000, Curitiba, Paraná, Brasil, 81280-340

## RESUMO

A confecção de próteses faciais de silicone é um processo manual que ocupa tempo e gera altos custos para instituições de saúde, limitando assim o acesso dos pacientes de baixa renda à reabilitação facial. Apresenta-se um método desenvolvido na UTFPR para agilizar e baratear este processo utilizando ferramentas de modelagem virtual e impressão 3D. Mostra-se o passo-a-passo da criação dos moldes e próteses implantadas em dois estudos de caso oncológicos. Constata-se que a técnica é viável do ponto de vista da engenharia, gerando resultados com alta qualidade e baixo custo, beneficiando os pacientes e auxiliando-os na sua reabilitação psicossocial.

**Palavras-chave:** *Prótese facial, Impressão 3D, Tecnologia assistiva, Reabilitação psicossocial, Engenharia de reabilitação.*

## ABSTRACT

*The manufacturing of silicone facial prosthesis is a manual process that takes up time and generates high costs to the health institutions, limiting thus the access of low-income patients to facial rehabilitation. It is introduced a method developed at UTFPR to quicken and cheapen this process using virtual modelling tools and 3D printing. The steps of the mold and prosthesis creation for two oncologic cases are shown. It is verified that the technique is viable engineering-wise, producing high-quality and low-cost results, and favoring the patients and helping in their psychosocial rehabilitation.*

**Keywords:** *Facial prosthesis, 3D printing, Assistive technology, Psychosocial rehabilitation. rehabilitation Engineering.*

## 1. INTRODUÇÃO

A manufatura aditiva é uma das tecnologias atuais com maior aplicabilidade no campo da medicina. Exemplos recentes variam do planejamento e auxílio em cirurgias (KO et al., 2019), até a própria fabricação dos implantes cirúrgicos (WILLEMSSEN et al., 2019). Este processo produtivo está em evidência pela sua extrema flexibilidade e facilidade ao dar forma física aos biomodelos criados em computador.

A aplicação da impressão 3D discutida neste trabalho foca em um processo que historicamente é produzido manualmente, de forma muito laboriosa e com vários conceitos vindos do artesanato: a fabricação de próteses faciais de silicone. Como é relatado por Elias (1994), o rosto é uma das principais características definidoras da identidade de uma pessoa. Deformações na face trazem sequelas sociais profundas aos pacientes que passam por cirurgias de ressecção de câncer de pele ou reconstrução facial pós-trauma, por exemplo, pois sofrem com as implicações estéticas destes procedimentos. Assim, são comuns relatos contendo sentimentos de isolamento, vergonha e de perda de identidade (DA SILVA, 2008).

O método apresentado aqui foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 40889820.5.0000.5226) do Hospital Angelina Caron (Campina Grande do Sul – PR) e aplicado de modo experimental junto a pacientes atendidos pelo SUS, por intermédio da dra. Karin Barczynszyn, do departamento de Odontologia Oncológica. Essa instituição foi escolhida por tratar primariamente de pacientes oncológicos de baixa renda e que não dispõem dos recursos para buscar o serviço de prótese facial fora da rede pública de saúde. A técnica descrita neste trabalho é benéfica para a instituição por reduzir o tempo e os custos de trabalho dos protesistas do hospital, além de garantir um encaixe muito assertivo da prótese, uma vez que esta é modelada com base na geometria da falha facial do paciente.

Assim, o objetivo deste relato é demonstrar um fluxo de trabalho para a criação de próteses faciais de silicone usando técnicas comuns à engenharia, como a modelagem virtual de malhas e superfícies e a fabricação de moldes por impressão 3D. O método foi desenvolvido no Núcleo de Manufatura Aditiva e Ferramental (NUFER) da UTFPR Câmpus Curitiba (Sede Ecoville) entre os anos de 2019 e 2020, por meio do Programa Institucional de Voluntariado em Iniciação Científica e Tecnológica (PVICT).

## 2. DESENVOLVIMENTO

Para o início da confecção da prótese virtual, é necessário um modelo 3D da face do paciente atendido. O estado da arte nessa fase é a aquisição de imagens via



tomografia computadorizada, gerando arquivos DICOM que, posteriormente, são utilizados para a criação da superfície 3D da região do rosto. Outras técnicas mais simples, como a digitalização de máscaras de gesso (Figura 1a), também têm obtido sucesso com o método aqui descrito, embora estas estejam sujeitas a uma perda inerente de fidelidade no processo pela adição de passos analógicos intermediários.

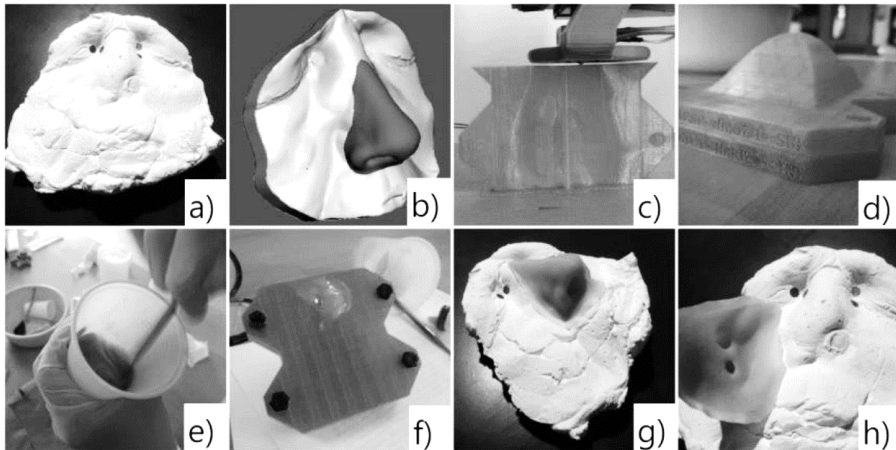
Além da digitalização do rosto de voluntários, é possível encontrar diversos modelos biológicos tridimensionais em repositórios online como o Embodi3d ([embodi3d.com](http://embodi3d.com)), de onde podem ser extraídas geometrias faciais genéricas. No NUFER, por exemplo, foi criada uma Biblioteca de Narizes que possui mais de 15 modelos à disposição dos protesistas. Assim, é possível selecionar um modelo de nariz que combine esteticamente com o paciente (considerando ou não a aparência do órgão original), o que diminui os casos de insatisfação com o modelo pós-implantação. Com o modelo selecionado e o *feedback* constante da protesista, é modelada virtualmente a prótese. O posicionamento do novo órgão é definido baseado nas características faciais do paciente e revisado sempre pela profissional de saúde, habilitada para o serviço. Aqui, são avaliados aspectos como as dimensões, o ângulo e a extensão da prótese no rosto do paciente, afim de cobrir a falha e obter um resultado esteticamente adequado ao paciente (Figura 1b).

Após a aprovação do modelo, parte-se para a criação da prótese facial. O modelo escolhido da biblioteca digital é usado como a parte frontal do implante, e a parte traseira é dada pela superfície do rosto e da região mutilada do paciente. Desse modo, a prótese tem um encaixe virtualmente perfeito no rosto do receptor. Essa operação faz com que a assertividade na hora da implantação seja maior, uma vez que cada prótese permite apenas um posicionamento correto no rosto do paciente.

A partir da finalização da prótese virtual, esta pode, opcionalmente, ser impressa para uma validação rápida de sua geometria. Nessa fase, os moldes de gesso (ou até o próprio paciente) podem ser utilizados para a verificação final das características do modelo. Após a confirmação, os moldes são modelados utilizando operações booleanas de subtração, para que seja gerada uma peça oca, pronta para ser preenchida por silicone. São modelados também canais para entrada de material e dispositivos para fechar e posicionar as duas partes do molde. A impressão das peças se deu em uma impressora 3D ANET A-8 que utiliza o processo por extrusão de material (Figuras 1c e 1d); nesse caso, o material empregado é o políácido láctico (PLA).

O silicone usado para testar os moldes foi o Dragon Skin 10 Fast, da Smooth-On, elastômero que pode ser usado na confecção de máscaras, sendo assim biocompatível e seguro quanto ao contato com a pele. Para conferir mais realismo à peça testada e facilitar sua avaliação, são utilizadas maquiagens em pó, misturadas

às partes A e B do silicone líquido (Figura 1e). A mistura final é então colocada em uma seringa e injetada no molde, procurando-se ao máximo manter um fluxo constante de inserção do material.



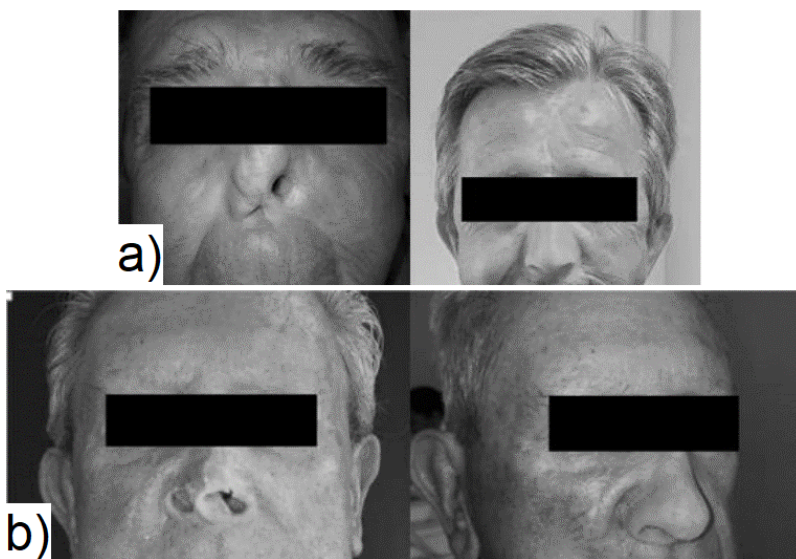
**Figura 1**

Fluxo de trabalho apresentado: (a) Molde do rosto do paciente, em gesso. (b) Prótese modelada e posicionada virtualmente. (c) Impressão dos moldes. (d) Moldes inferior e superior impressos. (e) Mistura do silicone com adição de maquiagem em pó. (f) Vulcanização do silicone dentro do molde. (g) Prótese de silicone validada na máscara de gesso. (h) Detalhe da parte traseira da prótese, que reproduz exatamente a geometria da face do paciente.

O silicone utilizado vulcaniza entre 30 minutos e 1 hora, dependendo de fatores como espessura e volume da prótese confeccionada (Figura 1f). Para o controle do tempo de cura, é reservado um pequeno volume do material utilizado do processo. Após a cura completa da peça, esta é retirada do molde e, após algum trabalho de retirada de rebarbas, está pronta para a implantação (Figuras 1g e 1h). No consultório, ao fim do processo, são adicionados à superfície da prótese as texturas, pelos e pigmentos extrínsecos que aproximam ainda mais a aparência da prótese à pele do paciente.

### 3. RESULTADOS

Os dois estudos de caso selecionados para este trabalho mostram os bons resultados alcançados pela técnica descrita. Ambos são pacientes do Hospital Angelina Caron diagnosticados com câncer de pele na região do nariz. Por serem pacientes atendidos pelo SUS, receberam as próteses gratuitamente. A Figura 2 mostra os resultados alcançados.



**Figura 2**

Caso 1 (a) e Caso 2 (b): pacientes que receberam próteses modeladas virtualmente.

O primeiro caso é o do Sr. T, 56 anos, artesão. Sua prótese foi usada como exemplo para o desenvolvimento deste relato. O segundo caso mostra o Sr. L, 72 anos, aposentado. Além de estética, sua prótese também ajudou funcionalmente a respiração, por conta de um ajuste realizado no tamanho das narinas. Ambos relataram que a primeira tentativa de reconstrução facial foi realizada através de cirurgias, mas os resultados não foram satisfatórios. Também externaram sua satisfação pela forma geral da prótese e a qualidade percebida da peça, que são as características principais no que diz respeito à sua modelagem no computador. A Tabela 1 traz dados gerais sobre os recursos despendidos para a fabricação dos moldes destes casos.

Variáveis	Caso 1	Caso 2
Tempo Total de Modelagem	10h	13h
Tempo de Impressão	13h35min	7h
Quantidade de Filamento de PLA	23,2 m	11,2 m
Volume de Silicone	18 ml	6 ml
Custo de Material (PLA + Silicone)	R\$ 14,23	R\$ 6,57

**Tabela 1**

Recursos empregados na fabricação de duas próteses faciais pelo método digital proposto.

## 4. CONCLUSÕES

Percebe-se que o método apresentado para a confecção de próteses faciais de silicone usando moldes fabricados por impressão 3D obteve êxito, atestado pelo sucesso na fabricação das próteses e pela satisfação dos pacientes que as receberam. Estes, inclusive, se mostraram felizes pelo trabalho rápido e preciso proporcionado pela técnica proposta, que os reabilita a viver em sociedade sem o estigma óbvio da mutilação facial. Espera-se que, a longo prazo, a técnica ajude a atender a demanda pelo serviço de próteses faciais de silicone, especialmente para a população de baixa renda.

A manufatura aditiva por extrusão de material se mostrou capaz de reproduzir a forma complexa dos moldes, mesmo em impressoras de baixo custo, o que é importante para que o método seja barateado e, assim, tornado mais acessível ao público geral. Ainda sobre a impressão 3D, destaca-se que a tecnologia por extrusão de material pode deixar marcas na superfície dos moldes devido ao efeito escada inerente ao processo (VOLPATO, 2017), que, eventualmente, são reproduzidas nas peças de silicone. Esse efeito pode ser reduzido diminuindo-se a altura da camada de impressão, somando-se etapas de pós-processamento nos moldes ou aplicando-se maquiagem sobre a prótese final em silicone.

Visto que uma prótese facial feita manualmente custa aproximadamente R\$ 5.000, distribuídos entre a hora do profissional e os materiais envolvidos, é importante notar também a redução de custo proporcionada pelo método proposto por este trabalho. Ainda, a assertividade do encaixe da prótese e a possibilidade de corrigi-la virtualmente pouparam visitas extras dos pacientes ao consultório e operações de retrabalho da protesista.

Para trabalhos futuros, outras tecnologias de impressão 3D podem ser utilizadas visando a redução do efeito escada, como a impressão dos moldes em resina fotossensível. Também, o uso da fotogrametria pode ser uma alternativa na aquisição rápida da geometria do paciente, economizando os recursos dos exames mais complexos como a tomografia computadorizada e evitando a necessidade da geração das máscaras de gesso. A escolha dos pigmentos adequados para gerar uma prótese com a aparência similar à da pele do rosto do paciente também é um dos temas em desenvolvimento mais relevantes para a melhoria de qualidade do resultado final.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DA SILVA, Anna K. B. **Para uma Psicossociologia da Máscara: sobre curativos, óculos e próteses faciais na trajetória de vida de pessoas que passaram por mutilações na face.** 2008. 150 p. Dissertação (Mestre em Psicologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

ELIAS, Norbert. **A Sociedade dos Indivíduos**. Rio de Janeiro: Zahar, 1994. p. 127.

KO, Beom S.; KIM, Namkug; LEE, Jong W.; KIM, Hee J.; CHUNG, Il-Young; KIM, Jisun; LEE, Sae B.; SON, Byung H.; KIM, Hak H.; SEO, Joon B.; KIM, Sung-Bae; GONG, Gyung-Yub; KIM, Guk B.; LEE, Sangwook; CHOI, Seung H.; AHN, Sei H. **MRI-based 3D-printed surgical guides for breast cancer patients who received neoadjuvant chemotherapy**. [s. l.], 2019. DOI 10.1038/s41598-019-46798-1.

VOLPATO, N. Processos de AM por Extrusão de Material. In: **Manufatura Aditiva: Tecnologias e aplicações da impressão 3D**. São Paulo: Blucher, 2017. p. 145-175.

WILLEMSSEN, Koen; NIZAK, Razmara; NOORDMANS, Herke J.; CASTELEIN, René M.; WEINANS, Harrie; KRUYT, Moyo C. **Challenges in the design and regulatory approval of 3D-printed surgical implants: a two-case series**. [s. l.], 2019. DOI 10.1016/S2589-7500(19)30067-6.

# Desenvolvimento de um protótipo de *player* de vídeo digital audiodescritivo em plataforma Web para pessoas com deficiência visual

Dias, Robson C. <sup>1</sup>; De Oliveira, Adonias C. <sup>2</sup>;  
Martins J., F. Luciano C. <sup>3</sup>; De Castro e Silva, Rôney R. <sup>4</sup>

1 – Tecnologia em Telemática, IFCE Campus Tauá, robsonhatake8@gmail.com

2 – Ciência da Computação, IFCE Campus Tianguá, adonias.oliveira@ifce.edu.br

3 – Tecnologia em Telemática, IFCE Campus Tauá, luciano.martins@ifce.edu.br

4 – Técnico em Informática, IFCE Campus Umirim, roney.reis@ifce.edu.br

\*- Correspondência: R. Antônio Teixeira Benevides, Planalto dos Colibris, Tauá, CE, Brasil, 63660-000

## RESUMO

Acessibilidade virtual consiste em minimizar as barreiras que impedem as pessoas de fazerem uso de sistemas computacionais. Por exemplo, a audiodescrição virtual é uma alternativa computacional de descrição textual que deve ser narrada por algum sintetizador de voz e assim reduzir custos de produção. Ela permite que pessoas cegas possam compreender peças teatrais, vídeos e programas televisivos de forma autônoma. Este artigo relata o desenvolvimento do protótipo ADVPlayer Web, um player web de vídeo digital com suporte à audiodescrição virtual. As suas funcionalidades foram baseadas em trabalhos acadêmicos e sistemas relacionados.

**Palavras-chave:** *Tecnologia Assistiva. Audiodescrição sintetizada. Acessibilidade Virtual. Deficiência visual. Desenvolvimento Web.*

## ABSTRACT

*Virtual accessibility consists of minimizing the barriers that prevent people from using computer systems. For example, virtual audio description is a computational alternative of textual description that must be narrated by some speech synthesizer and thus reduce production costs. It allows blind people to understand theater plays, videos and television programs independently. This article reports the development of the ADVPlayer Web prototype, a digital video web player with support for virtual audio description. Its functionalities were based on academic works and related systems.*

**Keywords:** *Assistive Technology. Synthesized audiodescription. Virtual Accessibility. Visual impairment. Web development.*

## 1. INTRODUÇÃO

A tecnologia teve nas últimas décadas grandes avanços para auxiliar na solução de problemas que eram entraves comuns às pessoas, em virtude da dificuldade ou impossibilidade de solução manual (p.e.: DOS SANTOS RODRIGUES , 2019).

Nessa perspectiva, surgiu a Tecnologia Assistiva (TA), que possibilita a pessoas com deficiência utilizar determinados recursos e realizar atividades que em outras condições não seriam possíveis. Exemplo disso são as ferramentas de Acessibilidade Virtual que facilitam o acesso às diversas fontes de informação e entretenimento, por meio de recursos como audiodescrição e legenda em Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) (p.e.: DOS SANTOS RODRIGUES , 2019).

Segundo o censo de 2010, 23,9% da população brasileira possuem algum tipo de deficiência, das quais 18,6% têm alguma limitação relacionada à visão, total ou parcial (IBGE, 2010). Com base nesses índices e considerando que a Internet é uma das principais fontes de informações e entretenimento, cresce o número de deficientes virtuais que procuram usar esse meio. Isso implica a necessidade de desenvolver novas tecnologias assistivas computacionais que proporcionem independência e inclusão digital, como a audiodescrição, por exemplo.

De acordo com Franco e Silva (2010), a audiodescrição (AD) consiste na tradução de imagens em palavras para que informações-chave demonstradas visualmente não passem despercebidas e possam também ser absorvidas por pessoas cegas. Sendo assim, a AD torna alguns entretenimentos, como peças de teatro, filmes e programas de TV mais acessíveis para pessoas com esse tipo de deficiência.

A audiodescrição virtual ou sintetizada é uma alternativa que não precisa de um audiodescritor presente, ou seja, produz um material audiodescritivo utilizando ferramentas computacionais de síntese de voz (p.e.: OLIVEIRA, 2018).

Segundo Oliveira (2018), sua principal vantagem está no fato de apresentar um processo mais simples, rápido e econômico de produzir material audiodescrito, sem prejudicar a qualidade da informação repassada.

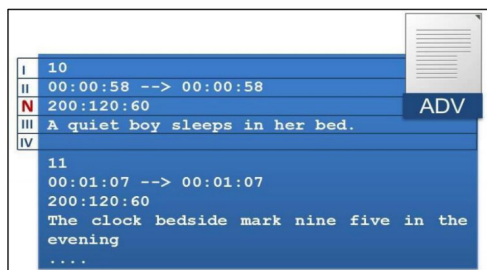
Portanto, o objetivo geral deste trabalho é relatar o desenvolvimento do protótipo de plataforma web que possibilita a reprodução de vídeo digital com suporte à audiodescrição virtual para pessoas com deficiência visual. Isso pode facilitar que esses tipos de usuários possam de forma independente reproduzir, assistir e compreender filmes, documentários e outros tipos de material em vídeo.

## 2. DESENVOLVIMENTO

As atividades relatadas neste trabalho estão relacionadas com aplicação de metodologias de Engenharia de Software (ES), uma subárea da ciência da computação que estuda todos os aspectos da produção de software, desde os estágios iniciais de especificação até sua manutenção, quando este entrar em operação (p.e.: SOMMERVILLE, 2007).

Os requisitos funcionais e não funcionais (ver Tabelas 1 e 2) específicos sobre reprodução de vídeos digitais de modo acessível foram baseados nos trabalhos de Moreno, L. et al. (2017), Moreno, L. et al. (2011), Rosas et al. (2015) e em especial o de Façanha et al. (2016).

O ADVPlayer proposto por Façanha et al (2016) é um player de vídeo acessível somente para deficiente visual disponibilizado para plataforma Windows Desktop. Esta versão é capaz de reproduzir arquivos de vídeo no formato AVI (Audio Video Interleave) sincronizando-os com arquivos de descrições no formato “.adv”, seguindo o padrão usado pelos arquivos de legendas “.srt”, conforme a Figura 1. Esse arquivo contém os textos de descrição a serem narrados, parâmetros de velocidade, tom de voz e intensidade do volume da audiodescrição virtual, que são transmitidos como parâmetro para o eSpeak TTS, onde o texto é convertido em áudio e assim sincronizado com o vídeo.



**Figura 01**  
Exemplo de arquivo .adv  
Fonte: (FAÇANHA et al, 2016)

ID	Requisito	Descrição
RNF01	Software	Compatível com os navegadores Chrome e Mozilla Firefox.
RNF02	Linguagem	Desenvolvido em HTML, CSS, PHP e JavaScript.
RNF03	Sistema	Compatível com qualquer Sistema Operacional.



ID	Requisito	Descrição
RNF04	Desempenho Satisfatório	Tempo de resposta curto, sem atrasos ou travamentos
RNF05	Usabilidade	O vídeo em formato MP4, pois este é um dos formatos lido pelo HTML5 nos navegadores.

**Tabela 01**

Requisitos Não Funcionais

Fonte: (AUTORES, 2020)

O protótipo descrito neste artigo foi implementado com as funcionalidades mínimas para que o usuário cego possa abrir e controlar a reprodução de vídeos com audiodescrição de forma autônoma. A Tabela 01 apresenta os requisitos não funcionais do ADVPlayer Web, enquanto a Tabela 02 contém os requisitos funcionais implementados.

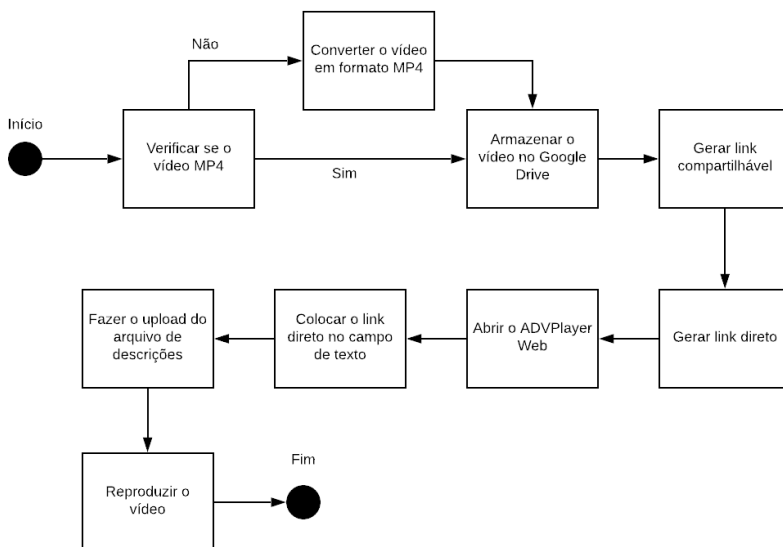
ID	Requisitos	Descrição
RF01	Play	Inicia a reprodução do vídeo por meio de um botão.
RF02	Pause	Pausa a reprodução do vídeo por meio de um botão.
RF03	Parar	Para a reprodução do vídeo por meio de um botão.
RF04	Barra de Progresso	Exibe o estado atual do vídeo ao usuário.
RF05	Volume	Permite ao usuário ajustar a intensidade de som do vídeo por meio de um componente gráfico.
RF06	Itens Destacados	Os elementos devem ser destacados visualmente ou por audiodescrição quando são selecionados, focados ou habilitados.
RF07	Posição do Vídeo	O usuário pode retroceder ou avançar o vídeo em reprodução a qualquer instante através de componentes gráficos.
RF08	Ajuste de Voz	O usuário deve conseguir configurar parâmetros de tom, velocidade e volume da voz de audiodescrição através de componentes gráficos.
RF09	Tela Cheia	Permite ativar a janela de exibição do player para o formato "Tela Cheia" ou desativá-la.
RF10	Acessibilidade Virtual	As funcionalidades descritas pelos requisitos RF1 até RF9 devem ser acionadas por meio de atalhos do teclado. O RF6 deve ser acessível através de um sinal sonoro indicando o elemento selecionado.

**Tabela 02**

Requisitos funcionais

Fonte: (AUTORES, 2020)

Na implementação do protótipo foram utilizadas as linguagens HTML, CSS e JavaScript. Também foi utilizado o JQuery, que é uma biblioteca de código aberto desenvolvida para simplificar os scripts, e o Bootstrap, um framework Web com código aberto para desenvolvimento de elementos de interface para deixar o site responsivo. O Ajax foi outro método de desenvolvimento utilizado que permite a criação de aplicações mais interativa.



**Figura 02**  
Funcionamento do ADVPlayer Web  
Fonte: (AUTORES, 2020)

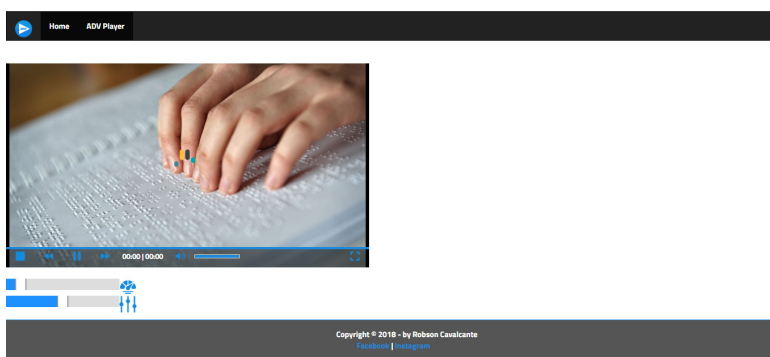
A funcionalidade de carregamento de vídeo para execução foi implementada de tal forma que o usuário realize os passos demonstrado no diagrama de atividades da Figura 02. Para a reprodução do vídeo desejado o usuário deve informar o link do vídeo em formato “.mp4” (Formato compatível com os navegadores) e a legenda em formato “.adv” (Arquivo de Descrições), depois disso será redirecionado para a página do player onde o vídeo já pode ser reproduzido, conforme ilustra a Figura 03. O Google Drive foi adotado neste sistema para não precisar fazer vários *uploads* do mesmo arquivo de vídeo em cada reprodução.

Para gerar a voz sintetizada da audiodescrição foi utilizada a API SpeechSynthesis<sup>1</sup>. A Figura 04 exhibe o layout do player.

1 MDN WEB DOCS. SpeechSynthesis. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/API/SpeechSynthesis>. Acesso em: 7 jun. 2019.



**Figura 03**  
Tela Inicial do ADVPlayer Web  
Fonte: (AUTORES, 2020)



**Figura 04**  
Tela do ADVPlayer Web  
Fonte: (AUTORES, 2020)

### 3. RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados obtidos através de uma análise comparativa do ADVPlayer Web com Media Player (MORENO, L. et al., 2017), ADVPlayer Desktop (FAÇANHA et al., 2016) e Facilitas Player (ROSAS et al., 2015), comentando os recursos de software que possuem e os procedimentos para execução.

Em relação a todos requisitos funcionais descritos no artigo de Moreno, L. et al. (2017), nesta primeira versão, foi focado em atender as necessidades de usuários com deficiência visual, ou seja, não possui suporte de recursos de legenda e acessibilidade para pessoas com deficiência auditiva. A versão web deste trabalho

também não apresenta funcionalidades, tais como personalizar a exibição dos controles e o contraste do Player para priorizar o tempo de desenvolvimento em requisitos de acessibilidade importantes para usuários com deficiência visual.

Dentre as características diferentes dos ADVPlayer's, a versão Desktop se diferencia da versão Web em apresentar os seguintes atributos: seleção de canais de áudio e vídeo, exigência de ferramentas auxiliares, permissão de configuração de idiomas e variantes do sintetizador. O ADVPlayer Web se destaca na parte de execução, visto que o ADVPlayer Desktop exige a presença de uma pessoa que não possua deficiência visual e conhecimento informática básica para instalação completa.

O ADVPlayer versão Web não necessita ser instalado por ser um sistema web, onde pode-se analisar sua grande mobilidade e portabilidade por apenas necessitar de um browser (navegador). Já o ADVPlayer versão desktop, que funciona somente no sistema operacional Windows, necessita da instalação de alguns programas para ser utilizado, como eSpeak, NVDA e JDK 1.6 ou superior.

Facilitas Player é um reproduzidor acessível de vídeos desenvolvido para plataforma Web com as seguintes tecnologias: HTML5, CSS3, JavaScript, JQuery e JQueryUI. A principal proposta para o desenvolvimento desse player foi que qualquer usuário tenha acesso a conteúdo de mídia, independentemente de suas limitações. Por ser um reproduzidor Web, também tem grande mobilidade e portabilidade por apenas precisar de um navegador para execução.

Com base nas comparações realizadas, pode-se afirmar que o desenvolvimento deste estudo possibilitou uma alternativa gratuita e eficaz de reprodução de vídeos com audiodescrição virtual para pessoas com deficiência visual. O protótipo é capaz de reproduzir vídeos e audiodescrição sintetizada sem a presença de uma pessoa não deficiente ou com alto conhecimento de informática.

## **4. CONCLUSÕES**

O desenvolvimento deste estudo descreveu os procedimentos adotados no desenvolvimento do ADVPlayer Web com base nos requisitos levantados e em outros sistemas relacionados. Como continuação deste trabalho é preciso realizar novos estudos de tecnologias de acessibilidade virtual, finalizar os requisitos funcionais planejados para esta versão, adicionar novas funcionalidades como recursos de acessibilidade para usuários com deficiência auditiva e aplicar testes envolvendo um grupo maior de usuários com deficiência visual e auditiva de acordo com as orientações do comitê de ética do IFCE.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAMPOS. O que é jQuery. Disponível em: <https://acampos.com.br/uninter/materias/16-web/4-jquery.html>. Acesso em: 16 jul. 2019.

DOS SANTOS RODRIGUES, Andréa; DE SOUZA FILHO, Guido Lemos; BORGES, José Antônio. Acessibilidade na Internet para Deficientes Visuais. Disponível em: <[http://www.mp.go.gov.br/portaWeb/hp/41/docs/acessibilidade\\_na\\_internet\\_para\\_deficientes\\_visuais.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portaWeb/hp/41/docs/acessibilidade_na_internet_para_deficientes_visuais.pdf)> Acesso em: 27 abr. 2019.

FAÇANHA, R. A., A. C. OLIVEIRA, V.A LIMA, W. VIANA, e J. SÁNCHEZ. **Audio Description of Videos for People with Visual Disabilities**. *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, 2016.

FRANCO, Eliana P. C.; Da Silva, Manoela Cristina C. C. Audiodescrição: breve passeio histórico. Coletânea de artigos e textos. Câmara Brasileira do Livro, SP, 2010.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro, RJ, 2010.

MDN WEB DOCS. **SpeechSynthesis**. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/API/SpeechSynthesis>. Acesso em: 7 jun. 2019.

MORENO, Lourdes et al. **A study of accessibility requirements for media players on the Web**. In: *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. p. 249-257.

MORENO, L. et al. **Checklist for Accessible Media Player Evaluation**. *Conference*, Madrid, 2017.

OLIVEIRA, M. L. D. Reprodutores de vídeo com audiodescrição para pessoas com deficiência: um estudo comparativo entre facilitas player e ADVPlayer. 2018. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal do Ceará, Tauá, 2018.

ROSAS-VILLENA, J. M. et al. **Video accessibility on the most accessed websites: a case study regarding visual disabilities**. *Computer Science Department, Institute of Mathematics and Computer Sciences at University of Sao Paulo*, São Paulo, 2015.

SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de Software. 8ª ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2007.

# Desenvolvimento de um jogo de realidade virtual para a estimulação do controle de tronco de deficientes físicos

de Paula, Simone<sup>\*1</sup>; Pereira, Elias da Silva<sup>2</sup>; Bez, Marta Rosecler<sup>3</sup>

1 – Curso de Fisioterapia, Universidade Feevale, sdpaula@feevale.br

2 – Curso de Tecnologia em Jogos Digitais, Universidade Feevale, epereira@feevale.br

3 – Grupo de Pesquisa em Computação Aplicada, Universidade Feevale, martabez@feevale.br

\* - Correspondência: ERS-239, 2755, Novo Hamburgo, RS, Brasil - CEP 93525-075

## RESUMO

A realidade virtual pode oferecer cenários criativos e motivantes durante a Fisioterapia. O objetivo do estudo foi desenvolver um jogo de realidade virtual voltado para a melhora do controle de tronco de deficientes físicos. A partir de reuniões entre as equipes, mini-jogos foram desenvolvidos para o dispositivo Gear VR® e possibilitaram estimular os movimentos do tronco na posição sentada ou em pé. Os resultados da pesquisa reforçam a necessidade de suporte interdisciplinar integrando as áreas de Fisioterapia, Jogos Digitais, Design, Engenharias e Ciências da Computação para o desenvolvimento e validação de estratégias terapêuticas individualizadas e específicas para cada paciente.

**Palavras-chave:** *realidade virtual, deficientes físicos, controle de tronco, jogos digitais.*

## ABSTRACT

*Virtual reality can offer creative and motivating scenarios during Physical Therapy. The objective of the study was to develop a virtual reality game aimed at improving the trunk control of disabled people. From meetings between the teams, mini-games were developed for the Gear VR® device and made it possible to stimulate the movements of the trunk in a sitting or standing position. The research results reinforce the need for interdisciplinary support by integrating the areas of Physical Therapy, Digital Games, Design, Engineering and Computer Science for the development and validation of individualized and specific therapeutic strategies for each patient.*

**Keywords:** *virtual reality, disabled people, trunk control, digital games.*

# 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, 1 bilhão de pessoas vivem, atualmente, com algum tipo de deficiência. No Brasil, os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no censo demográfico de 2010 mostraram que, aproximadamente, 24% da população possui algum tipo de deficiência. Dentre as incapacidades mais prevalentes, está a deficiência motora ou física, ocorrendo em 7% da população brasileira. As deficiências físicas são definidas como a perda da qualidade de movimentos em consequência de uma alteração neurológica, muscular e/ou sensorial que interfere na postura e nos movimentos seletivos, comprometendo a realização de tarefas do cotidiano (WHO, 2011).

Em pacientes com deficiências físicas como, por exemplo, indivíduos paraplégicos ou acometidos pelo Acidente Vascular Encefálico, o controle de tronco exerce um importante papel nos ajustes posturais e nas reações de equilíbrio durante todas as Atividades de Vida Diária sendo considerado um importante preditor para a recuperação funcional desta população. Os músculos do tronco permitem que o indivíduo realize as transferências de peso necessárias para a execução das atividades funcionais contra a gravidade, estabilizando o centro do corpo para a execução de movimentos nas extremidades (KARTHIKBABU et al., 2018).

Diversas abordagens terapêuticas têm sido utilizadas para otimizar as reações de equilíbrio e a funcionalidade de pacientes neurológicos (VANONCINI et al., 2008, CABANAS-VALDES et al., 2016, TSE et al., 2018). No entanto, em virtude do uso repetitivo de atividades, da falta de elementos motivacionais e da baixa adesão dos pacientes para a aplicação de protocolos de Fisioterapia, o uso da tecnologia vem ganhando espaço nas áreas de assistência e pesquisa em Reabilitação Neurofuncional.

Neste contexto, o uso de jogos virtuais e da realidade virtual durante a Fisioterapia permite a criação de um cenário criativo e motivante no qual o paciente interage através de estímulos cinestésicos, visuais, táteis, auditivos e/ou sensoriais, favorecendo resultados satisfatórios, principalmente, em relação ao equilíbrio (MORONE et al., 2014; ZOCCOLILLO et al., 2015).

Dentre as principais vantagens destas abordagens estão: o uso de tarefas gratificantes e com maior motivação para a realização do tratamento, a possibilidade de feedback imediato durante as atividades, o armazenamento de informações e a grande interatividade do paciente, proporcionando diversão associada à reabilitação em todas as faixas etárias, especialmente em pacientes que necessitam de tratamento a longo prazo (SVEISTRUP, 2004).

Apesar das favoráveis e recentes evidências científicas, o mercado ainda não dispõe de jogos específicos para a estimulação de atividades de controle de tronco

em pacientes durante a Fisioterapia. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi desenvolver um jogo de realidade virtual voltado para a melhora do controle de tronco em deficientes físicos através de um cenário divertido e lúdico.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do jogo de realidade virtual contou com a participação de profissionais das áreas da Fisioterapia, Jogos Digitais e Ciências da Computação. A partir de reuniões entre as equipes, estruturou-se os objetivos do jogo, os movimentos do jogador, a plataforma, e o dispositivo de realidade virtual Gear VR®.

A fim de manter o jogador (paciente) entretido durante a sessão e para não tornar o jogo muito repetitivo, optou-se por um jogo composto de vários outros pequenos mini-jogos, podendo assim, expandir com mais desafios e variações com propostas futuras.

O jogo foi construído usando o motor de jogos ‘Unity Engine’, na versão 2018.3 com a linguagem de programação C# (C Sharp), em conjunto com a IDE (do inglês *Integrated Development Environment*, em português ambiente de desenvolvimento integrado) JetBrains Rider. Logo no início, foi desenvolvido uma estrutura para lidar com os desafios do projeto, detectar o ângulo do jogador sem nenhuma referência de posição no espaço e somente com os sensores do dispositivo (giroscópio e acelerômetro), coletar dados da sessão e manter uma estrutura flexível para futura expansão.

Foi estabelecido que, para saber em qual direção o dispositivo estava inclinado, seria preciso identificar uma referência de posição ou inclinação. Não havendo nenhuma, foi necessário estabelecer uma direção para ser o “marco zero” do sistema, assim comparando a inclinação atual com a anteriormente armazenada. Esse fluxo permitiu não somente encontrar a direção e a inclinação do jogador, mas configurar o dispositivo para uma posição “neutra” mais confortável ao jogador.

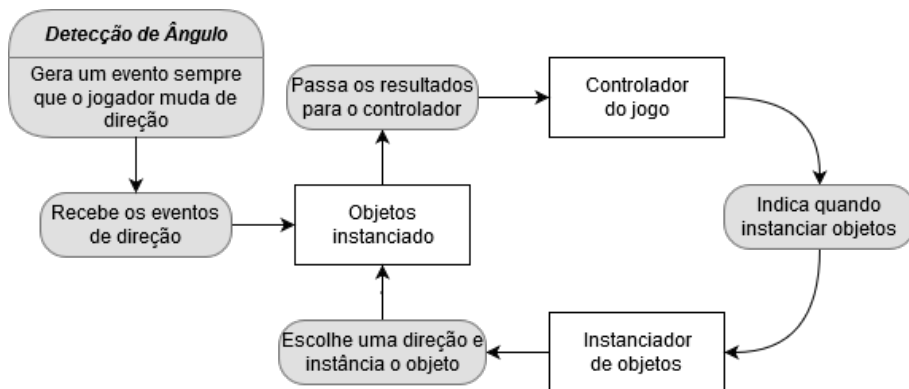
Para armazenar os dados foi utilizado uma classe serializável como modelo de dados, sendo que a cada sessão, o jogo preenchia uma classe com as informações de acertos, erros e a inclinação do jogador junto com vários outros parâmetros e criava um arquivo ‘json’ a partir de cada sessão. Toda a vez que um evento do jogo é gerado por um objeto ou a detecção de ângulos, os dados são adicionados para serem salvos ao fim do jogo.

Com a necessidade de acomodar o jogo para futura expansão, o código foi estruturado a partir de módulos pré-fabricados, abreviado como ‘prefabs’, flexíveis para funcionarem com vários mini-jogos dentro do jogo. Como exemplo: a interface, o menu, a configuração da sessão e a serialização de dados



se comunicam com uma classe responsável por controlar o mini-jogo em questão, o qual simplesmente utiliza de eventos para fazer a comunicação de dados para os mesmos.

Conforme o fluxograma abaixo (Figura 01), o controlador do mini-jogo e a cena do jogo são substituíveis, e o sistema automaticamente leva o jogador para o próximo mini-jogo no fim do anterior, se mais de um mini-jogo foi selecionado, simplesmente substituindo o controlador e a cena do jogo.



**Figura 01**

Fluxograma da estrutura do código. Em cinza, as ações do sistema e em branco os componentes (ou classes).

### 3. RESULTADOS

Foram desenvolvidos dois mini-jogos, nos quais o objetivo principal foi estimular os movimentos do tronco na posição sentada ou em pé, incluindo a inclinação anterior, lateral direita e esquerda e posterior.

Para atingir pacientes com diferentes faixas etárias, o cenário escolhido para o jogo teve uma aparência cartunesca. Uma pequena cidade, como se fosse um 'playground', com uma estética 'low-poly'. Nas proximidades encontram-se uma floresta e um rio com uma cachoeira. Casas, estradas e um parque também podem ser encontradas neste cenário (Figura 02).



**Figura 02**

Usuário (jogador) com o óculos Gear VR® e a visualização do cenário do jogo.

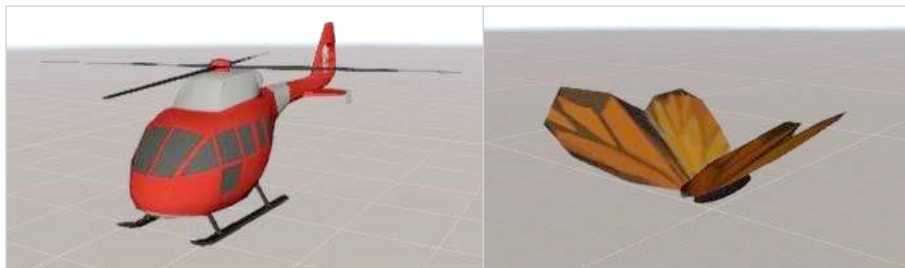
A gameplay consistiu de vários objetos aparecendo na frente do jogador com uma seta indicando a direção em que o jogador precisa se inclinar (Figura 03). Se o jogador conseguir se inclinar corretamente, ele ganha um ponto e “coleta” o objeto. Caso contrário, o objeto libera seu lugar para o próximo e considera que o jogador falhou em fazer a inclinação corretamente. O jogo conta, ainda, com um sistema de dados e salvamento de progresso, o qual armazena os dados para futura análise do profissional de saúde, tais como, nome, idade, mínimo ângulo de inclinação, quantidade de erros/acertos, duração da sessão, entre outros.



**Figura 03**

Gameplay.

Para a coleta dos objetos, o usuário necessita se inclinar enquanto olha para o objeto desejado para, então, coletar o objeto. O sistema funciona usando um colisor para detectar se o jogador está olhando para o objeto e detecta a inclinação do dispositivo para determinar se o jogador está se inclinando corretamente. Os objetos escolhidos foram um helicóptero ou uma borboleta (Figura 04), que puderam ser escolhidos pelo usuário na tela inicial.



**Figura 04**

O helicóptero e a borboleta foram os objetos escolhidos para a coleta no cenário do jogo.

Do ponto de vista do jogador (usuário), percebe-se que, além do aumento da motivação e do engajamento para a execução de atividades de tronco durante as sessões de Fisioterapia, o jogo de realidade virtual, aumentou a adesão ao tratamento e promoveu efeitos positivos na melhora do equilíbrio de tronco.

## **4. CONCLUSÕES**

Através da presente pesquisa pode-se apresentar o desenvolvimento de um jogo de realidade virtual voltado para a otimização do controle de tronco em deficientes físicos. Nosso estudo sugere que a realidade virtual pode ser um importante recurso terapêutico para a melhora do engajamento e a adesão de deficientes físicos à reabilitação. Os resultados da pesquisa reforçam a necessidade de suporte interdisciplinar integrando as áreas de Fisioterapia, Jogos Digitais, Design, Engenharias e Ciências da Computação para o desenvolvimento e validação destas estratégias tecnológicas a fim de contemplar necessidades terapêuticas individualizadas e específicas para cada paciente. Por fim, enfatiza-se ainda que este foi um estudo preliminar sobre o desenvolvimento de um jogo de realidade virtual. Estudos adicionais ainda são necessários para avaliar a efetividade desta terapêutica em diferentes contextos e com variadas deficiências físicas.

## REFERÊNCIAS

- CABANAS-VALDES, R., C. BAGUR-CALAFAT, M. GIRABENT-FARRES, F. M. et al. The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 2016. 30(10):1024-1033.
- KARTHIKBABU S, CHAKRAPANI M, GANESAN S et al. Efficacy of Trunk Regimes on Balance, Mobility, Physical Function, and Community Reintegration in Chronic Stroke: A Parallel-Group Randomized Trial. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases: the Official Journal of National Stroke Association*. 2018 Apr;27(4):1003-1011.
- MORONE, G., M. TRAMONTANO, M. IOSA, J. SHOFANY, A. et al. The efficacy of balance training with video game-based therapy in subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Biomed Res Int* 2014: 580861.
- SVEISTRUP, H. Motor rehabilitation using virtual reality. *J Neuroeng Rehabil* 2004, 1(1): 10.
- TSE, C. M., A. E. CHISHOLM, T. LAM, J. J. ENG and S. R. TEAM. A systematic review of the effectiveness of task-specific rehabilitation interventions for improving independent sitting and standing function in spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*, 2018, 41(3): 254-266.
- VANONCINI, M., W. HOLDERBAUM AND B. ANDREWS. Development and experimental identification of a biomechanical model of the trunk for functional electrical stimulation control in paraplegia. *Neuromodulation*, 2008, 11(4): 315-324.
- ZOCCOLILLO, L., D. MORELLI, F. CINCOTTI, L. MUZZIOLI, T. GOBBETTI, S. PAOLUCCI AND M. IOSA. Video-game based therapy performed by children with cerebral palsy: a cross-over randomized controlled trial and a cross-sectional quantitative measure of physical activity. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2015, 51(6): 669-676.
- WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. World report on disability 2011. Geneva: WHO Press, 2011. Disponível em: < <http://whqlibdoc.who.int/publications/2011>>. Acesso em: 22 de mar. 2015.

# Reconstrução digital de membro digitalizado para confecção de órteses

Klein, Alison Alfred<sup>1</sup>; Sierra, Isabella de Souza<sup>2</sup>; Catapan, Márcio Fontana<sup>3</sup>; Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro<sup>4</sup>

1 – Departamento de Design, UFPR, alison.klein@ufpr.br

2 – Departamento de Design e Expressão Gráfica, UFPR, isabella.sierra@ufpr.br

3 – Departamento de Design e Expressão Gráfica, UFPR, marciocatapan@gmail.com

4 – Departamento de Design e Engenharia Mecânica, UFPR, lucia.demec@ufpr.br

\* - Correspondência: R.XV de Novembro, 1299, Centro, Curitiba, PR, Brasil, 80060-000.

## RESUMO

A confecção de órteses envolve a reprodução da geometria do corpo na posição ortopédica objetivada usando tala gessada e digitalização 3D. Essa técnica causa desconforto e desperdício de material. Propõe-se a sua otimização eliminando a etapa da tala gessada. O novo método consiste na digitalização 3D do membro em deformidade e ajuste digital para a posição neutra ortopédica. Encontrou-se, como resultado, uma diferença mínima entre as malhas neutras e as ajustadas. Assim, verificou-se a possibilidade de coletar a geometria com deformidade e realizar os ajustes digitalmente para que a nova geometria sirva como base para confecção de órtese.

**Palavras-chave:** órtese, digitalização 3D, modelagem 3D.

## ABSTRACT

*The making of orthoses involves the reproduction of the body geometry in the objectified orthopedic position using plastered splint and 3D scanning. This technique causes discomfort and waste. We propose its optimization by eliminating the plastered splint step. The new method consists in 3D scanning the limb in deformity and digitally adjusting it to the orthopedic neutral position. As a result, a minimum difference was found between neutral and adjusted meshes. Thus, it was verified the possibility of collecting the geometry with deformity and making the adjustments digitally so that the new geometry serves as a basis for making the orthosis.*

**Keywords:** orthosis, 3D scanning, 3D modelling.

# 1. INTRODUÇÃO

Diversos tipos de deformidades se beneficiam do uso de órteses para prevenção, estabilização, alinhamento e correção do membro (BIÃO e MAGALHÃES, 2018; DOMBROSKI, BALSDON e FROATS, 2014). Moraes, et al (2018) ainda informa que há mais de 13 milhões de brasileiros que necessitam de órteses tornozelo-pé. O pé torto congênito idiopático é a deformidade ortopédica congênita de maior prevalência e que necessita o uso de órteses para correção (DOBBS e GURNETT, 2009).

O desenvolvimento dessas órteses se dá, tradicionalmente, com o uso de talas gessadas, que são aplicadas nos pés dos pacientes diretamente (CHUEIRE et al., 2016). Tendo sido criado o modelo em gesso do pé, este é utilizado para a manipulação de material plástico (modelagem à vácuo, fusão, deposição etc.) para a atingir a geometria objetivada (MORAES et al, 2018; LUNSFORD et al., 2016). Recentemente, essa técnica foi aprimorada com o surgimento das tecnologias de escaneamento 3D e impressão 3D.

A digitalização 3D faz uso de escâneres 3D que são equipamentos não invasivos que capturam geometrias físicas e as transformam em modelos virtuais tridimensionais (ROSENMAN, 2017). A técnica modificada ainda consiste na captura das geometrias por meio de atadura gessada que é posteriormente digitalizada e manipulada para a criação de modelo em CAD que pode ser impresso em impressora 3D (PEREIRA, et al., 2018; DOMBROSKI, BALSDON e FROATS, 2014). Com o uso dessa técnica, Moraes, et al (2018) encontrou uma eficiência de 40% no tempo de produção da órtese. A técnica de modelamento virtual de órtese permite rápida customização e manufatura com materiais baratos e duráveis (LUNSFORD et al., 2016).

Apesar da evolução no processo, a primeira etapa, de captura com tala gessada se mantém. Ou seja, todas essas técnicas envolvem a manipulação dos membros do participante para posição esperada, para então, utilizar diversos métodos de desenvolvimento da órtese. Alguns dos problemas encontrados nessa etapa inicial são a dificuldade de estabelecer graus exatos, a necessidade de manter o pé na posição, segurada por cuidadores e terapeutas ocupacionais, até a cura das talas gessadas o que causa desconforto e deformidades nos tecidos moles além de gasto de material.

Como tentativa de explorar uma nova possibilidade para essa etapa inicial e otimizar o processo, conjecturou-se sobre a possibilidade de digitalização do pé das pessoas em posição natural (com deformidade) e alteração do modelo digital para confecção da órtese economizando tempo e diminuindo o desconforto dos pacientes. Essa nova técnica proposta é completamente virtual, sendo uma solução sustentável que elimina gastos com materiais e diminui o tempo de

desenvolvimento da órtese. Por se tratar de uma nova técnica, este artigo teve como objetivo realizar um experimento inicial para indicação da viabilidade do método.

## 2. MÉTODO

Foram convidadas cinco mulheres (23 - 62 anos) hígdas, sem queixas ou desvios aparentes em pés e tornozelos, todas assinaram termo de consentimento de participação em pesquisa. Foram então informadas sobre o procedimento de coleta que foi realizado com as voluntárias deitadas em posição ventral com flexão de joelho (primeiro o direito depois o esquerdo). Os maléolos foram identificados com marcadores físicos tridimensionais para uso como referência virtual posteriormente. Foram realizadas duas capturas de cada pé, sendo uma com o pé em posição neutra e outra com dorsiflexão (simulando um pé torto congênito).

As voluntárias foram orientadas a permanecer nestas posições (neutra e dorsiflexão) enquanto foi realizada a coleta com o uso do Kinect 360 (MICROSOFT, 2020), que dura cerca de 90 segundos. O equipamento foi utilizado com o avaliador segurando-o nas mãos e realizando movimentos elípticos ao redor do pé de modo a “filmar” todo o pé e tornozelo. Em seguida a voluntária foi orientada a descansar e realizado o mesmo procedimento com o outro pé.

Após a coleta de imagens foi realizado o tratamento e comparação das imagens tridimensionais obtidas. Utilizou-se o software Meshmixer v3.5.4 (AUTODESK, 2019), no qual foram aplicados dois protocolos, um de construção da malha ajustada e outro de comparação entre malhas de referência e ajustada, compostos pelas seguintes etapas (numerados para destacar a ordem que foram realizados):

Protocolo de construção da malha ajustada: (1) Importação do arquivo em stl; (2) Limpeza da malha com a retirada de elementos acima da linha do joelho (*edit - plane cut - discard half*); (3) Transformação para ajuste no eixo sagital (*edit - transform*); (4) Posicionamento da malha no plano frontal; (5) Realização de um corte transversal com plano de corte coincidente com os dois maléolos (*edit-plane cut - slice keep both - no fill*); (6) Realização da separação da malha (*edit - separate - shells*); (7) Rotação da malha do pé de modo a atingir o ângulo desejado (90°) (*edit - transform*); (8) Reposicionamento da malha do pé de forma a deixar os maléolos coincidentes entre as malhas (*edit - transform*); (9) Posicionamento da malha em plano lateral, localizado o ponto médio entre o calcanhar e a ponta dos pés (meio do pé) (*edit - transform*); (10) Realização de corte transversal (*edit - plane cut - discard half - remeshed fill*); (11) Seleção de todas as malhas e realização de junção (*edit - combine*); e (12) Preenchimento do espaço gerado no calcanhar (*select - edit - join*).

Protocolo de comparação entre malhas de referência e ajustada: (1) Importação e limpeza da malha referência seguindo passos 1 e 2 do protocolo anterior; (2)

Importação da malha ajustada; (3) Transformação da malha de referência para posicionamento da malha ajustada de forma a coincidir os maléolos de ambas no mesmo local (*edit - transform*); (4) Realização do alinhamento das panturrilhas (*edit - transform*); (5) Realização da comparação visual do ajuste (*analysis - deviation*).

Em posse dos comparativos foi realizada a discussão e alcançadas as conclusões do trabalho.

### 3. RESULTADOS

O processo para a criação da malha ajustada é a limpeza da malha, seu recorte na altura dos maléolos e rotação e reposicionamento da malha dos pés como apresentado na Figura 1.



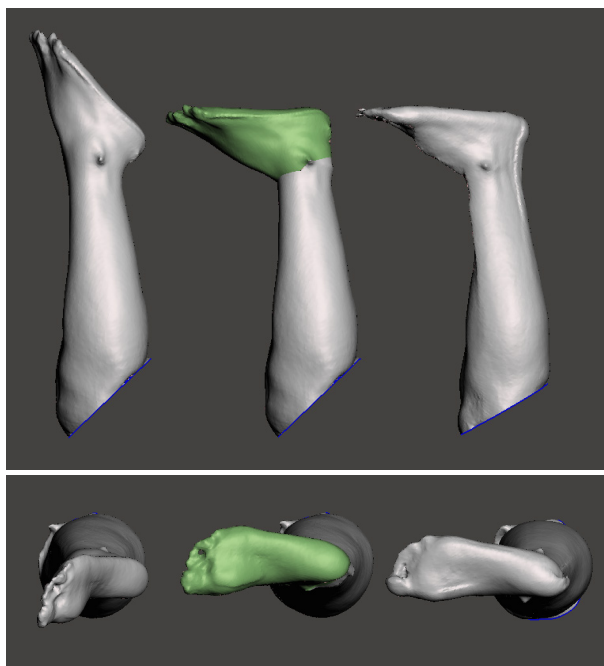
**Figura 01**

Exemplo de corte e alteração da posição do pé.

Essa malha é então juntada novamente com preenchimento automático do buraco gerado. Este processo é realizado em cerca de 5 minutos por pé.

Ao todo foram geradas 30 malhas, 20 a partir da digitalização sendo que dessas 10 eram com o pé simulando a deficiência e 10 em posições neutras, e 10 malhas ajustadas. A Figura 2 evidencia o estudo comparativo dos pés coletados e adaptados, onde a) pé coletado em posição de deformidade, b) o mesmo pé com a deformidade, porém com o ajuste realizado no Meshmixer, e c) o mesmo pé que foi coletado na posição neutra.

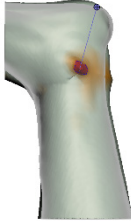
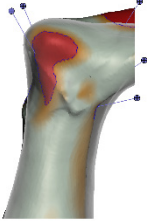












**Figura 02**

Comparativo entre a) pé com deformidade b) modificado e c) pé base.

Todas as imagens coletadas receberam o mesmo tratamento e foram submetidas aos mesmos protocolos, sendo então obtidas as imagens adaptadas e neutras de todas as voluntárias. As imagens resultantes das adaptações e as imagens dos pés em posição neutra foram comparadas no Meshmixer, para avaliar as diferenças dimensionais entre as malhas. O resultado quantitativo encontrado foi um desvio máximo de 8,26 mm. Todos os demais ficaram abaixo deste valor conforme a Tabela 1.

		A1*	A2	A3	A4	A5		
mm		7,39	8,6	4,84	6,18	5,54		
Local de maior desvio		maléolos (marcadores)	calcanhar planta	~	calcanhar planta peito	calcanhar		
Direito	Visualização							
		mm	6,17	5,63	5,71	8,26	5,41	
		Local de maior desvio	junção planta	maléolos (marcadores)	calcanhar planta	calcanhar planta peito	peito	
		Esquerdo	Visualização					

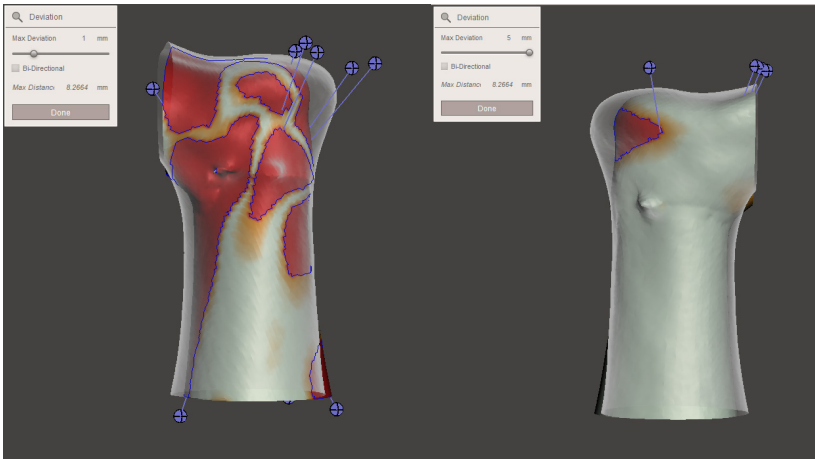
\*A indica a participante, de 1 à 5

**Tabela 01**

Resultados dos comparativos entre as malhas de referência e ajustada

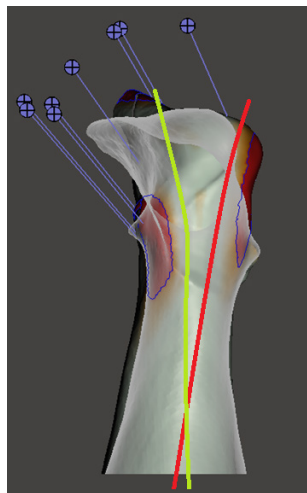
A figuras apresentadas na tabela são as imagens dos pés coletados em posição neutras com a sobreposição das imagens produzidas a partir da aplicação do protocolo, pode-se evidenciar uma relação íntima entre as imagens, o que é elucidado com a marcação mais clara (verde) que destaca onde a malha está alinhada, já as marcas escuras (vermelho e laranja) representam os pontos em que as malhas não são coincidentes. Na tabela o lado em que estão viradas as imagens é correspondente com a parte que teve mais incoerências.

Considerando os dados obtidos, destaca-se que o calcanhar é o ponto mais crítico e o que gerou mais desvios (Figura 3). Este desvio foi percebido pela variação da posição do tendão de Aquiles, e a solução é trabalhar o alinhamento posterior do tornozelo provendo espaço para essa parte do corno no momento de confecção da órtese.



**Figura 03**  
Evidências de desvio no calcanhar.

Outro caso de interesse está apresentado na Figura 4. Esta amostra merece atenção pois a voluntária quando foi convidada a realizar a posição neutra, manteve o pé com uma leve abdução. Nota-se que mesmo com esse elemento extra de movimento, o desvio foi de apenas 5,41mm o que demonstra que a coleta e o tratamento da imagem permitem ajustes mesmo em pés com grande variação de desvios.



Legenda: A linha verde indica a posição do pé que deveria estar em posição neutra, porém se encontrou em abdução, a linha vermelho indica a direção do pé em dorsiflexão.

**Figura 04**  
Situação de desvio do pé da malha de referência.

Os resultados apresentados aqui evidenciam a possibilidade de utilização do método em situações clínicas. Após o reposicionamento do pé na malha, este ainda deve passar por um processo de limpeza e tratamento tradicional de alisamento da malha, redimensionamento e confecção da órtese, que não são tratados neste artigo.

## 4. DISCUSSÃO

Nas bibliografias pesquisadas encontrou-se uma situação de desenvolvimento de órteses pouco ideal. Além do tempo despendido no processo de coleta de geometria corporal com gesso ser oneroso, o resultado desta coleta não é muito exato e aparece com marcações das mãos dos profissionais que necessitam manter a posição do pé na posição mais adequada. Além disso, para pacientes com deficiência intelectual, espasticidade e crianças, esse processo é ainda mais caótico causando estresse e despendendo muito tempo. Após a captura da geometria com gesso, cabe ao profissional o desenvolvimento da órtese utilizando métodos manuais de conformação plástica ou digitalização do gesso. Seguindo os protocolos desenvolvidos aqui esse processo é otimizado, além de ser mais confortável para pacientes e profissionais.

Por se tratar de um tempo curto, 90 segundos, para a maior parte dos pacientes, mesmo crianças de uma certa idade, é possível adotar um protocolo onde o paciente se mantenha calmo e estático pelo tempo requisitado, visto ainda que pode ser feito o escaneamento do paciente deitado ou em outras posições que esteja confortável, inclusive dormindo.

As únicas situações em que o novo método se torna inviável são situações com pessoas que não consigam permanecer estáticas por cerca de 90 segundos, como crianças muito novas, pessoas com deficiências intelectuais, autismo grave, entre outras situações particulares. Para esses casos sugere-se a observação de outras técnicas / métodos.

Percebeu-se que é possível, com pouco conhecimento na área de tratamento de malhas tridimensionais, seguindo o protocolo desenvolvido, fazer alterações na malha coletada de maneira a adequá-la a situação definida pelo fisioterapeuta/terapeuta ocupacional. Destaca-se ainda a importância do acompanhamento com o profissional para a definição das angulações adequadas no desenvolvimento e reposicionamento do pé para a confecção da órtese. Neste trabalho, para exemplificação, foi utilizado o posicionamento padrão de 90° por ser uma situação recorrente e mais complexa. Outras angulações menores são possíveis de obter utilizando o mesmo método desde que sejam alinhados os maléolos como

disposto no protocolo, permitindo que o terapeuta escolha qual a evolução do tratamento que pretende realizar na construção da órtese.

Os resultados demonstraram que realizar a coleta de um pé em condição de desvio é possível, pois a diferença entre as duas análises é de apenas 6mm em média. No estudo evidenciou-se que a posição de decúbito ventral e o pé em flexão favorece a coleta o que diminui ainda mais o tempo de coleta. Sobre a adequação dos resultados, destacam-se ainda duas questões. Primeiramente, os erros com distâncias de até 5mm são apaziguadas com a colocação de espumas no interior das órteses. Práticas que são comuns nas situações clínicas de desenvolvimento de órtese. Esse fator é importante pois aproxima ainda mais os resultados obtidos da possibilidade real de uso do protocolo. Em segundo lugar, para as medidas divergentes acima de 5mm, que estavam todas localizadas na região do calcanhar, deve-se considerar o tratamento posterior da imagem para criação deste espaço antes da confecção da órtese. Por se tratar da criação de espaço para o calcanhar, não há problemas a criação de um espaço extra nesta região pois não afetará a qualidade final da órtese.

## 5. CONCLUSÕES

Neste artigo foi apresentado um método para tratamento de malha tridimensional, a partir do escaneamento tridimensional utilizando o Kinect 360, para o reposicionamento de pés e tornozelos para a confecção de órteses. Encontrou-se a possibilidade de realizar alterações ao posicionamento do pé, mantendo a morfologia corporal do paciente como evidenciado pelos resultados. O sistema utilizado é mais rápido e menos traumático para os pacientes e consegue geometrias mais acuradas do que com o método de captura por gesso.

Apesar de utilizar-se de uma tecnologia nova e conhecimento de tratamento de malha, o método é simples, podendo ser rapidamente compreendido e realizado pelos próprios profissionais da saúde em clínicas. O sistema é acessível e de baixo custo, composto por um equipamento que não excede R\$ 200,00 e com um software gratuito. Evidencia-se ainda novamente, que os profissionais da área da saúde são os mais qualificados para a realização das alterações angulares propostas pelo método e que, se realizado por profissionais de desenvolvimento de produto, devem ter acompanhamento de profissionais qualificados.

Aconselha-se que as coletas sejam feitas tanto em posição de decúbito ventral quanto dorsal com os pés posicionados para fora da maca, demonstrou-se importante ter o membro avaliado estabilizado para acelerar a coleta. No tratamento da malha recomenda-se que seja mantido o segmento da perna para que na confecção da órtese se tenha melhor referência de superfície. Percebeu-se

que pode ser realizado um corte transversal à altura de metatarsos e realizada a reconstrução para oferecer uma superfície de planta de pé.

Para trabalhos futuros sugere-se o desenvolvimento de órteses utilizando o método desenvolvido e o método tradicional (com gesso), com registro de tempo e comparativo quantitativo de qualidade final para validação do método aqui desenvolvido. A utilização do comparativo dimensional utilizado neste trabalho (protocolo de comparação) pode ser utilizada em outras pesquisas onde objetiva-se verificar a adequação de uma malha em relação a outra, como por exemplo de membro de paciente antes e depois de intervenção cirúrgica.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Ergonomia e Usabilidade – LABERG da UFPR por fornecer o espaço e o equipamento para a realização da pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTODESK. **Meshmixer 3.5**. Disponível em: <http://www.meshmixer.com/>. Acesso em: 06 jan. 2020b.

BIÃO, M. A. S. e MAGALHÃES, P. H. S. Uso de Órtese como Recurso de Tecnologia Assistiva na Deficiência Motora: Uma Revisão de Literatura. In: PASCHOARELLI, L. C. e MEDOLA, F. O. **Tecnologia Assistiva: estudos teóricos**. Bauru: Canal 6 Editora, 2018, p. 139-146.

CHUEIRE, A. J. F. Go. et al. Tratamento do pé torto congênito pelo método de Ponseti. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 51, n. 3, p. 313-318, 2016.

DOBBS, Matthew B.; GURNETT, Christina A. Update on clubfoot: etiology and treatment. *Clinical orthopaedics and related research*, v. 467, n. 5, p. 1146, 2009.

DOMBROSKI, C. E., BALSDON, M. E. e ADAM, F. A low cost 3D scanning and printing tool for clinical use in the casting and manufacture of custom foot Orthoses. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON 3D BODY SCANNING TECHNOLOGIES, n. 15, 2014, Lugano. **Proceedings of the 5th 3D Body Tech**. Lugano, 2014, p.21-22.

LUNSFORD, C. et al. Innovations with 3-dimensional printing in physical medicine and rehabilitation: a review of the literature. **PM&R**, v. 8, n. 12, p. 1201-1212, 2016.

MICROSOFT. **Kinect 360**. Disponível em: <https://support.xbox.com/pt-BR/browse/xbox-360>. Acesso em: 05 set. 2019.

MORAES, G. G. et al. Processos Produtivos de AFO nas Oficinas Ortopédicas do SUS: Implantação da indústria 4.0 – uma revisão. In: PASCHOARELLI, L. C. e MEDOLA, F. O. **Tecnologia Assistiva: estudos teóricos**. Bauru: Canal 6 Editora, 2018, p. 169-179.

PEREIRA, D. D. et al. Dispositivos auxiliares desenvolvidos com prototipagem rápida: Uma solução personalizada na área da saúde. In: PASCHOARELLI, L. C. e MEDOLA, F. O. **Tecnologia Assistiva: estudos teóricos**. Bauru: Canal 6 Editora, 2018, p. 121-128.

ROSENMANN, G. C. Avaliação de sistemas de digitalização 3D de baixo custo aplicados ao desenvolvimento de órteses por manufatura aditiva. 2017. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

# Aplicativo de compras para pessoas com Deficiência Visual: abordagem participativa a partir de um estudo de caso

Ferro-Marques, Larissa R. <sup>1</sup>; Fernandes, Nathan M. <sup>2</sup>;  
Paschoarelli, Luis C. <sup>3</sup>; Campos, Livia F. de A. <sup>4</sup>

1 – Mestranda em Design pelo PPG Design - UNESP, larissa.ferro@unesp.br

2 – Mestrando em Design pelo PPG Design - UNESP, nathan.martins@unesp.br

3 – Prof. Dr. Titular do PPG Design - UNESP, luis.paschoarelli@unesp.br

4 – Prof. Dra. do DEDET - UFMA, liviaflavia@gmail.com

\* - Correspondência: Laboratório de Ergonomia e Interfaces, Unesp,  
Bauru, São Paulo, Brasil, 17033-360.

## RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido com a finalidade de projetar um aplicativo para compras de produtos de Tecnologia Assistiva (TA) para pessoas com Deficiência Visual. Foram utilizadas técnicas de “IHC - Interação Humano Computador” com abordagem de Design Participativo (DP). O produto gerado a partir da aplicação das metodologias foi o protótipo funcional do aplicativo denominado “Eye Shop”. Como conclusão, o estudo apresenta uma proposta interfacial que tem o potencial de atender usuários cegos e videntes.

**Palavras-chave:** aplicativo, deficiência visual, design participativo.

## ABSTRACT

*This study was developed with the purpose of designing an application for purchasing Assistive Technology (TA) products for people with Visual Disabilities. Techniques of “IHC - Human Computer Interaction” with a Participatory Design (DP) approach were used. The product generated from the application of the methodologies was the functional prototype of the application called “Eye Shop”. In conclusion, the study presents an interfacial proposal that has the potential to serve blind and sighted users.*

**Keywords:** *app, visual impairment, participatory design.*



## 1. INTRODUÇÃO

Os decretos nº 3.298/99 (BRASIL, 1999) e nº 5.296/04 (BRASIL, 2004) definem a deficiência a partir de três ocorrências: cegueira, baixa visão e limitações no campo visual. Sendo a primeira, definida a partir da acuidade visual igual ou inferior a 0,05 no melhor olho e com a correção óptica; a segunda referente à acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho e com a melhor correção óptica; e por fim, quando a somatória da medida do campo visual de ambos os olhos for igual ou menor que 60°; ou a ocorrência simultânea de quaisquer destas condições. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 23,9% da população brasileira declarou ter, pelo menos, um tipo de deficiência. Dentre estas, a mais declarada foi a deficiência visual, referente a 18% da população (IBGE, 2010).

Com o advento dos avanços tecnológicos, percebe-se um crescimento no desenvolvimento de recursos que visam proporcionar maior acessibilidade às pessoas com deficiência, possibilitando uma “ampliação das capacidades comunicativas e participativas dessas pessoas na sociedade” (FILHO e SANTOS, 2015). Essa ampliação pode ser obtida através dos produtos e aplicações de Tecnologia Assistiva (TA), que apresentam diversas funcionalidades e possibilitam uma melhor qualidade de vida, independência e segurança aos usuários.

No que se refere aos aplicativos, é possível encontrar, dentre muitos outros, o “Be My Eyes”, p.e., que conecta pessoas com deficiência visual e videntes voluntários através de chamada de vídeo para auxiliá-los. O “Envision”, “Seeing AI”, “Aipoly Vision”, “LookTel” e “Tap Tap See”, que auxiliam na leitura de textos, placas, impressos, manuscritos e documentos, além de possibilitar o reconhecimento facial de objetos e cenas. É possível citar também aplicativos direcionados ao transporte público como o “CittaMobi”, “BusAlert” e “Eye-D” - que funciona como um GPS para o pedestre. Outros aplicativos podem ainda auxiliar no momento da compra como o “leitor de dinheiro” e “Tandera Dinheiro”, que reconhece as cédulas e “Pay Voice”, que confere o valor cobrado na maquininha de cartão.

Mas nenhum destes, apresenta uma loja virtual para que as PcD façam suas compras por aplicativo de modo prático e seguro. Este estudo, se propõe então, a relatar a proposta de desenvolvimento de um aplicativo de compras de produtos de Tecnologia Assistiva (TA) para celulares Android, denominado “Eye Shop”, direcionado às pessoas com deficiência visual e usuárias de smartphones, considerando suas experiências e necessidades.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização do estudo e aspectos éticos

A presente abordagem caracterizou-se como aplicada, com objetivos exploratórios e procedimentos experimentais, por meio de um estudo de caso com deficientes visuais institucionalizados na cidade de São Luís-MA. Por envolver a participação de voluntários, aplicou-se o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), atendendo os aspectos éticos exigidos pelas Resoluções nº 466/12-CNS-MS e nº 510/16-CNS-MS e pelo “Código de Deontologia do Ergonomista Certificado - Norma ERG BR 1002 - ABERGO”.

### 2.2 Caracterização da amostra

O estudo contou com a participação de 6 deficientes visuais entre 14 e 61 anos, 4 homens e 2 mulheres, estudantes da Escola de Cegos do Maranhão (ESCEMA), sendo 3 destes, alfabetizados em Braille.

### 2.3 Ferramentas

O desenvolvimento da presente pesquisa foi dividido em 3 fases e cada uma demandou de um ferramental específico. Na “Fase 01: Análise e levantamento de dados”, foram aplicadas as técnicas de revisão bibliográfica (computador e internet), mini grupo de foco (pranchetas, canetas e papel sulfite, gravador) e Briefing. Já na “Fase 02: desenvolvimento do aplicativo”, foram utilizados o cardsorting (4 recipientes de polímero de diferentes formatos e texturas, papel sulfite e isopor, software Optimal Workshop) e wireframe (software Axure). Por fim, na “Fase 03: prototipação”, incluiu a criação da identidade visual, projeto da interface e finalização do aplicativo (software Proto.io).

### 2.4 Procedimentos

FASE 01: Análise e levantamento de dados

*Mini grupo de foco*

Para uma melhor compreensão do público-alvo do aplicativo de compras, optou-se pela utilização da ferramenta “Mini Grupo de foco”, de caráter

qualitativo que visa coletar dados a respeito dos sentimentos, crenças e opiniões dos usuários acerca do produto estudado (SANTA ROSA e MORAES, 2008). Dentre os principais assuntos discutidos, destacam-se as dificuldades em relação a acessibilidade; vivência dos participantes com os smartphones, aplicativos, computadores e sites; como realizam suas compras; além de identificar demandas a partir de necessidades apontadas pelos voluntários.

### *Briefing*

Elaborou-se o Briefing a partir dos requisitos e resultados da revisão bibliográfica, acrescido das informações obtidas com o grupo focal. Os requisitos foram apresentados em forma de check-list.

### FASE 02: desenvolvimento do aplicativo

#### *Cardsorting*

O cardsorting foi utilizado com intuito de compreender como usuários - experientes e inexperientes, entendem o sistema (CYBIS et al., 2010), identificar os perfis de usuários e como estes podem acessar conteúdos, agrupar e organizar informações, assim como identificar terminologias de determinado sistema (SANTA ROSA e MORAES, 2008). Por se tratar de usuários com deficiência visual foram realizadas pequenas modificações (Figura 01) dentro do conceito da ferramenta, tentando manter a fidelidade com relação à sua execução e princípios.



**Figura 01**

Aplicação do pré-teste do cardsorting com usuários na ESCEMA.

Fonte: elaborado pelos autores.

O conteúdo do sistema foi previamente listado de acordo com a proposta elaborada do aplicativo e realizado em dois momentos: primeiramente com relação às categorias de produtos: “Jogos e Brinquedos”, “Entretenimento”, “Eletrônicos” e “Acessórios”; e funcionalidades gerais do aplicativo: “Login e cadastro”, “configurações” e “central de ajuda”. A organização de cada participante foi anotada para ser repassada à plataforma do Optimal Workshop para tabulação e análise de resultados.

## *Wireframe*

Segundo Chak (2004), os wireframes descrevem a experiência do usuário por meio de rascunhos em preto e branco ou desenhos representativos que fornecem um vislumbre daquilo que serão as páginas. Selecionou-se então, para o presente estudo o software Axure, pela sua capacidade de criar links e proporcionar uma representação esquemática mais fidedigna do que seria a estrutura do aplicativo.

### FASE 03: prototipação

A entrega do projeto foi realizada a partir do software Proto.io, que possibilitou o desenvolvimento de um protótipo funcional e animado, que poderia ser aberto em dispositivos Android para visualização e validação futura. Para fins demonstrativos da interface no presente artigo, serão utilizados recortes da tela, aplicados em mockups digitais para melhor visualização.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **3.1 Fase 01: Análise e levantamento de dados**

#### 3.1.1 Mini grupo de foco

Durante a aplicação da técnica, vários usuários relataram os problemas encontrados em sites, aplicativos e redes sociais de modo geral. Muitos, inclusive, relataram que realizavam compras por telefone em virtude das dificuldades de acessibilidade nos sites de lojistas. Foi falado também acerca das vantagens e desvantagens em relação aos aplicativos já utilizados pelos mesmos, p.e., como a utilização do recurso de áudio do Whatsapp e leitores de tela e o recurso de acessibilidade do celular. Levantaram suposições de possíveis requisitos projetuais que o aplicativo proposto deveria contemplar e sugestões para projetos futuros a partir das suas necessidades, como por exemplo, projetos de geolocalização em shoppings centers. Comentou-se também das semelhanças existentes entre algumas categorias apresentadas no cardsorting, assim como algumas nomenclaturas pouco usuais para o público em questão e dos desafios enfrentados por eles no cotidiano. Ambas as técnicas se complementam e foram importantes para o resultado deste estudo.

### 3.1.2 Briefing

Primeiramente, tomou-se como base os requisitos para a utilização de smartphones touch screen propostos por Façanha (2012), sendo eles: Feedbacks para todas as ações e elementos de interação; interação baseada em movimentos ao invés de gestos; identificação dos elementos de forma tátil e/ou sonora; apresentação dos elementos em forma de lista ou em duas colunas; avisos de alerta e pop-ups devem ocupar toda a tela e devem apresentar opções de saída; evitar o uso de tempo de expiração (time out); orientação do layout na vertical e de cima para baixo. Em relação às funcionalidades adotou-se: leitor de tela incorporado; sensor vibratório para delimitação de elementos na tela; simulações de acesso. Em relação às especificações: destinado a celulares com a plataforma Android; deveria ser utilizado por pessoas com deficiência visual (cegos e com baixa visão) e videntes; apresentar manual audiovisual de uso; deverá conter 4 departamentos: eletrônicos, jogos e brinquedos, entretenimento e acessórios.

## 3.2 Fase 02: Desenvolvimento do aplicativo

### 3.2.1 Cardsorting adaptado

Os resultados de agrupamento da categorização de produtos são apresentados na Figura 02, onde cada quadrado representa um respondente e a cor indica qual categoria o card (posicionado à esquerda) foi incorporado.

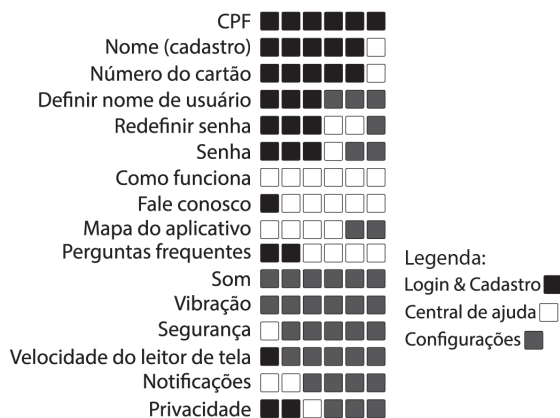
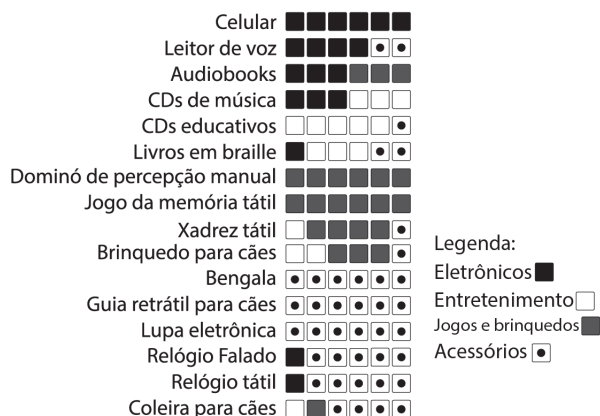


Figura 02

Infográfico de tabulação do cardsorting referente às funcionalidades do aplicativo.

Fonte: adaptado pelos autores do software Optimal Workshop.

Percebeu-se com a aplicação do *cardsorting* que as pessoas com deficiência visual, em geral, compreendem bem a hierarquização e categorização das funcionalidades dos aplicativos, especialmente no que se refere à configuração. Porém, nas categorias “central de ajuda” e “login & cadastro”, percebeu-se uma discordância maior e até mesmo algumas confusões. Isso pode ser atribuído ao fato da mescla de informações de “Login” e “Cadastro” em uma mesma categoria, ou ainda, a falta de experiência com aplicativos, relatados por dois respondentes. Em relação à categorização dos produtos (figura 03), percebeu-se que os usuários, de modo geral, seguiram a ordenação padrão para organização dos itens nas categorias.



**Figura 03**  
 Infográfico de tabulação do cardsorting referente à categorização dos produtos no aplicativo.  
 Fonte: adaptado pelos autores do software Optimal Workshop.

Salvo algumas exceções, que podem ser explicadas pela dificuldade de compreensão de algumas terminologias ou ainda, ao desconhecimento de alguns produtos da lista a serem categorizados. Além disso, alguns usuários relataram pouca experiência com uso de aplicativos de compras online através de sites ou aplicativos.

### 3.2.2 Wireframe

Para o aplicativo Eyeshop, utilizou-se o software Axure para o desenvolvimento dos wireframes em HTML e CSS básico, para testes em navegadores padrão (figura 05). Todas as telas do aplicativo foram desenvolvidas utilizando textos grandes e em negrito, alto contraste entre preto e branco para melhor visualização, e sempre

organizando os itens em no máximo 2 colunas para facilitar o acesso com os dedos através dos limites da tela.



Figura 05

Wireframes do Eyeshop elaborado a partir do software Axure.  
Fonte: elaborado pelos autores.

### 3.3 Fase 04: Prototipação

Com o intuito de testar visual e funcionalmente o aplicativo de compras, utilizou-se a plataforma online proto.io para desenvolver o protótipo do Eyeshop (figura 06). A paleta utilizada no aplicativo foram tons de azul em variações claras e escuras, juntamente com o preto e branco. Buscou-se sempre o maior contraste entre elemento, fundo e texto. Colocou-se cores escuras com textos brancos em botões que se deseja maior destaque, como os de “Cadastre-se”, “Entrar”, “Categorias” e “Adicionar ao carrinho”. Para botões com menor destaque, utilizou-se tons mais claros.



Figuras 06

Algumas telas do aplicativo desenvolvidas a partir do Proto.io.  
Fonte: elaborado pelos autores.

O tamanho dos botões também foram determinados de acordo com o grau de prioridade para que o usuário chegue mais fácil ao produto e conseqüentemente à compra. Botões maiores ocupam apenas uma coluna, indo de um limite da tela a outro. Botões menores e com menos importância foram organizados em até duas colunas. O botão de acesso ao carrinho (assim como um contador de itens inserido) foi adicionado a todas as telas que têm relação a produtos. Telas como “Configurações” e “Central de Ajuda” não contêm o botão mencionado. O protótipo online conta também com a função de feedback auditivo. Todos os botões do aplicativo só são ativados com dois toques, uma vez que o toque único ativa a leitura do botão ou da área selecionada. Todas as imagens do aplicativo contêm texto alternativo com a descrição, e que são lidos através do leitor de tela - já ativo nos celulares dos usuários.

## 4. CONCLUSÕES

Percebeu-se com o desenvolvimento desse estudo, que apesar das inúmeras aplicações direcionadas às pessoas com deficiência visual, este público apresenta ainda muitas demandas. O que pode apresentar-se como uma boa oportunidade de pesquisa e atuação para designers, que devem - assim como em qualquer outro projeto, incluir verdadeiramente a presença do usuário no processo de Design para desenvolver aplicações eficazes e eficientes. A partir dessas considerações, para o presente estudo, deve-se ainda realizar a etapa de validação para averiguar a adaptação e satisfação dos usuários em relação à interface, especialmente em relação à posição dos elementos na tela, a hierarquia através de tamanho e cor e por fim, a experiência de usuário.

## AGRADECIMENTOS

Este estudo foi desenvolvido com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (Processos 88887.484276/2020-00 e 88887.484258/2020-00).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL (Estado). Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999. **Lex:** Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, DF, Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D3298.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3298.htm). Acesso em: 09 mar. 2020.



BRASIL (Estado). Decreto nº 5296, de 02 de dezembro de 2004. . **Lex:** Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, DF, Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm). Acesso em: 09 mar. 2020.

CHAK, A. **Como criar sites persuasivos**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2004. 278p.

CYBIS, W.; BETIOL, A.; FAUST, R.. **Ergonomia e usabilidade: Conhecimentos, métodos e aplicações**/ Walter Cybis, Adriana Holtz Betiol, Richard Faust. 2ª ed. São Paulo: Novatec Editora, 2010..

FAÇANHA, A. R. **Uma proposta para acessibilidade visual e tátil em dispositivos touchscreen**. 2012. 108 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Computação, Fortaleza-CE, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/16869>. Acesso em: 09 mar. 2020.

FILHO, A. G. T. S. ; SANTOS, G. M. S.. 2015. A ampliação da percepção da interface para pessoas com deficiência visual através de recursos em smartphones: Uma perspectiva do design da informação sobre a acessibilidade digital. In: C. G. Spinillo; L. M. Fadel; V. T. Souto; T. B. P. Silva & R. J. Camara (Eds). **Anais [Pôster] do 7º Congresso Internacional de Design da Informação/Proceedings [Poster] of the 7th Information Design International Conference | CIDI 2015** [Blucher Design Proceedings, num.2, vol.2]. São Paulo: Blucher, 2015. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/designpro-CIDI2015-30.

IBGE. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro, p.1-215, 2010. Disponível em: [http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd\\_2010\\_religiao\\_deficiencia.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf). Acesso em 02 mai. 2017.

SANTA ROSA, J. G.; MORAES, A. de. **Avaliação e projeto no design de interfaces**. Teresópolis, RJ: 2AB, 2008.

# Sistema de automação de baixo custo para cadeira de rodas integrada a aplicativo de auxílio a mobilidade

Lima, Vitor \*; Sousa, Alexandre; Branch, Marcus

1 – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIFAP, dcet@unifap.br  
Rua mercúrio, 1037, Jardim Marco Zero, Macapá, Amapá, Brasil, 68903-383.

## RESUMO

Este trabalho se propõe a criar um projeto inicial de automação de cadeira de rodas, tendo como finalidade transformá-la em motorizada, no entanto, baixando significativamente seu custo convencional. Utilizando programação de microcontroladores, os dois motores, independentes entre si e alimentados por baterias, são acionados através de um joystick e *smartphone*. O objetivo da pesquisa é desenvolver um breve ensaio do sistema através da plataforma Arduino e fazer o dimensionamento do sistema de automação de baixo custo. Por fim, este artigo traz os resultados econômicos e mecânicos do projeto.

**Palavras-chave:** *automação, cadeira de rodas, tecnologia assistiva.*

## ABSTRACT

*This research propose to make a project of the manual wheelchair automation, in order to transform into motorized, however, it is a significantly lowering in the usual price. It is using micocontroller programation and gear mechanic, the two motors are independent and battery powered, they are controlled by both, joystick and cellphone. The aim of the research is to develop a brief test and sizing of the low-cost automation system so that the wheelchair is controlled by joystick and smartphone. Finally, this article brings the economic and mechanical results of the project.*

**Keywords:** *automation, wheelchair, assistive technology.*

## 1. INTRODUÇÃO

As pessoas com deficiência são asseguradas a terem condições de igualdade; exercício dos direitos e das liberdades fundamentais, tendo em vista sua inclusão social e cidadania, de acordo com o Art. 1º da Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015 (Brasil, 2015).

No Brasil, 6,7% dos brasileiros têm algum tipo de deficiência e 2,3% da população possui alto grau de redução motora (IBGEeduca, 2010). Isto é, em 2010, havia aproximadamente 12.500.000 (doze milhões e quinhentos mil) de deficientes em território nacional, e 2,3% deles eram deficientes físicos, dentre os quais sua grande maioria utiliza para locomoção cadeiras de rodas convencionais (manuais), dificultando significativamente sua mobilidade e afetando sua qualidade de vida.

Desse modo, bem-estar social, físico e mental já começam a definir a ideia de qualidade de vida. Para uma pessoa considerar-se feliz são atribuídos “pontos” nos seguintes quesitos: social, afetivo, saúde e profissional. Caso tenha sucesso nessas áreas, a felicidade emerge juntamente com a qualidade de vida, já que a falta desta acarreta alguns sintomas, como: desmotivação, irritação, dificuldades interpessoais, depressão e ansiedade (SADIR et al., 2010, p. 76). Alguns desses indícios são notórios em pessoas com problemas motores, potencializados por dificuldades na própria locomobilidade (devido a muitos casos da dependência de outrem para empurrar a cadeira de rodas).

Não só do ponto de vista da saúde, é necessário entender também a questão de deslocamento físico de cadeirantes. A ideia de mobilidade urbana pode ser compreendida como a natureza da locomoção humana e de bens em um determinado local (urbano), não dependendo do meio de transporte utilizado. Desenvolvendo mais o raciocínio, surge a mobilidade urbana sustentável, que se dá quando há o alcance universal dos cidadãos à cidade, dando chance de acesso a tudo que lhes é oferecido, fazendo com que haja progresso em áreas sociais e econômicas, utilizando de forma inteligente a infraestrutura e sem agressão ao meio ambiente. Nesse ponto, é fundamental a presença de todas as pessoas, especialmente das pessoas com deficiência, pois a mobilidade e a possibilidade de ir e vir livremente são essenciais para a essencialidade do indivíduo; suas experiências; seus momentos, sobretudo para aqueles que têm algum tipo de necessidade especial (BARBOSA, 2016, p. 143).

Aliando a qualidade de vida à mobilidade, percebe-se o quão é importante um meio de locomoção acessível a todas as pessoas com deficiência. Sabendo que 63% dos cadeirantes necessitam de ajuda para sua locomoção (Folha de S. Paulo, 2018), surge a necessidade de uma pesquisa em algo que auxilie a locomoção, isto é, a possibilidade de fazer com que essas pessoas (cadeirantes) possam realizar atividades, mesmo que simples, como ir à uma farmácia ou mesmo poder se

locomover em sua própria casa de forma independente, posto que pessoas com deficiência, as quais possuem um maior conhecimento de suas próprias escolhas e têm comportamento autônomo durante seu dia-a-dia, apresentam visíveis níveis de melhoria em sua saúde psicológica como: aumento da auto percepção; autoestima e automotivação, refletindo assim em seu meio social, profissional e financeiro (Essence Cuidados, 2019).

Além da qualidade de vida e mobilidade, a questão financeira é outro ponto bastante relevante a ser mencionado, já que uma cadeira de rodas motorizada possui preço elevado. Conforme foi pesquisado nas principais empresas do mercado, seu custo fica em média a R\$ 6.000,00. Paralelo a isso, soma-se o fato de que 50% dos trabalhadores brasileiros possuem renda inferior a um salário mínimo (G1, 2017). Dessa forma há uma visível necessidade da diminuição de custos para um maior acesso a este tipo de tecnologia.

Nesse sentido, percebe-se que mesmo tendo seus direitos à mobilidade, acessibilidade e equidade assegurados por lei, as pessoas portadoras de necessidades especiais encontram muita dificuldade de deslocamento, ficando limitadas ao espaço de sua própria residência e sendo impossibilitadas de terem uma vida produtiva, afetando também sua saúde (Barbosa, 2016, p. 144).

Sendo assim, a automação é aplicada nesse exato contexto, ao pensar-se nela como Tecnologia Assistiva (TA), seu emprego pode, em teoria, estar contribuindo para proporcionar uma maior independência (Cruz, 2012, p. 68), conseqüentemente, aumentando a mobilidade, facilitando o deslocamento pela cidade, como em Junior et al. (2014, p. 1), que se propunha acionar uma cadeira de rodas através da medição da força de sopro e sucção (para pessoas com severas limitações físicas), utilizando motores de indução, ou mesmo com Pfaffenzeller et al. (2004, p. 1), em uma pesquisa intitulada “Desenvolvimento de um ‘kit’ de baixo custo para motorização de uma cadeira de rodas”, mostrando que é necessário um pensamento especial para pessoas especiais. Dessa forma a proposta do trabalho é de um projeto inicial para a automação de baixo custo de uma cadeira de rodas manual, com possibilidade de controle por joystick e um aplicativo criado específico para este projeto.

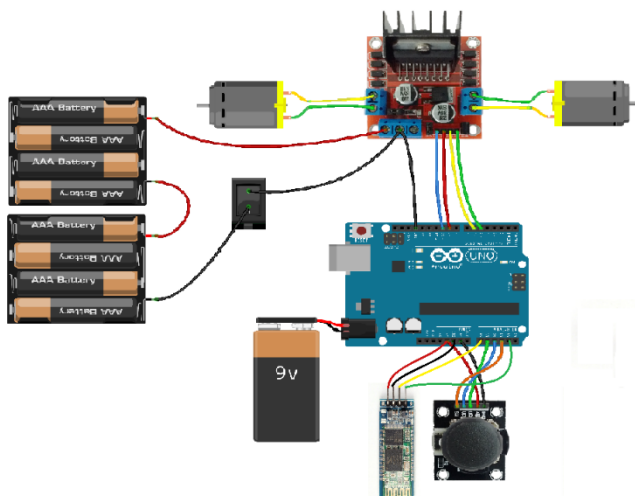
## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Ensaios de automação e criação do aplicativo**

Estabelecida a necessidade de uma cadeira de rodas motorizada, primeiramente é feita a escolha do controlador, é necessário levar em conta

alguma ferramenta de controle que tenha facilidade de trabalho, manutenção e seja flexível. Dessa maneira, foi selecionado a plataforma Arduino, que possui o microcontrolador ATmega328P-PU. Os motivos por essa escolha se dão pelo fato da ferramenta ser fonte aberta, possuir linguagem baseada em C, dinâmica intuitiva, e compatibilidade com diversos *drivers* (ATMEL, [200?], p. 1-4).

Inicialmente, para representar uma cadeira de rodas, foi usado um kit chassi 2WD com 3 rodas (2 para aceleração e 1 direcional); 2 motores DC (DAGU, [200?], p. 1); 1 módulo de ponte H L298N (STMICROELETRONICS, 2000, p. 1-4) para o controle dos motores; 8 pilhas AA para alimentação do módulo H L298N e dos motores; 1 módulo joystick KY-023 (JOY-IT, 2018, p. 1) para controle de direção e aceleração; 1 módulo *bluetooth* HC 06 (GUANGZHOU, [200?], p. 5-8) para comunicação com o aplicativo; e, por fim, uma placa Arduino UNO para controle da lógica de programação (ARDUINO, 2005). O esquema de ligação de todos esses componentes se dá conforme mostrado na figura 1.



**Figura 1**

Esquema de ligação dos componentes.

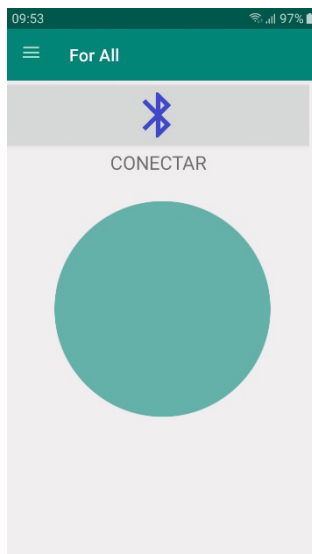
Fonte: Adaptado de Brincando com Ideias (2016).

O kit chassi pode ser controlado por um joystick que fica acoplado a ele, representando o controle do usuário utilizando uma cadeira de rodas. Assim como também pode ser controlado através de um aplicativo chamado “For All”, o qual foi criado especificamente para este projeto.

Assim como o joystick, o aplicativo pode controlar o protótipo da cadeira, contudo, via *bluetooth*, em todas as direções, com 4 velocidades diferentes. Um dos pontos mais relevantes do aplicativo é sua facilidade de controle, sendo feita da seguinte maneira: após parear o celular com o *bluetooth* do kit chassi, basta

pressionar e manter o dedo pressionado em uma circunferência (área de comando) localizada no centro da tela do *smartphone*, e indicar a direção desejada na velocidade necessária, podendo ser feita tal alteração com leves deslizes com os dedos.

Atualmente, o aplicativo só dispõe da funcionalidade de controle, no entanto estão sendo desenvolvidas ferramentas adicionais, como medição da distância que a cadeira pode percorrer baseado no nível de bateria atual; distância percorrida, nível de bateria, botão de pânico, suporte para GPS, entre outros. Apesar do controle estar pronto, o aplicativo ainda não está disponível para download público.



**Figura 2**  
Tela de controle do aplicativo For All.  
Fonte: Do autor

## 2.2 Planejamento para implementação

Inicialmente é padronizado o tipo de cadeira de acordo com a qual o projeto é baseado. Assim, esta pesquisa será definida para cadeira de rodas do tipo dobrável em duplo x que suporte até 120kg, e tenha ao menos 44cm de largura no assento, pois dessa forma, há uma estrutura robusta e firme, suportando o peso dos componentes mais usuário, favorecendo o acoplamento dos dispositivos que serão implementados.

Em seguida, são definidas as características dos indivíduos que irão ser habilitados para o controle desse dispositivo. Recomenda-se que seja utilizado por

peessoas que possuam baixa ou moderada redução de força, pouca coordenação motora e destreza reduzida. Dentre esse grupo indicado para o projeto, pode-se destacar os que possuem: alguns tipos de distrofia muscular; poliomielite; paralisia cerebral; amputados, e outros. Vale ressaltar que apesar de indicado o público alvo, ainda há exceções neste grupo, isto é, uma pessoa pode ser portadora de algumas dessas doenças, mas não estar apta para tal uso, já que cada caso tem suas limitações.

Esclarecidos esses dois pontos, dimensionou-se o sistema de tração, foi necessária a escolha de um motor que tivesse torque suficiente para remover uma cadeira de rodas da inércia. O torque necessário para tracionar uma cadeira de rodas (contendo aproximadamente 124Kg) em uma rampa de 10°, é de 30N.m em cada roda (SCHUTER, 2015, p. 76-78). Sendo assim, respeitando a proposta de baixo custo e as características elétricas e mecânicas necessárias, foi escolhido um par de motores de movimentação da palheta de para-brisa de caminhão, o qual consiste em um motor DC com  $U_n$  (tensão nominal) de 12V e  $I_n$  (corrente nominal) de 9A, que em seu datasheet dispõe de um  $M_n$  (torque nominal) de 8N.m e  $M_a$  (torque de imobilização) de 31N.m (BOSCH, 2004, p. 39). Ainda assim, caso persistam problemas de torque, surge a opção de incrementar mais um par do mesmo motor, e conectar seus eixos em uma engrenagem pequena seguida de uma maior acoplada no eixo da roda, para que haja além da força dos motores, mais um ponto de redução, adicionando torque ao sistema. No entanto, primeiramente foi dimensionado apenas com um par desse motor.

Para o controle de direção e velocidade dos motores, foi escolhido dois módulos ponte H BTS7960 devido a sua robustez, já que é tolerante a uma alta  $I_n$ ;  $I_{máx.}$  (corrente de pico) e  $U_n$ , além de possuir PWM (modulação por largura de pulso) para o controle de velocidade do motor; dissipador de calor; sistemas de proteção e tensão lógica de 3,3-5,3V (INFINEON, 2004, p. 2-7), sendo assim compatível com o microcontrolador que será utilizado.

No sistema de controle do projeto, foi escolhido o microcontrolador ATmega328P-PU, por suas funcionalidades já atenderem à demanda de controle necessária; seu baixo custo e por ser o mesmo controlador presente na ferramenta de controle que foi utilizada no ensaio de automação, dessa forma possuindo a mesma interface de programação (ATMEL, [200?], p. 1-4).

Para comunicação entre usuário e controle, utiliza-se mesmo módulo *bluetooth* HC-06 (GUANGZHOU, [200?], p. 5-8), no entanto, nesta etapa do projeto (planejando para uma cadeira de rodas real) é usado um joystick analógico maior, especificamente joysticks usados em controle de girocam (dispositivo usado no controle de câmeras presas a algum suporte), devido ao fato de ser o mesmo princípio usado no sistema do ensaio de automação, o qual permite o controle de velocidade através do uso de potenciômetros.

Para alimentação de todo o sistema, há a utilização de duas baterias de 12V e 70Ah (JOHNSONCONTROLS, 2019, p. 3) cada. Foi escolhida essa opção dado que o motor de 12V possuía maior torque em comparação com o de 24V (BOSCH, 2004, p. 39), e caso fosse escolhida uma bateria de 24V, ocorreria um perigoso aumento no risco de o torque do motor ser insuficiente. Dessa forma, mesmo a In dos motores sendo relativamente alta (9A), todos os equipamentos foram dimensionados para suportar essa corrente, e ainda de acordo com o catálogo das baterias o qual possui as correntes de descarga, uma corrente de descarga de 9A (sendo igual a corrente nominal do motor) proporciona uma autonomia em torno de 8h de uso contínuo (JOHNSONCONTROLS, 2019, p. 3). No entanto, vale ressaltar que para a segurança do sistema de controle, será utilizado um conversor cc-cc (corrente contínua) abaixador de tensão (*step-down* ou *buck*), o módulo Lm2596, reduzindo a tensão de 12V (bateria) para 5V (microcontrolador), além deste dispositivo também possuir circuitos de proteção integrados, aumentando a segurança do sistema e deixando-o mais robusto (ESTEK, [200?], p. 1-3).

É necessário também uma placa de circuito impresso para o circuito de controle, que pode ser alocada em uma caixa de aproximadamente 6dm<sup>3</sup> localizada na parte inferior da cadeira; os motores e baterias devem ser acoplados também na parte inferior, através da adição de suportes estruturais metálicos feitos em oficinas mecânicas e de solda, com o intuito de encaixar e desencaixar os dispositivos.

É relevante dizer também que após a automação, a cadeira ainda poderá ser usada de forma manual, dado que é necessária essa aplicação por motivos de flexibilidade e segurança do usuário e do projeto.

### 3. RESULTADOS

Os ensaios de automação apresentaram em torno de 80% dos resultados esperados: o sistema com Arduino atendeu ao controle do joystick para todas as direções e velocidades; fez percursos em terrenos lisos e planos de modo satisfatório; houve também um bom controle através do *smartphone*, percorrendo os mesmos tipos de terreno de uma boa forma. Todavia, é necessário fazer alguns ajustes na programação em relação aos filtros de informação recebida do aplicativo, pois algumas vezes ao ser enviado comando para o protótipo via *bluetooth*, os motores eram acionados normalmente, porém seu funcionamento não era interrompido quando os comandos paravam de ser enviados. Sendo assim, alterações no código precisam ser feitas.

Passando da fase de testes, o dimensionamento do sistema apresenta bons resultados econômicos. Conforme mostra a tabela 1, o projeto em comparação com a média do mercado (R\$ 6000) traz uma redução de 60,51% no custo, gerando uma



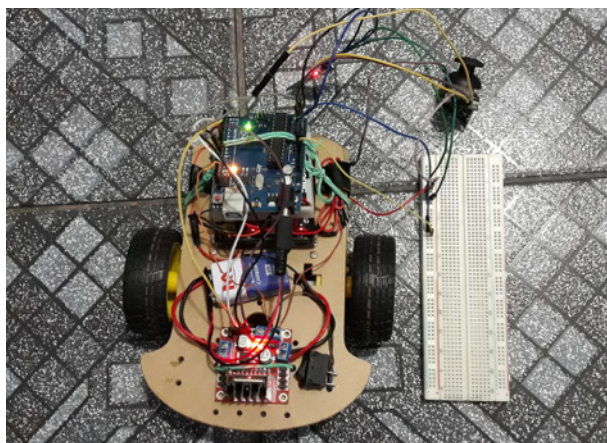
economia de R\$ 3.630,70. Sendo a escolha de todos os componentes baseada em parâmetros de projetos já existentes; fichas técnicas de fabricantes; e exequibilidade do ponto de vista econômico. Tudo para que seja uma pesquisa visando o baixo custo, mas que atenda às necessidades básicas de movimentação em uma cadeira de rodas.

Componentes	Custo
1 ATmega328P-PU	R\$ 11,9
1 Módulo <i>bluetooth</i> HC-06	R\$ 18,50
1 par motor DC	R\$ 568
1 par ponte H BTS 7960	R\$ 98
1 Módulo <i>buck</i> cc-cc Lm2596	R\$ 9,90
1 Joystick analógico	R\$ 38
2 Baterias e 1 carregador	R\$ 1125
Acoplamento e mão de obra	R\$ 200-500
Total de componentes	R\$ 2369,3
1 Cadeira de rodas motorizada (mercado)	R\$ 6000

**Tabela 01**

Custos do projeto de automação em comparação com os de mercado

Fonte: Do autor



**Figura 3**

Sistema inicial de testes do projeto

Fonte: Do autor

## 4. DISCUSSÃO

Sabendo que o sistema de testes obteve resultados positivos na sua locomoção, corrobora a ideia de que grande parte da lógica de programação está correta, aumentando as chances de sua implementação em uma cadeira de rodas real funcionar conforme o esperado, além do fato de que o controle feito através do aparelho celular traz ainda mais independência e autonomia para o usuário, já que se tratando de pessoas com deficiência, o uso da tecnologia ajuda no aumento da liberdade; conforto e segurança para essas pessoas, aumentando sua autoestima e automotivação (EssenceCuidados, 2019).

Além do sistema de controle do sistema funcionar, nada seria exequível caso não houvesse viabilidade econômica. A redução de 60,51% no custo torna o projeto universal, acessível a todas as pessoas de baixa renda e que são portadoras de necessidades especiais. Dado que esse tipo de tecnologia não é vendido a baixo custo, impossibilitando que inúmeros indivíduos tenham a chance de poder ter uma mobilidade digna, já que se deveria seguir a Lei nº12.587, de 03 de janeiro de 2012 (Brasil, 2012), a qual determina a Política Nacional de Mobilidade e concebe o Sistema Nacional de Mobilidade, que tem como um de seus objetivos a contribuição com o acesso universal à cidade, além de ter suas bases em políticas de acessibilidade e equidade em meio às pessoas. Sendo assim, o valor reduzido do projeto universaliza o acesso e prevê maior mobilidade.

## 5. CONCLUSÕES

A pesquisa, *a priori*, se propôs a criar um sistema de automação em pequena escala utilizando dispositivos elétricos básicos para fazer o teste da lógica de programação e de interatividade e comunicação do projeto. Assim, através de programação; microcontroladores; dimensionamento; estudos de caso; pesquisas em artigos com temática similar, foi possível controlar o pequeno sistema por joystick e *smartphone*, necessitando de alguns ajustes. No entanto foi também diminuído significativamente o preço dos componentes que podem ser eventualmente implementados em uma cadeira de rodas, acarretando na queda de aproximadamente 60% do custo de uma cadeira de rodas motorizada vendida no mercado.

Pode-se dizer que o projeto exigiu árdua pesquisa, seja de mercado; produtos; dimensionamento. É importante escolher precisamente o motor e baterias utilizadas, decidir sobre seus parâmetros de forma que a chance de erro seja a mínima possível. No entanto, após todos os estudos é correto afirmar que é possível criar cadeiras de rodas motoras mais baratas, sendo potencializadas por novos tipos de motores e novas técnicas de instrumentação de processos sendo implementadas.

Também é relevante criar inovações na área, pois atende um público que tem a constante necessidade de artifícios que aumentem sua qualidade de vida.

Esta pesquisa tem por finalidade dar início a um projeto que possa futuramente ser aprimorado e ser aplicado em uma cadeira de rodas real, assim como estimular pesquisas e debates na área de tecnologia assistiva para a criação de novas tecnologias que aumentem a independência de pessoas com necessidades motoras, que elas possam ter o prazer de poder sair de casa, mesmo para ir somente à padaria, por exemplo, mas de forma autônoma; que sua qualidade de vida cresça, melhorando suas relações sociais, familiares e psicológicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei n. 13.146, de 6 de Jul. de 2015. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência**, Brasília, 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: 10 de Dez. de 2019.

Conheça o Brasil – População pessoas com deficiência. **Educa.IBGE**, 2010. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>. Acesso em: 10 de dez de 2019.

SADIR, M. A. et al. **Stress e qualidade de vida: influência de algumas variáveis pessoais**. Paideia, v. 20, n. 45, p. 73-81. 2010.

BARBOSA, A. S. **Mobilidade urbana para pessoas com deficiência no Brasil: um estudo em blogs**. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 8, n. 1, p. 142-154, 2016.

PAMPLONA, P. Mais da metade dos cadeirantes não encontra banheiro acessível. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 23 de Jul. de 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/empresoredorsocial/2018/07/mais-da-metade-dos-cadeirantes-nao-encontra-banheiro-acessivel.shtml>. Acesso em: 16 de Jan. de 2020.

A importância da independência para o psicológico das pessoas com deficiência. **Essencecuidados**, Recife, 9 de Maio de 2019. Disponível em: <https://essencecuidados.com.br/a-importancia-da-independencia-para-o-psicologico-das-pessoas-com-deficiencia/>. Acesso em: 16 de Jan. de 2020.

DANIEL, S. Metade dos trabalhadores brasileiros tem renda menor que o salário mínimo, aponta IBGE. **G1**, Rio de Janeiro, 29 de Nov. de 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/metade-dos-trabalhadores-brasileiros-tem-renda-menor-que-o-salario-minimo-aponta-ibge.ghtml>. Acesso em: 11 de Dez. de 2019.

CRUZ, D. M. C. **Papéis ocupacionais e pessoas com deficiências físicas: independência, tecnologia assistiva e poder aquisitivo**. 2012. 229 f. Tese (Doutorado em Educação Especial) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

JUNIOR, L. et al. Acionamento de uma cadeira de rodas pela percepção da intensidade de sopro e sucção, com motores de indução. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, n. XXIV, 2014, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: CBEB, 2014. Disponível em: [http://www.canal6.com.br/cbeb/2014/artigos/cbeb2014\\_submission\\_608.pdf](http://www.canal6.com.br/cbeb/2014/artigos/cbeb2014_submission_608.pdf). Acesso em: 18 de Dez. de 2019.

PFÄFFENZELLER, A. C. et al. **Desenvolvimento de um “kit” de baixo custo para motorização de uma cadeira de rodas**. 2004. 105 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Industrial Elétrica) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2004.

SCHUTER, C. H. **Projeto da parte mecânica de uma cadeira de rodas motorizada**. 2015. 149 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2015.

BRASIL. Lei n. 12.587, de 02 de Jan de 2012. **Lei da Política Nacional de Mobilidade Urbana**, Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm)>. Acesso em: 06 de Jan de 2020.

Curso de Arduino. **Brincando com Ideias**, 2016. Disponível em: <<https://www.brincandocomideas.com/curso-de-arduino-para-iniciantes>>. Acesso em: 19 de Jan. de 2020.

BOSCH. **Catálogo 2004-2005 Motores Elétricos**, 2004. Campinas: BOSCH, 2004. p. 56 Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/bosch/catalogo\\_mot\\_eletri.pdf](https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/bosch/catalogo_mot_eletri.pdf)>. Acesso em: 20 de Jan. de 2020.

ATMEL. Datasheet: ATMEGA328P-PU Microcontrolador, [200?]. Publicação eletrônica, 2010. Disponível em: <<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/392284/ATMEL/ATMEGA328-PU.html>>. Acesso em: 23 de Jan. de 2020.

INFINEON. Datasheet: BTS 7960 Driver, [200?]. Publicação eletrônica, 2004. Disponível em: <<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/152657/INFINEON/BTS7960.html>>. Acesso em 23 de Jan. de 2020.

ESTEK. Datasheet: LM2596 Conversor cc-cc, [200?]. Publicação eletrônica. Disponível em: <<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/223022/ESTEK/LM2596.html>>. Acesso em 25 de Jan. de 2020.

GUANGZHOU. Datasheet: HC-06 Módulo *Bluetooth*, [200?]. Publicação eletrônica. Disponível em: <<https://www.olimex.com/Products/Components/RF/BLUETOOTH-SERIAL-HC-06/resources/hc06.pdf>>. Acesso em: 3 de Jan. de 2020.

JOHNSONCONTROLS. **Catálogo Técnico Bateria Estacionária**, 2019. Sorocaba: JOHNSONCONTROLS, 2019. p. 5 Disponível em: <[https://www.solarbrasil.com.br/wp-content/uploads/2019/09/Datasheet\\_Baterias\\_Freedom.pdf](https://www.solarbrasil.com.br/wp-content/uploads/2019/09/Datasheet_Baterias_Freedom.pdf)>. Acesso em: 30 de Jan. 2020.

DAGU. Datasheet: MOTOR DC 6V, 2004. Publicação eletrônica. Disponível em: <<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Robotics/DG01D.jpg>>. Acesso em: 10 de Jan. de 2020.

STMICROELECTRONICS. Datasheet: L298N Driver, 2000. Publicação eletrônica. Disponível em: <<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/22440/STMICROELECTRONICS/L298N.html>>. Acesso em: 10 de Jan. de 2020.

JOY-IT. Datasheet: KY-023 Módulo, 2018. Publicação eletrônica. Disponível em: <<https://cdn-reichert.de/documents/datenblatt/A300/COM-KY023-DATASHEET.pdf>>. Acesso em 11 de Jan. de 2020.

ARDUINO. Datasheet: ARDUINO UNO Plataforma, 2005. Publicação eletrônica. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>>. Acesso em 29 de Dez. de 2019.

# Interface dinâmica de tomografia eletromagnética de baixa resolução para aplicações de neurofeedback

Barbosa, Gabriel M.<sup>1</sup>; Casagrande, Wagner D.<sup>2</sup>; Frizzera-Neto, Anselmo<sup>3</sup>; Nakamura-Palacios, E. M.<sup>4</sup>; Ferreira, André<sup>4\*5</sup>

1 – Departamento de Engenharia Elétrica, Ufes, gabriel.machadob98@gmail.com

2 – Departamento de Engenharia Elétrica, Ufes, wagnhocasag@gmail.com

3 – Departamento de Engenharia Elétrica, Ufes, anselmo@ele.ufes.br

4 – Departamento de Ciências Fisiológicas, Ufes, emnpalacios@gmail.com

5 – Departamento de Engenharia Elétrica, Ufes, andrefer@ele.ufes.br

\*Av. Fernando Ferrari, 514, Campus de Goiabeiras, Vitória-ES, Brasil, 29075-910.

## RESUMO

A técnica LORETA associada a um sistema de neurofeedback, pode representar uma importante ferramenta de suporte ao tratamento de distúrbios neuropsiquiátricos. Espera-se aqui desenvolver uma interface LORETA dinâmica, integrada a um sistema de neurofeedback existente. A seleção da biblioteca adequada representa a etapa principal do desenvolvimento. Um módulo 3D dinâmico com ótimas características foi obtido através da biblioteca MNE-Python. Assim, a interface desenvolvida, mesmo sem suporte integral a tempo real, já provê visualização dinâmica de regiões cerebrais internas a partir dos dados de EEG registrados pelo sistema de neurofeedback, representando um avanço importante no tratamento de distúrbios como o TDAH.

**Palavras-chave:** LORETA, neurofeedback, EEG.

## ABSTRACT

*The LORETA technique associated with a neurofeedback system, represents an important support tool for the treatment of neuropsychiatric disorders. It is expected here to develop a dynamic LORETA interface, integrated with an existing neurofeedback system. The selection of the appropriate library represents the main stage of development. A dynamic 3D module with great features was obtained*

*through the MNE-Python library. Thus, the developed interface, even without full real-time support, already provides dynamic visualization of internal brain regions from the EEG data recorded by the neurofeedback system, representing an important advance in the treatment of disorders such as ADHD.*

**Keywords:** LORETA, neurofeedback, EEG.

## 1. INTRODUÇÃO

O neurofeedback é uma técnica na qual a atividade cerebral é registrada e monitorada, geralmente por eletroencefalografia (EEG) (ARNS et al., 2009; SHERLIN et al., 2011; LARSEN e SHERLIN, 2013), mas também por outras técnicas como a ressonância magnética funcional (fMRI) (YOUNG et al., 2014), e a informação adquirida é empregada pelo próprio sujeito para que ele controle o seu próprio desempenho (LARSEN e SHERLIN, 2013). Para tanto, este sistema se vale de recursos digitais sonoros, visuais e até tácteis que são modulados em tempo real pela atividade cerebral registrada. Desta forma, o neurofeedback é uma técnica fundamentada no processo de aprendizagem contínua tanto da máquina quanto do homem mediante a modificação de padrões cerebrais realizada pelo próprio indivíduo (SHERLIN et al., 2011). Os padrões de atividade cerebral a serem modificados através do treinamento cognitivo com o neurofeedback são definidos de acordo com o objetivo a ser alcançado, como a recuperação do controle cognitivo frontal que se encontra comprometido nas síndromes impulsivo-compulsivo-aditivas como na dependência química (NAKAMURA-PALACIOS et al., 2012; NAKAMURA-PALACIOS et al., 2016), mas também em outras condições como o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH).

O que se apresenta aqui é a criação de uma interface de análise e visualização dinâmica de modelos 3D interativos para complementar o estudo realizado por um sistema de neurofeedback já existente no grupo, que visa o tratamento de indivíduos com TDAH. Na Figura 1 é apresentado o referido sistema baseado em um módulo de aquisição da empresa Cognionics, jogos-sérios desenvolvidos em Unity e processamento realizado em Matlab.



**Figura 01**

Sistema de neurofeedback já existente no grupo de pesquisa com foco inicial em TDAH.

Tradicionalmente, o EEG é utilizado para detectar as ondas cerebrais através da aplicação de sensores no couro cabeludo, que são posteriormente convertidas em sinais de feedback por uma interface, utilizando um computador e software (COLLURA, 2014). Sabendo que a atividade cerebral em determinadas localidades do cérebro pode trazer informações sobre a atenção do paciente (DE LIMA, 2005), tem-se o interesse em obter visualizações 3D do cérebro do paciente de forma online.

O objetivo aqui é fazer uso dos dados de eletroencefalograma (EEG) coletados em sessões não-invasivas através de uma touca apropriada para aplicar uma técnica de tomografia eletromagnética cerebral de baixa resolução (LORETA) e construir uma visualização dinâmica das regiões de ativação do cérebro (PASCUAL-MARQUI, 2002). A grande vantagem desta técnica é propiciar, a partir da distribuição superficial do EEG no escalpo, a identificação das regiões internas do cérebro geradoras de tal distribuição (problema inverso do EEG). Assim, é possível correlacionar as estruturas internas ativadas com a configuração espacial de EEG correspondente, contribuindo para uma análise muito mais robusta. Adicionalmente, o conjunto EEG/LORETA pode apresentar uma relação custo-benefício bastante atrativa quando comparado a um sistema de neurofeedback baseado em fMRI para análise de estruturas corticais profundas.

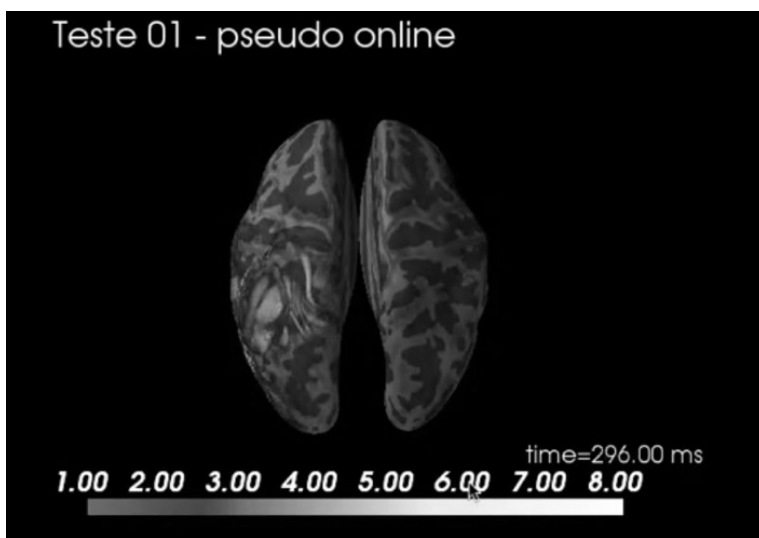
## 2. DESENVOLVIMENTO

Diferentes plataformas de software foram analisadas com vistas à integração do novo módulo (LORETA) ao sistema de neurofeedback já existente. Assim, foram estudadas e testadas as seguintes plataformas: MNE-Python (GRAMFORT et al., 2013), Neurotype™, REST Toolbox (PION-TONACHINI et al., 2015) e FieldTrip Toolbox (OOSTENVELD et al., 2011). As características de software aberto, scripting em Python e uma biblioteca de software completa e atualizada nortearam a escolha preliminar da plataforma MNE-Python.

Scripts foram elaborados para uma visualização 3D dinâmica a partir de dados gravados pelo sistema de neurofeedback. A integração dos scripts com o sistema de neurofeedback para obter uma resposta em tempo real será avaliada nas próximas etapas do projeto.

## 3. RESULTADOS

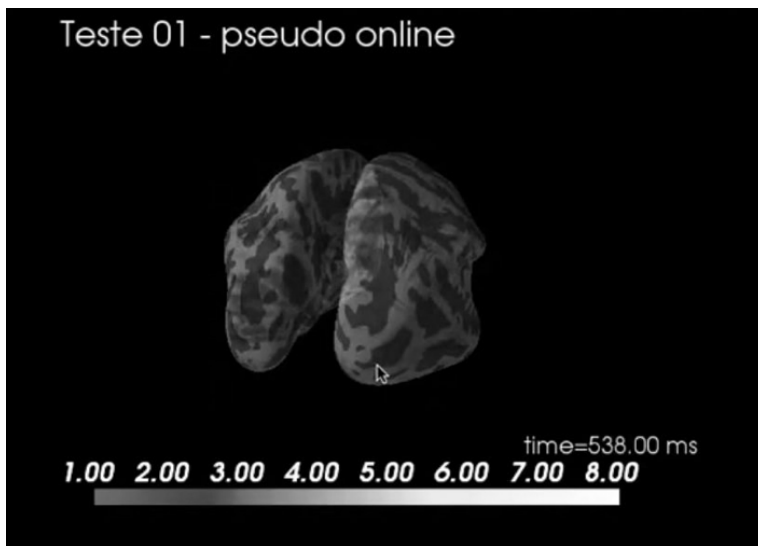
Com o foco em MNE-Python, os scripts elaborados permitiram boa profundidade de ajustes da visualização 3D (baseada em FreeSurfer), das ferramentas e dos algoritmos. As Figuras 2 e 3 apresentam diferentes vistas de um córtex com opacidade diminuída, permitindo observar estruturas internas do cérebro em ativação através da técnica LORETA.



**Figura 02**

Técnica LORETA aplicada ao EEG, baseada em MNE-Python e FreeSurfer (vista superior).





**Figura 03**

Técnica LORETA aplicada ao EEG, baseada em MNE-Python e FreeSurfer (vista rotacionada)

Também foi adicionada ao código uma ferramenta para visualizar a sessão de coleta do EEG em forma dinâmica, permitindo uma reprodução pseudo-online dos dados. Nos seguintes links são apresentados vídeos referentes à interface desenvolvida:

- <https://www.youtube.com/watch?v=q0NCdc3cyAE>
- [https://www.youtube.com/watch?v=tumU3UsuT\\_w](https://www.youtube.com/watch?v=tumU3UsuT_w)
- <https://www.youtube.com/watch?v=XZu7jie-oNI>

## 4. CONCLUSÕES

Neste artigo foi apresentada a interface desenvolvida que provê visualização dinâmica de estruturas corticais internas em ativação, baseada na distribuição espacial dos potenciais elétricos no escalpo (EEG) do indivíduo. Esta ferramenta permite análises com bom grau de detalhe, propiciando visualização de regiões de interesse em camadas corticais profundas, sem a necessidade de procedimentos com fMRI. Tal interface representa avanço significativo ao sistema de neurofeedback do grupo com vistas ao suporte em tratamentos de distúrbios neuropsiquiátricos.

A biblioteca MNE-Python se mostrou robusta e com várias características importantes para um ambiente de pesquisa e desenvolvimento tais como software aberto, scripting em Python e uma biblioteca de software completa e atualizada.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências brasileiras FAPES (Edital FAPES/CNPq Nº 05/2017, TO: 84/2017), CAPES e CNPq (processo Nº 80615503, 304049/2019-0). Gabriel Machado Barbosa foi bolsista PIBIC/Ufes 2019-2020.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNS, Martijn et al. Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis. *Clinical EEG and neuroscience*, v. 40, n. 3, p. 180-189, 2009.

COLLURA, Thomas F. **Technical foundations of neurofeedback**. Routledge, 2014.

DE LIMA, Ricardo Franco. Compreendendo os mecanismos atencionais. **Ciências & Cognição**, v. 6, 2005.

GRAMFORT, Alexandre et al. MEG and EEG data analysis with MNE-Python. **Frontiers in neuroscience**, v. 7, p. 267, 2013.

LARSEN, Stephen; SHERLIN, Leslie. Neurofeedback: an emerging technology for treating central nervous system dysregulation. **Psychiatric Clinics**, v. 36, n. 1, p. 163-168, 2013.

NAKAMURA-PALACIOS, Ester Miyuki et al. Auditory event-related potentials (P3) and cognitive changes induced by frontal direct current stimulation in alcoholics according to Lesch alcoholism typology. **International Journal of Neuropsychopharmacology**, v. 15, n. 5, p. 601-616, 2012.

NAKAMURA-PALACIOS, Ester Miyuki et al. Ventral medial prefrontal cortex (vmPFC) as a target of the dorsolateral prefrontal modulation by transcranial direct current stimulation (tDCS) in drug addiction. **Journal of Neural Transmission**, v. 123, n. 10, p. 1179-1194, 2016.

OOSTENVELD, Robert et al. FieldTrip: open source software for advanced analysis of MEG, EEG, and invasive electrophysiological data. **Computational intelligence and neuroscience**, v. 2011, 2011.

PASCUAL-MARQUI, Roberto D. et al. Functional imaging with low-resolution brain electromagnetic tomography (LORETA): a review. **Methods and findings in experimental and clinical pharmacology**, v. 24, n. Suppl C, p. 91-95, 2002.

PION-TONACHINI, Luca et al. Real-time EEG Source-mapping Toolbox (REST): Online ICA and source localization. In: **2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)**. IEEE, 2015. p. 4114-4117.

SHERLIN, Leslie H. et al. Neurofeedback and basic learning theory: implications for research and practice. **Journal of Neurotherapy**, v. 15, n. 4, p. 292-304, 2011.

YOUNG, Kimberly D. et al. Real-time fMRI neurofeedback training of amygdala activity in patients with major depressive disorder. **PLoS one**, v. 9, n. 2, 2014.

# Desenvolvimento de *Mouse Trackball* em Impressora 3D

Reis, Lucas Santos<sup>1</sup>; Souza, Kercia Cristine Rosário<sup>2</sup>;  
Batista, Mariane de Jesus<sup>3</sup>; Souza, Nilmar de<sup>4</sup>; Mota, Renata de Souzar<sup>5</sup>

1 – Centro de Ciências e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade 1, UFBR,  
lucas\_reis01@hotmail.com

2 – Centro de Ciências e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade 2, UFBR, kcr.assis@gmail.com

3 – Centro de Ciências e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade 3, UFBR,  
marianedejbatisa@gmail.com

4 – Centro de Ciências e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade 4, UFBR, nilmar@ufrb.edu.br

5 – Centro de Ciências e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade 5, UFBR,  
rentasmota@gmail.com

## RESUMO

Este artigo visa encontrar soluções que amenizem as barreiras na interação da pessoa com deficiência física e o computador, apresentar um protótipo de mouse adaptado do tipo *trackball* de baixo custo, pensado a partir de uma avaliação interdisciplinar baseada na Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF). A fim de atingir o objetivo proposto, foi modificado um circuito do mouse convencional e feita a construção da carcaça em poliácido láctico (PLA). Concluiu-se sobre a importância de hardwares adaptados que garantam à pessoa com deficiência o seu direito de se comunicar, independente da limitação física, promovendo a socialização e aprimorando sua aprendizagem.

**Palavras-chave:** *Tecnologia Assistiva, Design, Engenharia.*

## ABSTRACT

*This article aims to find solutions that alleviate the barriers in the interaction of the person with physical disabilities and the computer, it aims to present an adapted mouse prototype of the low cost trackball type, thought from an interdisciplinary assessment based on the ICF. In order to achieve the proposed objective, a conventional mouse circuit was modified and the housing construction was made in PLA. It was concluded on the importance of adapted hardware that guarantee the person with*

*disabilities their right to communicate, regardless of physical limitations, promoting socialization and improving their learning.*

**Keywords:** *Assistive Technology, Design, Engineering.*

## 1. INTRODUÇÃO

As transformações tecnológicas ocorridas ao longo dos anos proporcionaram inovações que podem promover melhor qualidade de vida às pessoas, pois possibilitam novas experiências considerando a diversidade humana, o que motiva novas percepções de vida. Essas novas tecnologias dialogam com as novas configurações familiares e sociais e, portanto, são capazes de provocar mudanças relevantes no ambiente sociocultural do indivíduo. Para as pessoas com deficiência, o acesso ao computador e às tecnologias emergentes abrem novas possibilidades de relações sociais, descoberta de um novo mundo que liberta a pessoa com deficiência do “aprisionamento da inteligência” promovendo a acessibilidade.

Entretanto, as pessoas com deficiência ainda encontram barreiras que inviabilizam a inserção deste grupo no mundo virtual. Barreiras que envolvem da acessibilidade ao conteúdo digital até o acesso aos periféricos do computador, como mouse e teclado. Este trabalho destacou o estudo de soluções que minimizem as barreiras de acesso aos hardwares, no intuito de tornar acessível a interação da pessoa com deficiência física com alterações em membro superior ao computador, através de um mouse *trackball*. Este tipo de mouse é indicado para pessoas com mobilidade reduzida em membro superior que apresentem fraqueza muscular, descoordenação motora, dor no punho e/ou mão e redução na amplitude do movimento

O mouse foi desenvolvido por discentes e docentes do curso de Engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade do Centro de Tecnologia em Energia e Sustentabilidade da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, através do Projeto de Extensão em Tecnologia Assistiva, Acessibilidade e Inclusão, junto ao Núcleo de Estudo, Pesquisa e Extensão em Tecnologia Assistiva e Acessibilidade. Para o desenvolvimento do trabalho optou-se por uma pesquisa ação, a qual possibilita aos pesquisadores intervir dentro de uma problemática social, analisando seu objetivo de forma interdisciplinar, mobilizando os participantes a construir novos saberes.

A pesquisa abordada tratou da construção de um recurso de tecnologia assistiva para uma criança de nove anos com diagnóstico de paralisia cerebral (PC). Foi conveniente saber para o desenvolvimento do produto, as especificidades das sequelas deixadas pela paralisia cerebral. A introdução do mouse *trackball* na vida da criança vem com o objetivo de favorecer a interação dela com o

computador, oportunizando o acesso ao conhecimento, e promovendo autonomia e independência no uso do computador.

O *trackball* é um hardware de entrada, semelhante ao mouse. O usuário deve manipular uma esfera, geralmente localizada na sua parte superior, para mover o cursor na tela. Atualmente *trackballs* são os dispositivos apontadores preferidos particularmente para pessoas com algum tipo de deficiência motora, visto que a realização do movimento pelos dedos torna-se mais fácil.

Entretanto, Wobbrock e Myers (2006) realizaram um estudo comparando o mouse tradicional e o *trackball*, eles concluíram que esses dispositivos eram significativamente mais rápidos que os outros equipamentos semelhantes, mas não apresentavam diferenças significativas um do outro. Ainda dentro desse estudo notou-se que o mouse era mais rápido para seleção, arrastamento e rastreamento, mesmo entre usuários de *trackball*. As diferenças de precisão não foram significativas para seleção e arrastamento, mas foram consideráveis para rastreamento, mostrando que o *trackball* é menos preciso do que o mouse.

Esta pesquisa teve como objetivo apresentar um protótipo de mouse adaptado, do tipo mouse *trackball* de baixo custo pensado a partir de uma avaliação interdisciplinar baseada na Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF). Deste modo, o caso prático descrito nesta pesquisa enfatiza a importância da obtenção de soluções tecnológicas compostas, a partir dos requisitos elencados pelas necessidades específicas dos usuários e a oportunidade de se poder obter, em muitas situações, bons resultados com orçamentos reduzidos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia escolhida foi a pesquisa-ação. Esse processo de pesquisa recorre a uma metodologia sistemática, no sentido de transformar as realidades observadas, a partir da sua compreensão, conhecimento e compromisso para a ação dos elementos envolvidos na pesquisa (FONSECA, 2002).

Esta pesquisa é decorrente de um relato de experiência a partir de um projeto de extensão da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Convém acrescentar que durante o processo, os participantes assinaram um termo de assentimento e um termo de consentimento a fim de maior confiabilidade da pesquisa.

Foi escolhido um participante do projeto para análise do estudo de caso único. Esta criança é do sexo masculino, com Paralisia Cerebral, linguagem oral comprometida, sem deficiência intelectual aparente, com compreensão de comandos simples e não apresentava deficiência visual ou auditiva. Tem nove anos de idade e reside no município de Feira de Santana-Bahia, é estudante em escola de ensino regular e atendido pelo projeto. A criança foi avaliada por profissionais

da área de saúde e engenharia, e discentes e docentes do curso de engenharia de Tecnologia Assistiva e Acessibilidade da UFRB. O protocolo de avaliação foi baseado na Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF).

Durante o processo de avaliação, foi observado que criança ao utilizar o computador teve dificuldade de manusear o mouse tradicional, introduzindo-se assim um mouse *trackball* já existente no mercado. Diante da preferência do usuário pelo recurso, a equipe resolveu produzir um dispositivo semelhante, de baixo custo, para a criança visto que os disponíveis no mercado possuem preços elevados.

Inicialmente foi feito um estudo bibliográfico sobre a paralisia cerebral e suas consequências motoras, aprofundando-se no ipo de Paralisia Cerebral(?) da criança em questão. Concomitantemente foi realizado uma pesquisa com os descritores *trackball* e pessoa com deficiência física no Scielo. A partir dos estudos, iniciou-se um processo de *benchmarking*, que segundo Spendolini (1994) é um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos. Nesta perspectiva buscou-se conhecer os mais variados mouses *trackballs* existentes no mercado e o seu funcionamento interno, com o objetivo de enxergar as melhores práticas e adequá-las às necessidades do usuário a um menor custo possível. Posteriormente, realizou-se um *Brainstorming*, também conhecido como tempestade de ideias com a contribuição de vários indivíduos inseridos num determinado grupo (NUNES 2008). A partir do *Brainstorming* se construiu uma matriz morfológica na qual foram inseridas às diversas necessidades do usuário, no intuito de desenvolver o produto que atenda um design criativo, que incorpore novas características para uma nova solução em comparação às demais soluções existentes.

Após os estudos realizados optou-se pela modificação do circuito do mouse convencional do tipo óptico para o mouse *trackball*. Colocou extensões na área dos botões localizados na placa do mouse convencional para que aumentasse a área de contato no *trackball* *facilitando assim o acionamento dos botões pelo usuário*. A rolagem da esfera foi sensoriada pelo próprio laser óptico, com extensões feitas com fios para que o mesmo ficasse próximo da esfera. A modificação seguiu o tutorial abaixo:

Materiais utilizados:

- Um mouse óptico; Chave estrela; Ferro de solda; Fio de solda; Fio de 0.2mm; Cola quente; Botões acionadores; Uma bola com tamanho desejado.

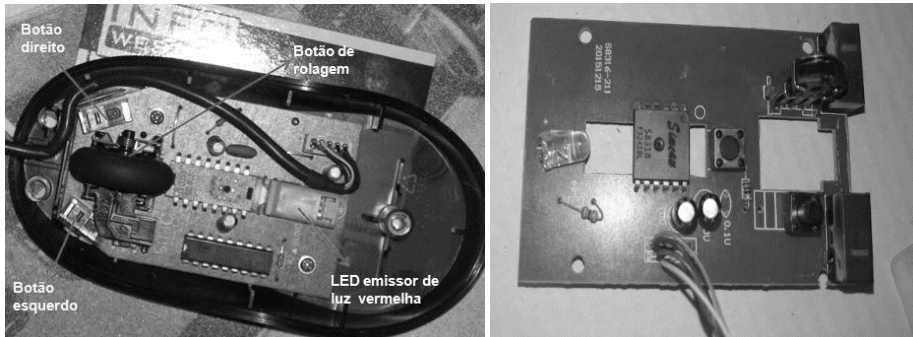
Procedimento:

O primeiro passo foi a abertura do mouse pela parte inferior. Recomenda-se utilizar uma chave apropriada para os parafusos.



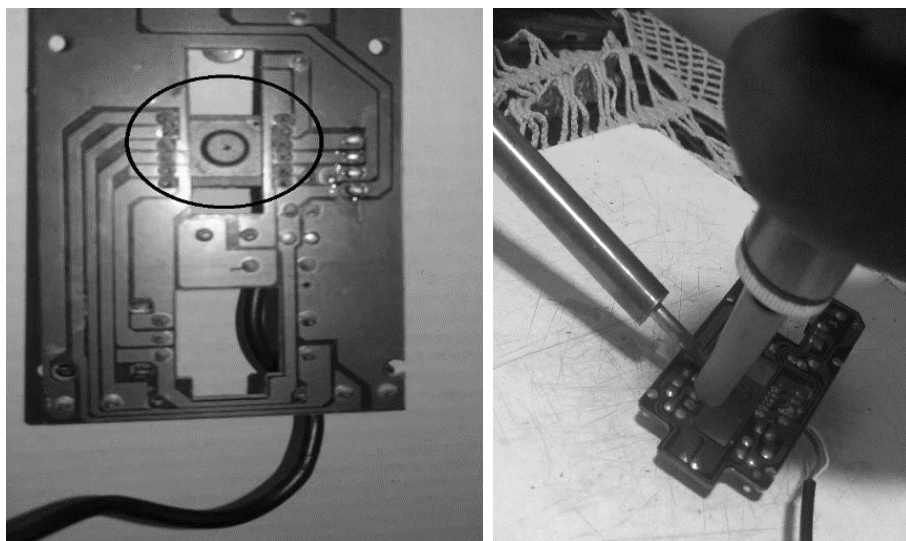
**Figura 1**  
Abrindo o mouse

Em seguida retirou-se a placa de dentro da estrutura, com cuidado no manuseio visto que nela estão contidos os componentes de funcionamento.



**Figura 2**  
Foto da placa seus componentes

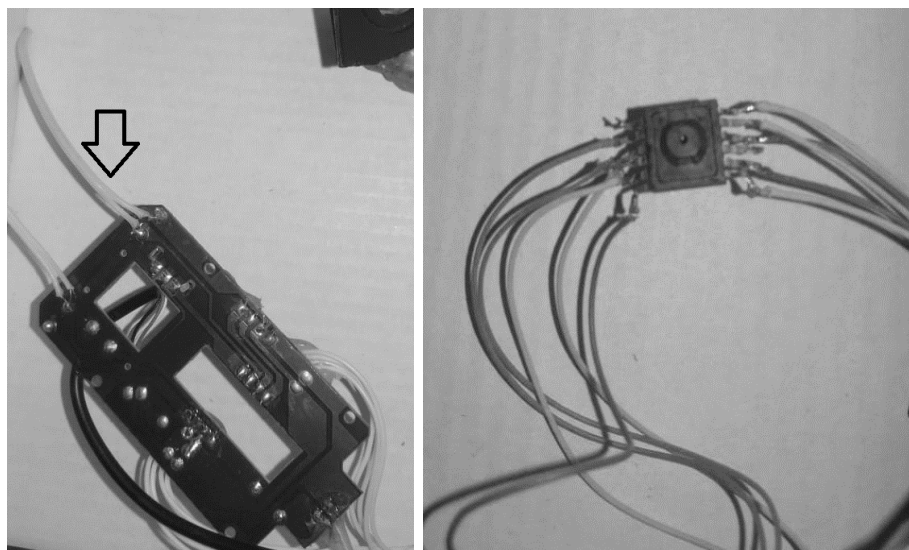
Removeu-se o Circuito Integrado (CI) da placa aproximando o ferro de solda diretamente nos terminais do CI conectados à placa, liquefazendo a solda. Posicionou-se o CI em um local mais apropriado à nova configuração do mouse.



**Figura 3**

À direita o circuito integrado e a esquerda o circuito sendo soldado

Foram feitas as extensões saindo da placa de circuito interno para o sensor utilizando os fios de 0,2mm e soldando ambos, evitando que o ferro ficasse muito tempo próximo ao circuito. Junto com o ferro de solda deve ser utilizado a solda estanho.



**Figura 4**

À esquerda o circuito Integrado com os fios de extensão a direita a fixação dos botões à placa



O mesmo procedimento deve ser utilizado para possibilitar a fixação da extensão com os fios à placa. Os botões acionadores também foram soldados à placa por meio de fios de 0,2 mm (Figura 4 e Figura 5).



**Figura 5**  
Botões utilizados no *trackball*

Posicionou-se o sensor óptico ao lado da bola, ajustando de modo que o circuito, o sensor e a esfera estivessem bem fixos para receber a nova estrutura.

Uma vez obtido o circuito em formato final, a equipe de trabalho desenvolveu uma capa atrativa e funcional que comportasse o circuito. Para definição da geometria optou-se por um objeto levemente pentagonal e ergonômico. A carcaça do mouse e os botões foram desenvolvidas utilizando software CAD e a fabricação foi realizada por meio de manufatura aditiva, a partir de filamento de poliláctico (PLA). As peças foram produzidas separadamente, utilizando os mesmos parâmetros para fabricação de todos os componentes. Considerando o material utilizado, as características mecânicas esperadas e a impressora disponível optou-se por definir velocidade de impressão de 80 mm/s, temperatura da mesa de 65°C e 210°C para a extrusora. Uma vez definido o modelo e estabelecidos os parâmetros de fabricação os arquivos foram encaminhados para impressão no Grupo de Tecnologias Educacionais, Robóticas e Física (G-TERF) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, parceiro no projeto.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os estudos demonstraram que a criança com paralisia cerebral pode apresentar distúrbios sensoriais, perceptivos, cognitivos, de comunicação e comportamental, por epilepsia e por problemas musculoesqueléticos secundários. De acordo com Ministério da Saúde (2014), as dificuldades motoras limitam as experiências da

criança com paralisia cerebral para interagir com pessoas, objetos e eventos, para manipulação dos objetos, repetição de ações, domínio do próprio corpo e esquema corporal. Dessa forma, e aplicando esses conceitos no universo desta pesquisa, buscamos através de recursos de tecnologia assistiva minimizar os efeitos causados pela paralisia cerebral na criança, a fim de que a mesma possa melhorar suas habilidades e interagir com o ambiente.

Notou-se que o mouse *trackball* é considerado o mais eficiente para as pessoas com deficiência física, apesar das suas limitações com o alcance do cursor. Isto porque segundo Wobbrock e Myers (2006) pesquisas demonstraram claramente a dificuldade que as pessoas com deficiências motoras podem ter com a área devido a precisão de movimento necessária com o cursor. Enquanto o mouse *trackball* é relativamente mais fácil de manipular por pessoas com pouca força e pouco tônus muscular, que é uma das sequelas da paralisia cerebral.

Construiu-se um *trackball* com bola de sinuca, por ser lisa e densa, fácil acesso e baixo custo. O design do mouse foi elaborado com a técnica do *Brainstorming* e a matriz morfológica. Nestas foram analisados critérios como design universal, ergonomia do produto, e por se tratar de criança levou-se em consideração personagens infantis para estimular a usabilidade e consequente funcionalidade.

O circuito do mouse convencional foi adaptado para montagem do *trackball*. Uma das preocupações no momento do projeto foi desenvolver uma solução que não tornasse o modelo proposto com um custo muito alto. Além disso, buscou-se uma solução para o deslocamento do cursor, uma vez que, nesse tipo de conversão é comum que o ponteiro se desloque em movimento invertido mais do que o usuário intuitivamente induz. Entretanto, não foi possível corrigir o direcionamento x e y do mouse, diretamente no circuito, sendo necessário utilizar um software (*sakasamouse*) para inversão dos eixos direto no computador, evitando o mau funcionamento do produto.



**Figura 6**  
Mouse *trackball*

Os dispositivos comercializados com o objetivo de melhorar a usabilidade dos computadores para pessoas com deficiência, têm um custo relativamente alto. Na Tabela 1 pode ser observada uma lista com alguns modelos de mouse e seu custo médio, os valores foram convertidos da moeda em que normalmente os produtos são vendidos para o Real (R\$), sem levar em consideração os impostos e usando a cotação do dia 03 de julho de 2019, para dólar (1 U\$\$ = R\$ 3,83) e para euro (€ 1,00 = R\$ 4,32). Esta tabela foi extraída do projeto Mouse Acessível, finalista do prêmio “Todos@Web” de 2014. A partir desses valores é possível constatar que os produtos comerciais são inacessíveis financeiramente para a maioria da população brasileira, evidenciando a necessidade de um produto mais barato.

O *trackball* proposto no presente trabalho custou R\$ 50,00 para ser produzido, levando em consideração a quantidade de PLA utilizada para impressão, custo do mouse convencional do qual foi extraído o circuito, botões, solda, fios e bola de sinuca. O custo do mouse pode ser reduzido com a utilização de componentes reciclados, tornando o produto ainda mais acessível.

Nome do Produto	Preço
Roller Mouse	R\$ 840,00
Mouse ++	R\$ 550,00
BigTrack Trackball	R\$ 440,00
Switch Mouse	R\$ 840,00
Talking Joystick Mouse	R\$ 1532,00
Mouse de botões RCT-Barban	R\$ 640,00
Mouse USB óptico com uma entrada para acionador	R\$ 96,00
Mouse USB óptico com duas entradas para acionadores.	R\$ 126,00

**Tabela 1**

Comparação entre os preços de alguns mouses *trackball* disponíveis no mercado

Diante deste cenário e visando contribuir de forma significativa para a inclusão sociodigital das pessoas com deficiência motora, o projeto desenvolvido promove um produto mais barato e tentando atender as necessidades do usuário.

## 4. CONCLUSÕES

A partir do objetivo geral proposto no trabalho o mouse foi desenvolvido com um custo inferior aos demais dispositivos disponíveis no mercado. Sendo

assim, este dispositivo de menor custo permite a sua utilização devido uma maior viabilidade financeira do público alvo, reduzindo as barreiras existentes. Por meio do acesso ao computador, a pessoa com deficiência tem a possibilidade de se comunicar, ampliando seus horizontes e desenvolvendo suas potencialidades. Partindo desse pressuposto, observa-se que essa relação homem/computador, permite ao indivíduo dar sentido ao mundo, conhecê-lo e transformá-lo.

Dessa forma, conclui-se sobre a importância de pesquisas em desenvolvimento de produtos que visem as especificidades das pessoas com deficiência no sentido de superar barreiras de comunicação, melhorar a funcionalidade e participação social bem como favorecer movimentos mentais e sensoriais. Os hardwares adaptados garantem a esse grupo seu direito de se comunicar, e perceber o mundo a sua volta independente da sua limitação física promovendo a sua socialização e aprimorando sua aprendizagem. Tais medidas contribuem para o fomento de uma cultura inclusiva que favoreça o desenvolvimento da pessoa com deficiência, potencializando a sua imaginação, suas experiências e valorizando sua autonomia contribuindo assim para atitudes que possam ajudar a pessoa a se auto afirmar como cidadão de direitos.

Sendo assim, esse estudo possibilita como perspectivas o desenvolvimento de um protótipo que seja independente de software para correção do deslocamento do ponteiro e a inclusão de scroll para facilitar a rolagem de páginas. Dessa forma, o produto não está concluído havendo possibilidades para melhoria após a avaliação da utilização do mouse pelo usuário para avaliar sua eficácia e eficiência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Diretrizes de atenção à pessoa com paralisia cerebral** / Ministério da Saúde, Secretaria de atenção à saúde, departamento de ações programáticas estratégicas. – Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 72 p : IL. ISBN 978-85-334-2028-1.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. 127 p.

NUNES, P. **Brainstorming**, 2008. Disponível em: <http://knoow.net/cienceconempr/gestao/brainstorming/>. Acesso em: 20 jun. 2019.

SPENDOLINI, M.J. (1994). **Benchmarking**. 1ª ed., Makron Books do Brasil, São Paulo. 226 p.

WOBBROCK, J. O.; MYERS, B. A. **Trackball text entry for people with motor**. Chi 2006 Proceedings, Montréal, Québec, Canadá, p. 479-488, abr./2006. Disponível em: <http://faculty.washington.edu/wobbrock/pubs/chi-06.01.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

# Proposta de atendimento fisioterápico para pacientes com doença de Alzheimer a partir da solução da realidade virtual

Negrão, Larissa<sup>1</sup>; Fonseca, Pedro<sup>2</sup>; Borges, Oscar<sup>3</sup>; Lima, Pedro<sup>4</sup>; Luz, Pedro<sup>5</sup>; Brito, Roger<sup>6</sup>; Silva, Luiz<sup>7</sup>; Moraes, Rodrigo<sup>8</sup>

1-CESUPA, larissa19070209@aluno.cesupa.br

2-CESUPA, pedro19070202@aluno.cesupa.br

3-CESUPA, oscar19070022@aluno.cesupa.br

4-CESUPA, pedro.lima.wk@gmail.com

5-CESUPA, pedro20300500@aluno.cesupa.br

6-CESUPA, roger18300016@aluno.cesupa.br

7-CESUPA, luiz19070027@aluno.cesupa.br

8-CESUPA, digomoraes2015@hotmail.com

\*Correspondência: Av. Alcindo Cacela, 1523, Umarizal, Belém, Pará, Brasil, 66040-020.

## RESUMO

O tratamento fisioterápico é fundamental para pessoas com Doença de Alzheimer (DA), melhorando a qualidade de vida e retardando o avanço da doença. Porém, há dificuldade de participação, foco e adesão desse público às sessões fisioterápicas. Uma solução que vem ganhando notoriedade é a implementação da Realidade Virtual (RV) no tratamento. O objetivo é aproximar os pacientes de uma realidade que lhes promova imersão, motivação, adaptada ao perfil do diagnosticado, aumentando a eficácia do tratamento fisioterapêutico. Foi observado maior motivação e interação ao tratamento, porém, como estudo piloto se faz necessário mais testes e análises.

**Palavras-chave:** realidade virtual, fisioterapia, doença de Alzheimer, tecnologia, inovação.

## ABSTRACT

*Physical therapy treatment is essential for people with Alzheimer's Disease (AD), improving the quality of life and delaying the progress of the disease, however there*

*is difficulty in participation and focus during sessions, a solution that has gained notoriety is the implementation of Virtual Reality (VR) in treatment. The goal is to bring patients closer to a reality that motivates them, adapted according to the profile of the diagnosed, thus increasing the effectiveness of physiotherapeutic treatment. There was an improvement in motivation and interaction in the treatment, however, as a pilot study more tests and analyzes are needed.*

**Keywords:** virtual reality, physiotherapy, Alzheimer's disease, technology, innovation

## 1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico tem permitido o surgimento de realidades e paradigmas novos no âmbito social, atualmente. Isto significa uma sociedade mais abrangente, que observa o surgimento de novos horizontes para a inclusão social de pessoas portadoras de deficiência (PPD), através de tecnologias já disponíveis e outras que já estão sendo desenvolvidas. Assim como em outros ramos, a tecnologia está cada vez mais presente no auxílio de tratamentos de pessoas que possuem determinado tipo de deficiência, sejam elas físicas, visuais, auditivas, intelectuais ou múltiplas.

No ano 2010 o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizou um censo para analisar a relação entre os idosos e os tipos de deficiência. Esta coleta de dados demonstrou que os surgimentos de deficiências ocorrem em qualquer faixa etária, porém em maior parte dos casos surgem em pessoas acima de 60 anos. Dentre estes casos, em boa parte está inserida a doença de Alzheimer como uma forma de demência que afeta o idoso e compromete sua integridade física, mental e social, sendo necessário um cuidado mais delicado e atencioso, com um grau de complexidade um pouco maior em relação a outras ocorrências.

Pessoas com DA (Doença de Alzheimer) normalmente tem seu quadro associado ao esquecimento, enquanto comportamentos como agressividade e depressão são, em geral, negligenciados, embora associados. Outros comportamentos manifestam-se através de ansiedade e mudanças drásticas de humor, podendo acarretar comportamentos compulsivos e recorrentes, como verbalizar repetitivos gemidos, e puxar suas roupas continuamente (Freitas, C. 2018). Interromper esses comportamentos não é uma tarefa fácil.

Estudos comprovam, ainda, que os diagnosticados com DA perdem gradativamente a capacidade de mobilidade e em consequência desenvolvem sensações de solidão, o que agrava e/ou precipita a depressão. A fisioterapia entra, neste cenário, como aliada, uma vez que a manutenção do movimento auxilia o paciente a continuar ativo. O tratamento fisioterápico auxiliando na mobilidade, permite a amplitude das articulações, evita a atrofia dos músculos, quedas e

fraturas, reduz perdas físicas e/ou cognitivas, e proporciona, assim, melhoria na qualidade de vida (Leite, C; Rosa, S, 2017).

Entretanto, as sessões fisioterápicas são reconhecidamente repetitivas, para os pacientes portadores da DA comumente há fadiga e irritação, devido a dificuldade de participação em atividades físicas. Das diversas alternativas de conduta desenvolvidas, a tecnologia de Realidade Virtual (RV) apresenta-se como proposta de solução a essas dificuldades, associada à fisioterapia.

## 1.1 Justificativa

Reconhecida facilitadora de acesso e melhoria da qualidade de vida, a tecnologia vem ganhando a adesão de profissionais da área da saúde, como fisioterapeutas. Nessa perspectiva, a implementação da RV alinhada ao processo de tratamento, aproxima a pessoa à realidade, através de imersão (Leite, C; Rosa, S, 2017). A proposta é a de um atendimento mais lúdico e eficaz, interessante e humano, além de ser uma alternativa aos remédios para controle de humor e níveis elevados de estresse.

Empresas como Rendever e a ImmersiCare (companhias de inovações tecnológicas especializadas em Realidade Virtual) fizeram uso de óculos de RV em casas de repouso onde os pacientes com DA se encontravam, obtendo bons resultados. Os acompanhamentos feitos por essas companhias mostram que, por mais que a RV não possa substituir o mundo real, reconecta os pacientes ao mundo. Os primeiros resultados mostram que manter a calma e a distração para os diagnosticados com DA já são resultados considerados positivos para seguir com tratamentos (Rendever e a ImmersiCare, 2017).

No conceito de LaValle (2005) destacam-se quatro palavras no que se refere a Realidade Virtual: “*targeted behaviour*”, “*organism*”, “*artificial sensory stimulation*” e “*awareness*”. “*Targeted behavior*”, é a experiência que o desenvolvedor deseja passar ao usuário; *organism* é o usuário que está interagindo com o ambiente virtual; “*Artificial sensory stimulation*” seria a captação dos sentidos do usuário e os inputs gerados são substituídos por estímulos artificiais; e “*awareness*” é a inconsciência da interferência do mundo real ao mundo virtual, sendo assim, o usuário acredita que o mundo virtual é real.

Do exposto por LaValle (2005), assim, existem quatro tipos de proximidade: a espacial, temporal, emocional e probabilística. Todas obtêm o poder de aumentar a atenção e empatia. O propósito é promover aos pacientes familiaridade e o despertar do interesse do paciente com o ambiente criado, deixando-os mais felizes e, conseqüentemente, proporcionando um tratamento menos penoso e mais eficiente. A proposta de trazer a RV para atendimentos fisioterápicos tem como

objetivo aproximar os pacientes de uma realidade que lhes motive, adaptada de acordo com o perfil do diagnosticado, mas que, por motivos de limitações, não são mais tangíveis a estes. Entretanto, estudos científicos precisam ser aprofundados.

## 1.2 Objetivo

Proporcionar interação, motivação e maior adesão aos pacientes com DA em sessões de fisioterapia utilizando Realidade Virtual através de uma interface mobile.

Para o desenvolvimento do protocolo foi necessário:

- Estudo bibliográfico sobre desenvolvimento de aplicativos em ANDROID
- Desenvolver um aplicativo para armazenamento, seleção e apresentação de vídeos 360° para uso de RV
- Desenvolver uma interface baseada em UX (*User Experience*) e UI (*User Interface*) para promover uma melhor experiência do usuário para o profissional da saúde
- Aplicar o produto em clínica de fisioterapia para validação do produto piloto
- Coletar e analisar dados a fim de acompanhar a evolução do paciente

## 2. DESENVOLVIMENTO

A proposta visou desenvolver uma interface para proporcionar praticidade para o fisioterapeuta. A partir do acompanhamento de uma sessão fisioterápica realizada na Clínica de Fisioterapia do Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA) utilizando os óculos de VR Box (*Virtual Reality Box*) através de um suporte para o Smartphone Android®, como mostra a imagem 01, verificou-se a possibilidade de armazenamento dos vídeos selecionados de acordo com o perfil do paciente e dos dados gerados. Então, procedeu-se a desenvolver o aplicativo completo.





**Imagem 01**

Para a primeira etapa do desenvolvimento da proposta foram utilizados conhecimentos de UX e UI para criar a prototipação da interface de forma a evitar futuros problemas na navegação dos usuários. Passando pelas etapas de estratégia, escopo, estrutura, esqueleto e superfície, tudo através do ADOBE XD.

De UX pode-se afirmar (Duarte R. L., 2018) que é a experiência do usuário com o produto, que pode ser boa ou ruim, então é pensado em tudo para que proporcione boas emoções e sensações ao usuário. Quanto a UI onde a interface que estará em contato com o usuário, leva-se em conta as funcionalidades dos botões, guias de navegação, imagens e etc., e a eficácia dessas ações.

Após esta etapa foram utilizados conhecimentos de Programação *mobile* baseada na ferramenta *React Native*, proveniente da linguagem *JavaScript*. Os desenvolvedores responsáveis pelas estilizações começaram a adaptar as telas do protótipo para a interface *mobile* e o restante para a organização dos dados utilizando o banco de dados PostgreSQL. No momento que cada tela foi concluída individualmente, as mesmas foram acopladas a um aplicativo e posteriormente disponibilizado para ser baixado em uma loja virtual.

A seguir são apresentadas a interface do aplicativo e suas funções, nas imagens 02, 03, 04 e 05:

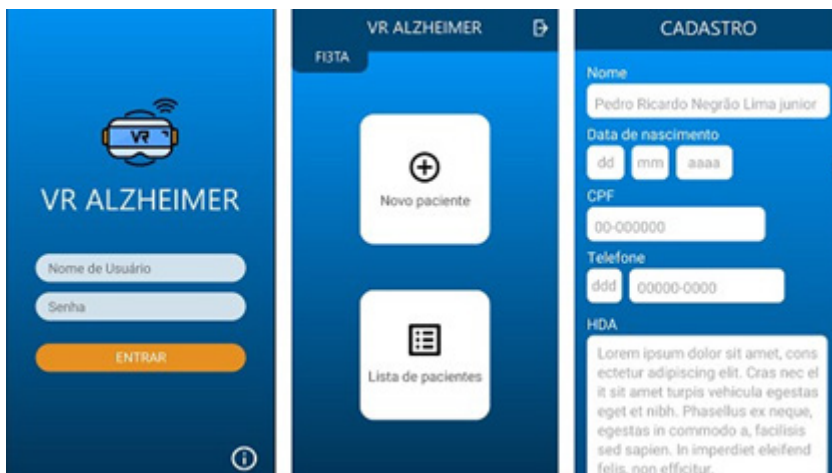


Imagem 02

Na imagem 02 são apresentadas as telas A, B e C, respectivamente da esquerda para a direita. Sendo A a tela de login, B a tela de escolha entre adicionar um novo paciente ou selecionar um já cadastrado, e C a tela de cadastro.



Imagem 03

Na imagem 03 são apresentadas a tela D a esquerda para visualizar a lista de pacientes e seus respectivos HDA (história da doença atual), e a direita a tela E de escolha do vídeo direcionado ao paciente específico.



Imagem 04

Na imagem 04 são apresentadas as telas F, G e H, respectivamente da esquerda para a direita. Sendo F a tela menu de evolução, onde pode seleccionar fazer uma nova evolução ou verificar as evoluções anteriores. G a tela para criar uma nova evolução da sessão realizada naquele dia. E tela H onde pode-se encontrar evoluções de dias anteriores e apagar se necessário.



Imagem 05

Na imagem 05 são mostradas as telas I e J que respectivamente mostram a tela de registro de dados da avaliação feita pelo fisioterapeuta, e a tela de resultados onde mostra a evolução semestral do paciente.

### 3. RESULTADOS

Uma paciente submetida ao experimento piloto possuía diagnóstico de demência do tipo Alzheimer em estágio inicial. Com idade de 85 anos, apresentava lentidão de marcha, alteração postural, passos curtos, fraqueza muscular, alteração de equilíbrio e quadro depressivo. Foi registrada em vídeo a evidente mudança no padrão postural e equilíbrio dinâmico, a partir do uso da VR, inferindo alteração do padrão da marcha, conforme registrado na figura 01.

Foi utilizado óculos de RV com suporte para *smartphone*, onde o fisioterapeuta utiliza vídeo previamente selecionado cujo cenário era de um baile de dança antigo para estimular a mobilidade através da dança em pares. Verificou-se que a paciente lembrou de bailes frequentados por ela e seu marido, foi tomada por tamanha emoção que não cumpriu o tempo total do vídeo utilizado, comprovando o alcance do objetivo proposto e a consequente imersão.

Pôde-se ainda observada a motivação da paciente que teve a iniciativa da marcha estimulada pela tecnologia, considerando que, conforme relato da paciente, não sentia vontade de fazer atividades fisioterapêuticas em posição de pé e em meio ao público.

O registro de dados obtidos pelo fisioterapeuta na avaliação periódica do paciente possibilitará ao profissional da saúde uma análise do paciente durante o tratamento, assim será possível validar a eficiência ou não do uso desta tecnologia.

### 4. CONCLUSÃO

O estudo piloto reafirmou que a realidade virtual pode proporcionar a imersão em outros ambientes e a importância disto para os pacientes com DA, visto que muitos deles, devido a sua condição deixam de frequentar os ambientes de lazer e outros que são importantes para a saúde física e mental. Também serve de estímulo para a participação ativa, adesão e foco durante a sessão fisioterápica, assim contribuindo para o profissional alcançar os objetivos fisioterapêuticos. Visto que houve maior mobilidade, equilíbrio e movimentação durante o uso do óculos de RV. Entretanto, não foi possível avaliar melhorias a longo prazo devido a RV ter sido aplicada em apenas uma sessão.

A interface mencionada continua em desenvolvimento, podendo futuramente realizar cruzamento de dados das avaliações de um paciente, como a desenvoltura ao realizar as tarefas, para que assim, o fisioterapeuta tenha acesso ao progresso de seus pacientes. E os vídeos de criação própria bem mais alinhado aos objetivos fisioterapêuticos para cada paciente.

Apesar dos resultados, se faz necessário mais estudos com amostras maiores, com prazos prolongados e com a aplicação das melhorias mencionadas para a interface.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LUCAS, C. O.; FREITAS, C.; MONTEIRO, I. A Doença De Alzheimer: características, sintomas e intervenções. **Psicologia.pt**, p. 1–15, jan. 2013. Disponível em: . Acesso em: 15 dez. 2018.

AKL, A.; **VIRTUAL Reality Helps Seniors With Dementia Get Back on Track Voice of America**. 06 out. 2017. Disponível em: . Acesso em: 15 dez. 2018.

MCEWEN, D. et al. Two-week virtual reality training for dementia: Single-case feasibility study. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 51, n. 7, p. 1069–1076, 2014. DOI. 10.1682/JRRD.2013.10.0231. Disponível em: . Acesso em: 15 dez. 2018.

FECHINE, B. R. A.; TROMPIERI N. O Processo De Envelhecimento: As Principais Alterações Que Acontecem Com O Idoso Com O Passar Dos Anos. **Inter Science Place**, v. 1, n. 20, p. 106–132, 2012. DOI. 10.6020/1679- 9844/2007. Disponível em: . Acesso em: 27 set. 2020

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUITO, R. A. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Belém-PA: SBC, 2006 .

**RENDEVER (Startup co-founded by MIT alumni)**. Disponível em: . Acesso em: 16 dez. 2019. Prefeitura de Santo André. Tecnologia Assistiva. Disponível em: . Acessado em: 27 set. 2020.

DUARTE, R. L.; “**Criação da interface para o aplicativo de promoções de bebidas Bibeconomy**”. 2018. 72 páginas. Trabalho de Conclusão do Curso Graduação em Design - Universidade Federal de Uberlândia-MG, 2018.

LEITE, C; ROSA, S. **Novas Tecnologias Aplicadas à Saúde: Integração de Áreas Transformando a Sociedade**. Mossoró-RN: EDUERN, 2017.

Guza Lavalle A. “**As dimensões constitutivas do espaço público - Uma abordagem pré-teórica para 2 lidar com a teoria**”. Espaço & Debates, v.25, p.33 - 44, 2005.

# Termoterapia dispositivo *wearable* de baixo custo

Giracca, Cesar Nunes<sup>1</sup>; Brand, Valéria Bussolo<sup>2</sup>;  
Karkling, Gabriela Machado<sup>3</sup>; Merino, Eugenio<sup>4</sup>; Costa, Diogo Pontes<sup>5</sup>

1 – Programa de Pós-graduação em Design, UFSC, eng.giracca@gmail.com

2 – Departamento de Expressão Gráfica e Design, UFSC, valeribrand4@gmail.com

3 – Departamento de Expressão Gráfica e Design, UFSC, gabikarkling@outlook.com

4 – Programa de Pós-graduação em Design e Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, eugenio.merino@ufsc.br

5 – Programa de Pós-graduação em Design, UFSC, diogopontes102@gmail.com

## RESUMO

A termoterapia consiste na aplicação ou retirada do calor corporal para fins terapêuticos, classificada quanto à profundidade atingida e à forma de transmissão, e apresentando-se com grande potencial no tratamento de Pessoas com Deficiência (PcD). Desenvolvimento de um dispositivo (*wearable*) para termoterapia com resíduos de fibra de carbono e de baixo custo foi o objetivo desta pesquisa. Os procedimentos divididos em três etapas: projeto conceitual; prototipação e avaliação termográfica. Os resultados permitiram concluir que o resíduo de fibra de carbono teve um comportamento positivo para a geração de calor, mantendo uma temperatura estável, controlada e eficiente e de baixo custo.

**Palavras-chave:** *Termoterapia, engenharia, pessoas com deficiência.*

## ABSTRACT

*Thermotherapy consists of the application or removal of body heat for therapeutic purposes, classified according to the depth reached and the form of transmission, and presenting great potential in the treatment of People with Disabilities (PwD). The objective of this research was to develop a wearable device for thermotherapy with carbon fiber residues and low cost. The procedures are divided into three stages: conceptual design; prototyping and thermographic evaluation. The results allowed us to conclude that the carbon fiber residue had a positive behavior for the generation of heat, maintaining a stable, controlled, and efficient temperature, and of low cost.*

## 1. INTRODUÇÃO

Para Ayres (2019) termoterapia é todo o processo que usa a mudança de temperatura dos tecidos do corpo para realizar algum tratamento, seja estético ou terapêutico, sabendo-se que este é um processo que, por meio de fontes de calor de origem química, elétrica, magnética ou mecânica, realiza tratamentos no corpo do indivíduo.

Stavesk e Vieira (2017) explicam que a aplicação da termoterapia (quente ou frio) em processos inflamatórios é frequente, sendo mais acessível à população de baixa renda, porém com alguns requisitos que trazem algumas dificuldades, como o uso diário de, no mínimo, três horas de aplicação diária de calor local na faixa de temperatura de 42 a 46 °C (HE et al, 2018).

Além disso, sabe-se que para o tratamento da termoterapia, torna-se necessário a utilização e alguns equipamentos de custo alto como tratamento por UV que no Brasil parte de R\$1000 a R\$9000 um equipamento que traz o mesmo nível de tratamento controlado que este apresentado, por sua mobilidade facilitada é possível ser transportado com equipes de fisioterapia e TA auxiliando na ação fitoterápica onde quer que esteja o usuário.

A CAT (2017), define que “Tecnologias Assistivas é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias”. Pichler e Merino (2017) afirmam que a TA desempenha papel fundamental na vida da PcD, permitindo sua autonomia e inclusão na sociedade.

Mendola e Paschoarelli (2018) mostram que há existência da interdisciplinaridade e variabilidade de pesquisas acerca deste assunto, tendo o Design e a Engenharia como uma das principais áreas do conhecimento envolvida. Na conexão entre essas duas áreas, há uma especialidade da Engenharia que é de grande valia ao Design, que é a de Materiais e Fabricação, como observa Lesko (2012, p. 11) “se um designer desconhece a disponibilidade de certo processo, seu potencial criativo fica limitado”. Negrão e Camargo (2008, Pg. 212) discorrem que o material a ser escolhido, não deve se apegar apenas aos aspectos práticos, mas a requisitos como: impacto ambiental, percepção do consumidor, entre outros.

Dentre os materiais conhecidos na ciência dos materiais, têm-se as Fibras, que são facilmente encontrados no nosso dia-a-dia e que está presente em diversos produtos. Esses materiais têm características particulares, comparados aos demais, pois “são fortes, porém flexíveis – puxe-as e elas resistem, flexione-as e elas obedecem”. A Fibra de Carbono é um exemplo desse tipo de material, que são usualmente utilizadas como reforço de polímeros para produzir CFRP, entre outros Ashby e Johnson (2011).

Um problema que surge nessa relação do uso dos materiais, está relacionado ao seu descarte do resíduo, visto que utilizamos restos de material de outros projetos

onde o seccionamento do compósito é reutilizado como material de resistência térmica neste estudo. Contudo, uma das soluções para tal problemática, encontra-se na gerência e reuso desses resíduos, dando-se uma nova função originalmente não pensada pela equipe de projeto. Então, neste projeto, buscou-se a reutilização dos resíduos de fibra de carbono na criação de um dispositivo, de baixo custo, para realização da termoterapia, denominado *wearable*.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Para tal, adotou-se uma abordagem mista de natureza científica; e, adotou-se o fluxo de projeto dividido em três momentos: (1) projeto conceitual; (2) prototipação; (3) avaliação termográfica.

No primeiro momento, buscou-se na literatura referências que elucidasse as temáticas envolvidas neste projeto e que fossem úteis para fundamentar a problemática encontrada.

Posteriormente, houve a montagem do protótipo (prototipação), onde, utilizou-se os seguintes materiais: 1.5 metros de Cabeamento paralelo em cobre - 0.5mm; Plugue USB “macho” tamanho 2.0; Linha de filamentos em fibra de carbono, soldados diretamente ao cabeamento com estanho de solda para eletrônicos; Diâmetro do filamento de Fibra de Carbono em 0.5 mm com comprimento de 350 mm (aproximadamente); Interruptor com resistência variável estática para acionamento; e 01 interruptor de acionamento comercial com resistência variável em estágios estacionários.

No que se refere às especificidades técnicas, utilizou-se a tensão de operação entre 5 a 12v, com potência de 9 Watts e temperatura da operação variável entre 30°C a 50°C. Para aplicação do dispositivo, afim de delimitar o projeto, determinou-se que o uso ficaria restrito para roupa e alguns acessórios, com área de aplicação na cintura, abdômen, articulações de membro superior e inferior.

Além desses equipamentos, utilizou-se a câmera térmica FLIR modelo C3 para aferição do protótipo individualmente, a fim de mensurar o sistema térmico do conjunto, a variação e capacidade de troca de calor equalizada, pelo processo de montagem ser manual e pela possibilidade de sofrer alterações de geração do calor.

Para montagem do *wearable* é necessário que se retire um montante do filamento de uma manta de Fibra de Carbono 3K, e em seguida, separe aproximadamente um diâmetro de 0,5 mm e comprimento de 350 mm para cada “pad”. Dessa forma, é possível que se distribua em um desenho pela peça de montagem optada em forma de “caminho de cobra”, não cruzando o filamento para que não haja desperdício de calor e minimize a eficiência, pela secção longitudinal.



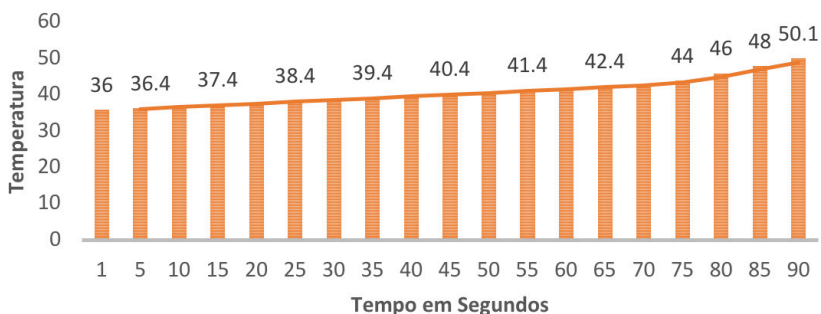
A cada fiação paralela de polo positivo e negativo, é necessária a soldagem em cada uma das extremidades do filamento individual, utilizando soldador elétrico com deposição de estanho de soldagem. Logo, a conexão dos 4 “pads” na saída do interruptor de acionamento e a do interruptor no “plugue” universal USB macho, para que seja conectado a uma fonte de energia.

A partir disso, torna-se possível a utilização do dispositivo. É importante salientar que com a utilização do “pad”, obtêm-se o melhor resultado no uso, estando em total contato físico com a pele do usuário para que possa ter transferência funcional e efetiva de calor.

### 3. RESULTADOS

Os resultados com a transferência de calor do dispositivo foram atingidos de forma satisfatória, para a realização da termoterapia como uma ferramenta para qual foi projetada, com o tempo médio de 3 minutos de uso contínuo a temperatura corporal externa atinge o nível de terapia onde a epiderme se estabiliza com a temperatura do dispositivo em contato direto. Neste caso o gráfico de temperatura é representado abaixo com os resultados.

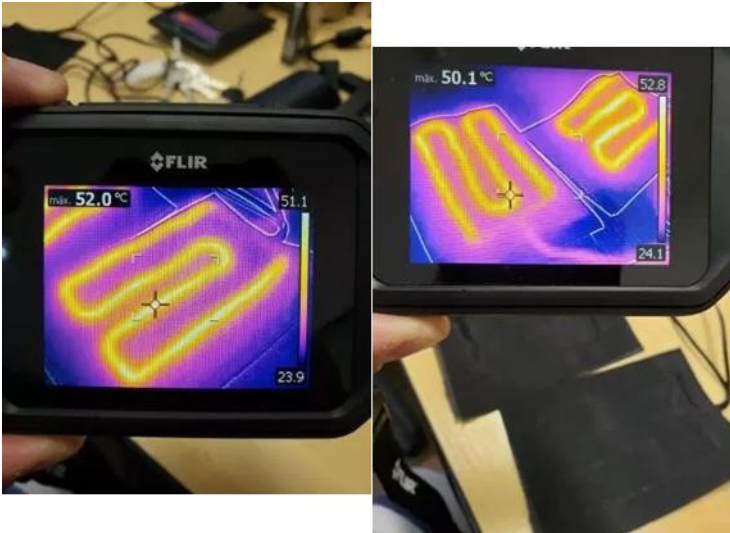
## AMPLITUDE DE TEMPERATURA PELO TEMPO DE CONTATO



**Gráfico 1**  
Fonte do autor.

Os resultados permitiram concluir que o resíduo de fibra de carbono teve um comportamento aprovado e positivo para a geração de calor, mantendo uma temperatura estável, controlada e eficiente, somado ao baixo custo de fabricação.

Na figura abaixo temos a análise da eficiência dos PADs conectados em um Power Bank, e apresentando os valores em graus celsius da geração térmica em potência máxima sem contato com o usuário.



**Figura 1**

Câmera térmica registrando o filamento em operação máxima. (Fonte do autor).

#### **4. CONCLUSÕES**

No projeto concluiu-se a eficácia de constante desempenho e inserção do calor do equipamento para o corpo sendo comprovado com a termografia captada através do equipamento FLIR C3, trazendo 98% de acurácia em sua transferência de calor.

Projeto que teve a interdisciplinaridade no seu âmbito, com contribuições dos profissionais da Engenharia Biomédica, Fisioterapia, Terapia Ocupacional e Design de produtos.

O dispositivo traz uma oportunidade para usuários de Tecnologia Assistiva levando os fatores de baixo custo, transferência controlada e equilibrada de calor na gama de trabalho, fácil manuseio e portátil abrigoando a possibilidade de executar a terapia em praticamente qualquer ambiente e a qualquer hora.

Um produto prototipado, testado e em validação para sua possível eficácia, utilizando ferramentas de aquisição de dados confiáveis como a FLIR. Um produto que contribui para sustentabilidade, pois parte do reuso de resíduos de fibra de carbono; um produto economicamente viável para o Sistema Único de Saúde.

No âmbito de melhorias para o dispositivo será possível utilizar diferentes materiais de vestimentas afim de aprimorar a transferência de calor entre dispositivo e usuário, e minimizar a perda de calor infundido como o Neoprene amplamente utilizado em roupas de mergulho e biocompatível.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGD/UFSC), que viabilizaram essa pesquisa, e ao Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD-LDU/UFSC).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHBY, M.; JOHNSON, K. **Materiais e Design: Arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. 2ªed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011, 346 p.

AYRES, N. **Termoterapia: prós e contras do tratamento para celulite. prós e contras do tratamento para celulite**. 2019. Disponível em: <https://www.minhavidade.com.br/beleza/tudo-sobre/17939-termoterapia>. Acesso em: 15 mar. 2020.

CAT, 2007. Ata da Reunião VII, de dezembro de 2007, **Comitê de Ajudas Técnicas**, Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/SEDH/PR). Disponível em: <[http://www.infoesp.net/CAT\\_Reuniao\\_VII.pdf](http://www.infoesp.net/CAT_Reuniao_VII.pdf)> Acesso em: 24 de abril de 2020.

HE, Liya et al. Successful treatment of chromoblastomycosis of 10-year duration due to *Fonsecaea nubica*. **Mycoses**, v. 61, n. 4, p. 231-236, 2018.

LESKO, Jim. **Design Industrial: Guia de Materiais e Fabricação**. 2ª ed. São Paulo: Blucher Editora, 2012, 350 p.

MENDOLA, Fausto Osri; PASCHOARELLI, Luis Carlos (org.). **Tecnologias Assistivas: estudos técnicos**. Bauru: Canal6, 2018. 401 p.

NEGRÃO, Celso; CAMARGO, Eleida. **Design de embalagem: do marketing à produção**. São Paulo: Novatec Editora, 2008, 336 p.

PICHLER, Rosimeri Franck; MERINO, Giselle Schmidt A. D.. Projeto de tecnologias assistivas com abordagem centrada no usuário: diagramas da interação produto-usuário-contexto. **Educação Gráfica**, Bauru, v. 21, n. 3, p. 192-212, dez. 2017.

STAVESK, Angelita; VIEIRA, Tatiane da Silva. Os Benefícios Da Termoterapia Na Fonoaudiologia. In: Jornada Científica Dos Campos Gerais Ponta, 15., 2017, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: Anais, 2017. p. 1-3.

# EDU ECG: Eletrocardiograma Economicamente Viável e Acessível para o Ensino da Saúde

Gonçalves, Matthews Soares<sup>1</sup>; Braganha, Alessandra Natasha A.B.<sup>2</sup>

1 - Aluno do curso de Bacharelado em Engenharia da Computação – Centro Universitário do Estado do Para (CESUPA). matthews10goncalves@gmail.com

2 - Orientadora do projeto “EDU ECG”. Professora do curso de Bacharelado em Ciência da Computação do CESUPA. Líder do grupo de pesquisa “Tecnologias Sociais”. alessandra.natasha@gmail.com

## RESUMO

O EDU ECG é um projeto que une um alto desempenho tecnológico com recursos economicamente viáveis e acessíveis voltados para o ensino e prática de habilidades clínicas do sistema cardiovascular para o ensino da saúde. Utilizando a solução para a coleta e o posterior processamento de sinais, este produto multiplataforma irá transmitir tais informações a partir de uma interface interativa para o usuário, gamificando o processo. O EDU ECG será usado na implementação de metodologias ativas em salas de aula e laboratórios de habilidades clínicas.

**Palavras-chave:** ECG, Gamificação, Metodologia Ativa, Ensino, IoT.

## ABSTRACT

*The EDU ECG is a project that has a high technological performance with economically viable and certified resources aimed at teaching and practicing clinical skills of the cardiovascular system for health education. Using a solution for collecting and further processing signals, this multiplatform product will transmit this information from an interactive interface to the user, gamifying or processing. The EDU ECG will be used to implement active methodologies in classrooms and clinical skills laboratories.*

**Keywords:** ECG, Gamification, Studies, Active learning, IoT.

## 1. INTRODUÇÃO

Estima-se que 17,7 milhões de pessoas morreram por doenças cardiovasculares em 2018, representando 31% de todas as mortes em nível global (OPAS/OMS Brasil, 2017). Desses óbitos, 7,4 milhões ocorrem devido às doenças cardiovasculares. Assim, é importante salientar a necessidade do domínio de conhecimento desta área da saúde e consequente adoção de ferramentas de detecção do eletrocardiograma (ECG) como instrumentos facilitadores para o ensino médico (Chana, M., 2012).

Outro ponto a ser considerado é o alto custo associado aos instrumentos de medição deste sinal e, portanto, a inerente necessidade de acessibilidade econômica de qualquer proposta de solução que envolva ECG (Cury, L; Siqueira, L; Gomes, T, 2011).

Atuando como facilitadora no processo de aprendizagem, a tecnologia revela inúmeras possibilidades a partir de softwares educacionais que geram modelos e apresentam simulações que permitem ao aluno realizar variados experimentos e explorações, desenvolvendo a flexibilidade cognitiva (RAMOS et al 1991).

O uso de recursos tecnológicos incentiva experiências de aprendizagem individuais ou em grupo, tornando-a menos formal através de ferramentas complementares, que enriquecem e melhoram o sistema de ensino, fazendo-se necessária, assim, a busca de novos modelos educativos com uma base tecnológica (JUANES e RUISOTO 2015).

Para Tanenbaum (2018) o processo de captação e conversão de sinais provindos do corpo (analógicos) podem ser convertidos em sinais que possam ser processados pelas máquinas (digitais), ou seja, em um processo de conversão de sinais biológicos. Neste sentido, é possível quantificar processos fisiológicos pelo total de *features* disponíveis, atrelados à captação e conversão de sinal analógico em digital.

Segundo Borges e Alenca (2014), o uso de atividades práticas é apontado como uma das formas mais eficazes para o desenvolvimento da aprendizagem. Visando tal aprendizado e no contexto do exposto até aqui, propõe-se o projeto EDU ECG, desenvolvido com o intuito de auxiliar os professores na utilização de um equipamento fidedigno, que replique o ECG e permita a gamificação das aulas de cardiologia, de forma economicamente viável. A solução apresenta-se, atualmente, na fase de protótipo do componente de hardware e de desenvolvimento da plataforma de software.

## 2. JUSTIFICATIVA

Devido ao alto custo de produtos que utilizam o ECG e o incentivo à criação de materiais para uso do ensino baseado em metodologias ativas, a ferramenta EDU ECG é proposta como opção acessível e economicamente viável para o uso em salas de aula de ensino relacionado a cardiologia, na grande área da saúde. Para Diesel, Baldez e Martins (2017) pode-se observar a metodologia ativa como abordagem de grande crescimento e eficácia dado a união do estímulo dos alunos de saúde à dinâmica que proporciona o refinamento prático com base teórica.

## 3. OBJETIVO

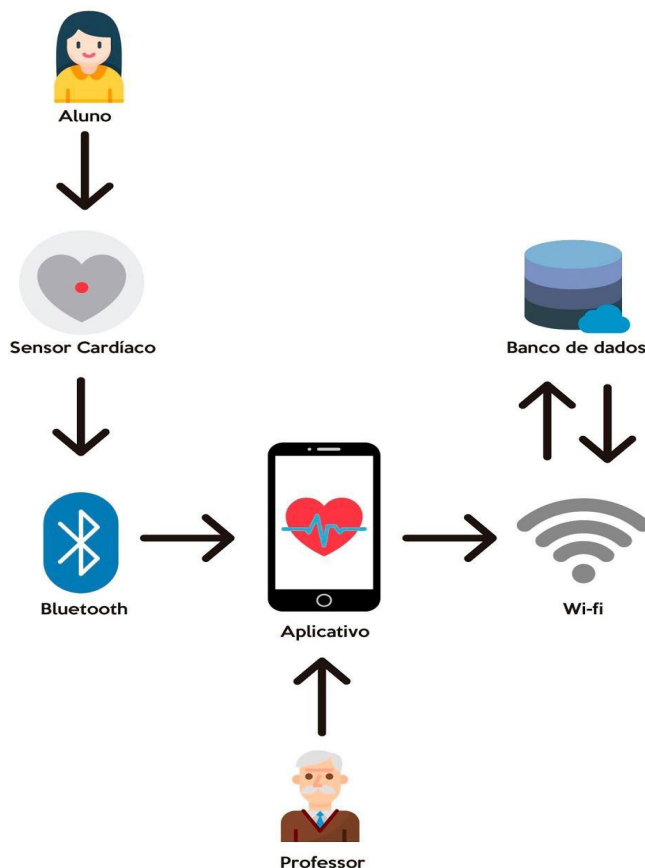
Desenvolver uma plataforma para coleta sem fio de sinais de eletrocardiograma (ECG) integrada a um banco que analisa dados obtidos e propõe um quiz através de aplicativo gamificado para o ensino na área de saúde.

## 4. METODOLOGIA

Para a obtenção de um sinal com melhor acurácia, procedeu-se à pesquisa sobre modelos de filtros e métodos de obtenção de sinais ECG. Para a implementação do projeto propõe-se a utilização do sensor módulo cardíaco para a captação dos sinais devido a sua compatibilidade com os demais componentes e por possuir filtros para a redução de ruídos produzidos pelo corpo humano ao movimentar-se, o que altera os resultados. A ligação entre o módulo sensor e o dispositivo é feita por meio de um grampo conectado ao módulo.

Pretende-se utilizar, também, um NodeMcu ESP-8266 devido ser uma plataforma completa de hardware e software voltada para a prototipagem de Internet of Things (IoT). Essa adoção possibilita a prospecção da solução para uma abordagem de automação e inteligência artificial em uma próxima etapa. A placa possui um firmware que é executado em um ESP8266. O controlador do NodeMCU-8266 em questão é o módulo ESP-WROOM-32. Além do ESP, a proposta possui um cristal de 40 MHz, memória flash integrada de 8MB, antena embutida e blindagem EMI que o protege de interferências eletromagnéticas externas.

Será feita a ligação entre o sensor módulo cardíaco e o ESP-8266 por meio de um circuito integrado, interligando as pinagens de ambos. A transmissão dos dados para o usuário será realizada por meio de tecnologia de transmissão wireless e bluetooth. Um infográfico visando uma melhor compreensão do funcionamento da solução está exposta na figura 1 a seguir.



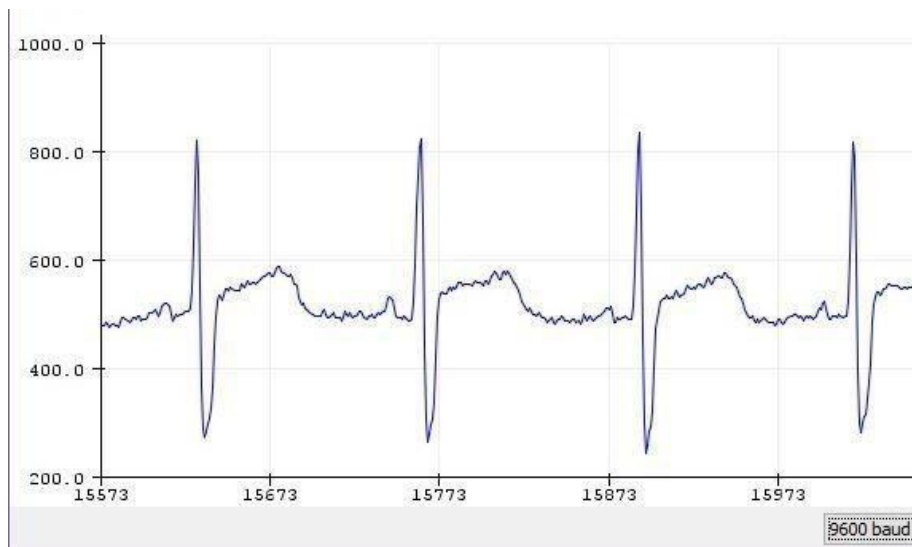
**Figura 1**

Foto infográfico EDU ECG.

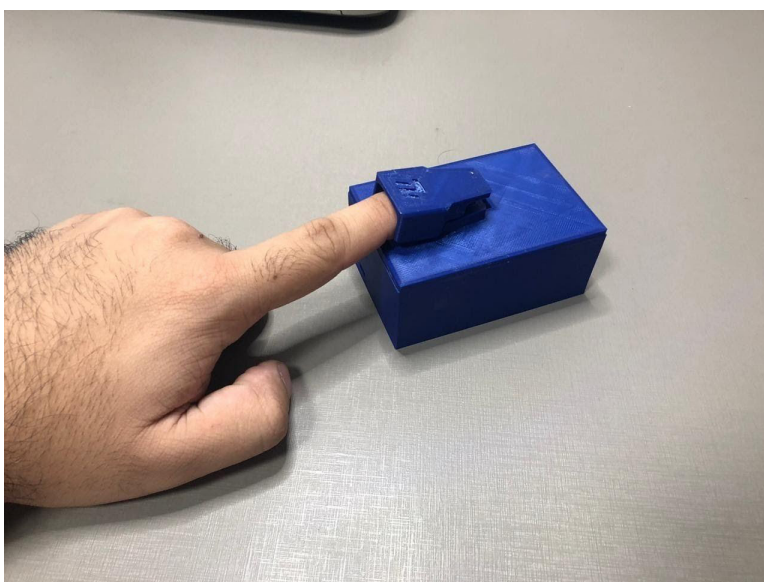
O software desenvolvido para a interface com o usuário é baseado na linguagem React Native. Conforme a figura 1, o programa receberá a *input* das informações captadas pelo módulo sensor, que serão processadas pelo ESP, e transmitirá os dados recebidos para um banco de dados que serão utilizados pelo App, criando um gráfico plotado para ser visualizado pelo usuário e transformado em formato de um quiz. Para o aplicativo ter acesso ao hardware, o usuário deve inicialmente fazer a conexão via bluetooth para realizar a configuração wi-fi do dispositivo. O software será desenvolvido para os sistemas operacionais IOS e Android.

Após a implementação, pretende-se a utilização do produto nas atividades que trabalham disciplinas referentes a Cardiologia, dentro da Faculdade de Medicina do Centro Universitário do Pará - CESUPA, visando a validação da plataforma.

A seguir, nas figuras 02 , 03 e 04, apresenta-se a plotagem atualmente obtida a partir do produto em questão, uma foto do estado atual do produto e o modelo 3d feito para comportar a plataforma, respectivamente.

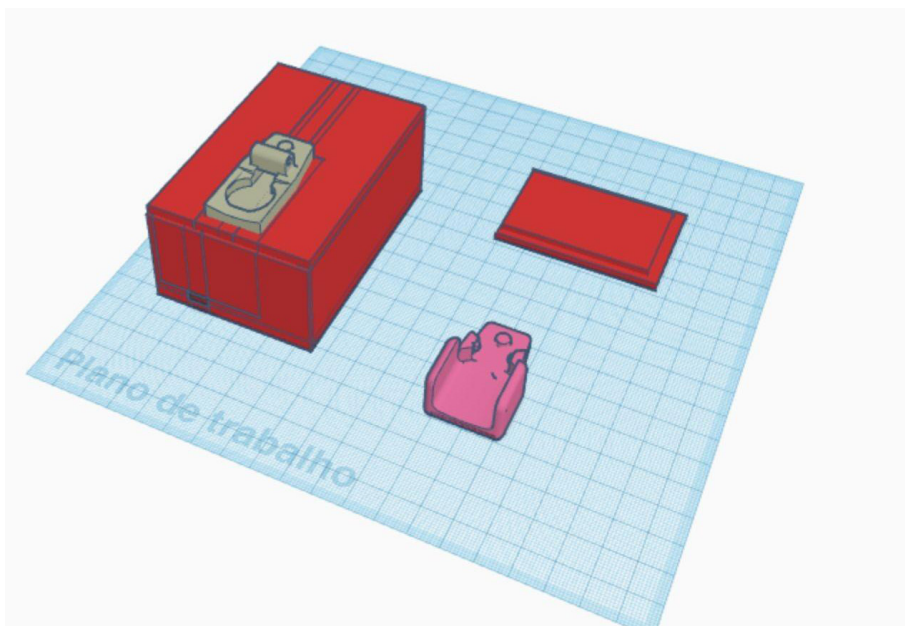


**Figura 2**  
Captura de tela dos dados obtidos.



**Figura 3**  
Foto do protótipo EDU ECG.





**Figura 4**  
Foto do modelo 3d que comporta o EDU ECG.

## 5. ESTUDOS CORRELATOS

Pode-se citar como exemplo de gamificação voltada para o ECG o ECG o *Interpretation Graded Quiz* obtido a partir de acesso ao site Practical Clinical Skill (2020). Porém, trata-se de um quiz estático com perguntas pré-definidas, sem variação a partir de coleta alimentada em tempo real.

Outro exemplo a ser citado são os ECGs de uso hospitalar. Entretanto, tais equipamentos estão numa faixa de preço muito elevada e sem tratamento adequado para o ensino de ECG.

## CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, através da pesquisa foi utilizado um protótipo de monitor ECG, portátil o suficiente para ser levado às salas. Tratando-se de um módulo com suporte para IoT, pretende-se, futuramente, inserir outras funcionalidades que permitam o sensoriamento e acompanhamento das informações obtidas e o cruzamento destas informações com análises embasadas

em diagnósticos funcionais, intuindo a “aprendizagem” e dotando a solução de inteligência.

A interface de interação com usuário está sendo desenvolvida com intuito de se utilizar gamificação para o uso interativo entre os alunos e professor. O software pode, ainda, ser adequado a integrar conceitos de UX (*User Experience*) e prover uma melhor experiência para os usuários da saúde.

Em épocas de COVID-19 pode-se, também, inserir no equipamento um módulo para verificação da taxa de porcentagem de oxigênio no sangue (oxímetro), mantendo-se a acessibilidade econômica proposta. Esta averiguação possibilitaria, igualmente, uma gamificação a ser adicionada como funcionalidade à plataforma.

## REFERÊNCIAS

**Cury, L.K.P., Siqueira, E.B., Gomes, T.S.** 2011 Um Software para análise de eletrocardiograma (ECG), Revista CEPPG, No24, 1/2011, ISSN 1517-8471, Páginas 187 à 198.

**Magela da Silva, Geraldo.** A informática Aplicada a Educação, Brasil Escola 2018

**OPAS/OMS.** Organização Pan-Americana da saúde, Doenças Cardiovasculares 2017

**Tanenbaum, Andrew S.** Redes de computadores. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

**Diesel A, Baldez ALS, Martins S.** Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. Revista Thema. 2017; Volume 14; No 1; Pág. 268 a 288.

**M. Chana, D. Estèvea, J. Fourniols, C. Escriba, E. Campo,**”Smart wearable systems: Current status and future challenges”, in Artificial Intelligence in Medicine 56 137– 156, 2012

**Borges,T.S., Gidélia, Alenca.** (2014) Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: O uso das metodologias ativas como formação do estudante na formação do ensino superior.

**Ramos, R.G.P., Baumann, U., Fischbach, K.F.** (1991). *Requirement of the irrec locus in eye and bristle development.* Greenspan, Palka, 1991: 149.

**Ruisoto P., Juan A. Juanes.** (2015) *Technology, Health Sciences Education and Health.*

**ECG Interpretation Graded Quiz.** Site de pesquisa: Practical Clinical Skill. Disponível em: <<https://www.practicalclinicalskills.com/ecg-quiz>>. Acesso em: 07 de maio 2020

# Órtese em fibra de carbono de baixo custo: gestão e tecnologia no processo de design e engenharia

Giracca, Cesar Nunes<sup>1</sup>; Merino, Eugenio<sup>2</sup>; Costa, Diogo Pontes<sup>3</sup>

1 – Programa de Pós-graduação em Design, UFSC, eng.giracca@gmail.com

2 - Programa de Pós-graduação em Design, Engenharia de Produção, UFSC, eugenio.merino@ufsc.br

3 – Programa de Pós-graduação em Design, UFSC, diogopontes102@gmail.com

## RESUMO

As órteses são consideradas uma Tecnologia Assistiva. Dentre os problemas figuram a durabilidade, qualidade, custos e personalização. Desenvolver uma órtese de baixo custo, durável e personalizada foi o objetivo desta pesquisa. Contando com cinco etapas: (1) definição da órtese e paciente; (2) escaneamento 3D e desenvolvimento de base giratória; (3) Modelagem matemática e simulação mecânica da órtese; (4) fabricação de órtese me fibra de carbono; (5) teste inicial de uso em situação real. Os resultados permitiram concluir que a órtese desenvolvida teve uma correta adaptação a morfologia do membro da paciente (escaneamento 3D), com qualidade, resistência aferida.

**Palavras-chave:** Fibra de carbono, Órtese, Terapia Ocupacional, Design, Engenharia, Escaneamento 3D.

## ABSTRACT

Orthoses are considered Assistive Technology. Problems include durability, quality, costs, and customization. The objective of this research was to develop a low-cost, durable, and personalized orthosis. With five steps: (1) definition of the orthosis and patient; (2) 3D scanning and development of a rotating base; (3) Mathematical modeling and mechanical simulation of the orthosis; (4) manufacture of carbon fiber orthosis; (5) initial use test in a real situation. The results allowed us to conclude that the developed orthosis had a correct adaptation to the patient's limb morphology (3D scanning), with quality, measured resistance.

**Keywords:** Carbon fiber, Orthosis, Assistive Technology, Engineering, Design 3D scanning.

## INTRODUÇÃO

A preocupação da sociedade e do sistema de saúde federal em incluir pessoas com deficiência vem auxiliando na criação de leis e incentivo para que elas tenham uma vida cotidiana normal, que possam exercer seus ofícios, praticar esportes, aproveitar de momentos de lazer gerando uma melhor qualidade de vida. (ALVES et al., 2007; BRASIL. Ministério da Saúde, 2013).

Para Prestes (2011), a Tecnologia Assistiva é utilizada para definir uma diversidade de recursos e serviços destinados a pessoas com deficiências e esses usuários necessitam de serviços especializados de áreas distintas para facilitar sua inclusão nas mais variadas atividades sociais. Destes os recursos, pode-se identificar na classificação da tabela do Comitê de Ajudas Técnicas (2009) as Órteses, bem como sua subclasse, ao longo do arquivo. Machado (2018) define a Órtese como dispositivo que auxilia as funções do corpo, mitigando insuficiências funcionais. Uma pessoa com um trauma que pode afetar a sua capacidade de locomoção tem dificuldades de se adaptar e retomar suas atividades cotidianas. Neste sentido, o uso de uma órtese pode diminuir sua limitação, permitindo assim, a retomada nas atividades corriqueiras, com as devidas ressalvas dependendo da condição.

São vários os problemas destas TAs (órteses), dentre elas o descarte e mal-uso, estigmas sociais e sensação de dependência, dificuldades no uso, desconforto, insegurança, diferença comparada a uma situação normal, ao desempenhar suas atividades cotidianas e limitada consideração do usuário no processo de desenvolvimento do produto (LUGLI et al., 2016; CUNHA et al., 2019; PHILLIPS e ZHAO, 1993).

Outro aspecto é o elevado custo dedas órteses o que pode impossibilitar seu uso por uma importante fatia da população que tem o Sistema Único de Saúde como única alternativa (ELIAS et al., 2007).

Um dos motivos que elevam seu custo está relacionado ao tipo de materiais, bem como seu processo de fabricação. Para que um dispositivo seja produzido da forma mais econômica e apropriada, torna-se necessário que os projetistas tenham conhecimento dos processos disponíveis, oportunizando também, um maior potencial criativo (Lesko, 2012). Para CALLISTER (2008), cada material tem sua característica de forma única apresentando respostas mecânicas diferentes. Ashby e Johnson (2011) relatam que as fibras de carbono são produzidas por pirólise de fibras orgânicas como viscose, rayon ou poliacrilonitrila (PAN), ou obtidas de piche de petróleo, sendo este material o que foi utilizado neste projeto. Além disso, segundo os autores, esse material tem alta resistência e rigidez com baixa densidade, mas tendem a oxidar em altas temperaturas. Então, visando suplantar este problema, este trabalho propõe um processo sistematizado para confecção de órtese em fibra de carbono, para uso cotidiano, de baixo custo e conforto.

## DESENVOLVIMENTO

O projeto se caracterizou por uma abordagem mista de natureza científica; e, adotou-se o fluxo de projeto dividido em cinco momentos: (1) projeto conceitual; (2) escaneamento tridimensional; (3) modelagem virtual; (4) simulação mecânica do material; e, (5) materialização.

Na primeira etapa, buscou-se na literatura referências que possibilitaram o entendimento dos principais temas envolvidos neste projeto, fundamentando a problemática da pesquisa. Complementou o delineamento metodológico o Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP) auxiliando a realização das etapas trazendo controle a pesquisa em desenvolvimento (MERINO, 2016).

Para a realização do escaneamento foi utilizado um escâner comercial da marca SENSE modelo SENDE3D V3.0 com auxílio de uma base de escaneamento, desenvolvida pelos autores, com o objetivo de agilizar o processo e atribuir maior precisão.

Como resultado do escaneamento tridimensional do usuário obteve-se um objeto em 3D que precisou ser avaliado e verificado, com a finalidade de efetuar a reorganização geométrica de sua interface de estabilização fisioterápica. Na sequência, utilizando software *SolidWorks* foi desenvolvido o modelo matemático e o ABAQUS versão 6.06 para a simulação computacional dos ensaios mecânicos onde através de seus resultados de cargas cíclicas estáticas se pré-determinou a quantidade de material a ser utilizado em camadas para sanar a resistência necessária de uso da mesma.

O critério de construção foi fundamentado e testado em equipamentos de ensaios mecânicos EMIC, seguindo normativas internacionais dos ensaios de tração e flexão em compósito de carbono. Foram produzidos os corpos de prova com as dimensões indicadas segundo as normativas ASTM D7264 e ASTM D3039/3039M para o procedimento de ensaio de tração e flexão.

Os materiais utilizados para produzir a órtese em fibra de carbono foram: materiais para a laminação *Hand Lay Up*: tecido fibra de carbono bidirecional *Texiglass™* aproximadamente 4m<sup>2</sup>, resina epóxi *Redelease® SQ-2001*, endurecedor *Redelease SQ-315™*, desmoldante

PVA verde da *Redelease*, balança de precisão, rolete metálico para laminação, paquímetro digital *Mitutoyo*, placas em alumínio 4mm moldes, lixadeira de cinta pneumática *At-7010 Puma 16000rpm*, *Dremel 4000*, estufa para secagem e esterilização.

Na laminação *hand lay up*, foi preparada uma superfície em gesso do modelo escaneado, utilizando 3 camadas de desmoldante PVA, da marca *Redelease* para que a peça não aderisse ao molde durante o procedimento de cura. Foi utilizada

uma balança de precisão para preparar a mistura de resina e endurecedor na proporção de uma parte de resina para uma parte de endurecedor.

Foi utilizado um rolete metálico específico para laminação para que as camadas do material fibroso fossem uniformes e sem excesso de resina, deixando as camadas compactadas e livres de bolhas de ar, foram infundidas em um sistema a vácuo com tecido pellply, filme respirador, tecido absorvente e filme de infusão a vácuo. Nesta conformação foram usadas camadas de fibras multidirecionais, as orientações mais usuais e citadas em diversas normas são 0°/90° e +45°/-45°.

No processo de cura foi utilizado um forno digital com termostato controlando sua temperatura. Foi utilizada uma rampa de aquecimento que se iniciou em 80° C, subindo até 130° e decrescendo gradualmente até temperatura ambiente.

## RESULTADOS

Como resultado obteve-se uma órtese em Fibra de Carbono, retratando fielmente a morfologia do usuário. A simulação mecânica permitiu determinar a quantidade mínima de material para construção da órtese, garantindo a sua resistência e qualidade, no menor custo possível. Quanto a materialização final da órtese, a mesma foi testada junto ao usuário, para os ajustes e refinamentos. Conclui-se que é possível desenvolver uma órtese em Fibra de Carbono, com baixo custo, seguindo as orientações definidas neste artigo.

A figura a seguir, ilustra o processo no qual se destaca o escaneamento, o modelo matemático, os testes de comportamento mecânico, a fabricação da órtese e uso da mesma em situação real.



**Figura 1**  
Síntese do processo (os autores)

## CONCLUSÕES

Este projeto se apresenta como uma oportunidade de atender usuários com dispositivos de Tecnologia Assistiva de baixo custo, porém de elevada qualidade e durabilidade, envolvendo ferramentas para facilitar o processo e reduzir os custos de produção quando comparado a um dispositivo comercialmente vendido no mercado internacional, seu custo é aproximadamente 1/10 do praticado no comércio de órteses de alto padrão em quesito de qualidade do material.

O processo descrito, se apresenta viável e seguro, tendo em vista os testes de simulação do comportamento do material. Importante mencionar que a órtese se encontra em teste de uso, que está sendo acompanhado, do ponto de vista técnico pela equipe de projetistas, complementada pelo acompanhamento de profissionais da área da saúde, neste caso específicas fisioterapeutas, com resultados preliminares bastantes auspiciosos em termos de durabilidade, conformidade e conforto.

Na continuidade, está prevista a análise dos resultados do teste de uso real, em andamento, refinamentos que se façam necessários e replicação do processo para outros pacientes.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGD/UFSC), que viabilizaram essa pesquisa, e ao Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD-LDU/UFSC).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHBY, M.; JOHNSON, K. **Materiais e Design: Arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. 2ªed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011, 346 p.

ASTM 7264D/7264M, **Standard test method for flexural properties of polymer matrix composite materials**: © International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959. United States: ASTM, 2016.

ASTM D 3039/D 3039M, **Standard test method for tensile properties of polymer matrix composite materials**: This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States: ASTM, 2002.

ALVES, L.C. et al **A questão da acessibilidade das Pessoas Portadoras de Deficiência e a atuação do Ministério Público Estadual na Cidade de Campos dos Goytacazes/RJ**. Revista da Faculdade de Direito de Campos. Ano VIII, NG 10 – junho de 2007.

BRASIL. **Comitê de Ajudas Técnicas**. 138 f. Tecnologia Assistiva - Brasília: CORDE, Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. 2009.

CALLISTER JUNIOR, William D. **Ciência e engenharia dos materiais: uma introdução**. 7. ed. Brasil: Guanabara, 2008.

CUNHA, Julia Marina et al. Diretrizes para projeto de tecnologia assistiva com valores da moda: abordagem behaviorista. **DAPesquisa**, Florianópolis, v. 14, n. 23, p. 088105, ago. 2019. ISSN 1808-3129.

ELIAS, M.P.; MONTEIRO, L.M.C e CHAVES C.R. **Acessibilidade a benefícios legais disponíveis no Rio de Janeiro para portadores de deficiência física**. Laboratório de Disfunção Miccional do Instituto Fernandes Figueira/Fundação Oswaldo Cruz. 2007.

LESKO, Jim. **Design Industrial: Guia de Materiais e Fabricação**. 2ª ed. São Paulo: Blucher Editora, 2012, 350 p.

LUGLI, Daniele et al. Bengala customizável para mulheres com deficiência visual. **Design e Tecnologia**, [s.l.], v. 6, n. 12, p. 44-53, 30 dez. 2016. PGDesign / Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MACHADO, G.S. Órteses e Próteses no sistema único de saúde. Estudo Técnico, Abril de 2018.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. **GODP – Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário**. Florianópolis: Ngd/Ufsc, 2016. Disponível em: <[www.ngd.ufsc.br](http://www.ngd.ufsc.br)>. Acesso em: 12 jul. 2016.

PHILLIPS, B.; ZHAO, H. Predictors of Assistive Technology Abandonment. **Assistive Technology**, v. 5, n. 1, p. 36–45, 1993.

PRESTES, R.C. **Tecnologia Assitiva: atributos de design de produto para adequação postural personalizada para posição sentada**. 2011. 97 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Design e Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.



# Habilitação e reabilitação de usuários de próteses para membro superior fabricada na impressora 3D

Bião, Menilde Araújo Silva<sup>1</sup>; Magalhães, Paula Hortência dos Santos<sup>2</sup>; Oliveira, Marcelo Mendes de<sup>3</sup>; Dias, Jamilton Alves<sup>4</sup>; Santos, Leandro Brito<sup>5</sup>; Monteiro, Roberto Souza<sup>6</sup>

1 – Instituto PEPO, Senai Cimatec

2 – Instituto PEPO

3 – Instituto PEPO

4 – Instituto PEPO

5 - UFOB

6 – Senai Cimatec

## RESUMO

No Brasil existem aproximadamente 13,9/105 habitantes/ano que possuem amputações de membros, sendo necessário à habilitação e reabilitação de suas funções. O objetivo deste estudo foi corroborar com as possibilidades no processo de habilitação e reabilitação de usuários de próteses de membro superior fabricadas por meio da manufatura aditiva, ou seja, impressão 3D, assim como o destaque das condições que esta tecnologia pode favorecer na qualidade de vida dos indivíduos amputados. Esta pesquisa foi baseada no Protocolo de Reabilitação para Membro Superior em Pacientes Protetizados com prótese fabricada na impressora 3D, elaborado pelos autores, aplicado nos pacientes atendidos pelo Instituto PEPO. A pesquisa aponta estratégias de intervenção para pacientes amputados e os benefícios da prótese 3D.

**Palavras-chave:** *Habilitação, reabilitação, impressão 3D, prótese de membro superior e mão.*

## ABSTRACT

*About one billion people worldwide have disabilities, orthotics are assistive technology features used to align, correct or stabilize a segment of the body. The purpose of this*

*study was to describe the benefits of using orthoses by people with motor disabilities. A literature review was carried out based on the Latin American and Caribbean Literature on Health Sciences (LILACS) and the Scientific Electronic Library Online (SciELO) of articles published between 2005 and 2017. AFO orthoses are the most used in motor deficiency, allowing an improvement in gait. Upper limb orthoses are indicated primarily for the prevention of deformities. The use of orthotics as an assistive technology resource contributes to independence and autonomy.*

**Keywords:** Motor deficiency. Assistive Technology. Orthosis

## 1. INTRODUÇÃO

A amputação é definida como a perda total ou parcial de determinado seguimento de um membro, seja de forma traumática ou devido a alguma patologia. Estima-se na literatura que a incidência mundial de indivíduos com amputação varie de 2,8 a 43,9/105 habitantes/ano enquanto no Brasil este número é de aproximadamente 13,9/105 habitantes/ano. Os principais fatores de risco são hipertensão arterial, tabagismo, insuficiência renal crônica, com destaque para as amputações relacionadas com a Diabetes Mellitus e acidentes automobilísticos (BRASIL, 2014; SILVA, et al., 2017).

A classificação do nível de amputação de membro superior e mão depende da localização em que o membro foi acometido, adotando as seguintes nomenclaturas: desarticulação de ombro; transumeral proximal; transumeral; transumeral distal; desarticulação do cotovelo; transradial proximal; transradial; transradial distal; desarticulação de punho; transcarpal e interfalangeana. Ao realizar o procedimento de forma cirúrgica, deve ser levado em consideração à escolha do nível para preservar o maior comprimento possível, assegurar boa cicatrização, adequada cobertura de pele e preservação da sensibilidade para melhor adequação de prótese funcional (BRASIL, 2013; BRASIL, 2014).

Próteses são dispositivos aplicados no corpo para substituir parcialmente ou totalmente determinada região do membro acometida por uma amputação, tendo como objetivo proporcionar qualidade de vida, por meio da independência funcional ao indivíduo amputado. Devido ao alto custo das próteses mecânicas e dificuldades de acesso a manufatura aditiva torna-se uma alternativa para facilitar a confecção destes dispositivos de forma rápida, customizável e de baixo custo em relação aos modelos comerciais (GRETSCHE, et al. 2015; ZUNIGA, et al. 2015).

A impressão 3D nos últimos anos ampliou seu portfólio em grande escala, sendo uma máquina que possibilita a produção de designs diferenciados e personalizáveis para diversos fins, sendo considerada como uma inovação tecnológica, ou seja, uma tecnologia disruptiva que tem crescido e tem relevância em linhas

industriais, de pesquisa e referente à saúde vêm sendo utilizada em conjunto com a Tecnologia Assistiva (TA) através do desenvolvimento de próteses, tendo em vista a alta complexidade anatômica, biomecânica e cinesiológica dos indivíduos que necessitam de tais dispositivos, facilitando sua adequação, adaptação, habilitação e reabilitação (RODRIGUES JR, CRUZ, SARMANHO, 2018).

De acordo com a OMS, reabilitação consiste em um conjunto de medidas que favorecem a pessoa com deficiência terem ou manterem suas funções que foram perdidas e interagir com o ambiente, em outras palavras, visa à melhoria da funcionalidade individual, incluindo a intervenção no local em que a pessoa vive, reduzindo o impacto das limitadas condições de saúde que possivelmente tais indivíduos estão sujeitos. Diferentemente da habilitação, que visa desenvolver a máxima funcionalidade das pessoas com deficiência com etiologia congênita ou adquirida (OMS, 2012).

O relato técnico descrito neste artigo é baseado no trabalho realizado pelo Instituto PEPO, uma Organização da Sociedade Civil localizada no município de Feira de Santana - BA, que tem como missão a promoção dos direitos das pessoas com deficiência através de ações de assistência à saúde e inclusão social, de forma voluntária e gratuita, composta por uma equipe multidisciplinar com profissionais das seguintes áreas: Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Serviço Social, Psicologia, Engenharia de Tecnologia Assistiva e Direito.

Contudo, o presente estudo objetivou demonstrar as possibilidades de habilitação/reabilitação de usuários de próteses de membro superior confeccionadas em impressora 3D e destacar as formas de como esta tecnologia pode favorecer a qualidade de vida dos seus usuários.

## **2. DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÕES**

A presente pesquisa foi realizada baseada no Protocolo de Reabilitação para Membro Superior em Pacientes Protetizados com modelo fabricado em uma impressora 3D composto por 4 (quatro) etapas que compreendem desde o processo de avaliação até a alta do usuário de prótese atendido pelo Instituto PEPO.

A avaliação cinético-funcional do paciente com amputação de membro superior consiste na identificação do sujeito e na coleta dos dados pessoais, queixa principal e aspectos sociais. Em seguida são extraídas informações sobre a história clínica da amputação (etiologia, histórico). No exame físico é realizada a inspeção do coto (localização, forma, cicatriz), palpação (espículas ósseas, aderências, tônus), avaliação de força muscular, sensibilidade, goniometria e perimetria, salientando a necessidade de avaliação geral baseada nos princípios fundamentais da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF).

Para complementar a avaliação é realizada a captura de imagens para o processo de modelagem da prótese. Todos os beneficiados assinam o termo de consentimento livre e esclarecido, termo de isenção de responsabilidade, renúncia a reivindicações, assunção de risco e dispensa de indenização assim também o termo de autorização de uso de imagem e voz.

A prescrição do dispositivo é realizada de acordo com a Portaria SAS/MS Nº 661 de 2 de dezembro de 2010, na qual o Ministério da Saúde reconhece a habilitação de Médicos, Fisioterapeutas e Terapeutas Ocupacionais para prescreverem próteses, órteses e materiais especiais não relacionadas ao ato cirúrgico (BRASIL, 2015).

As informações coletadas juntamente com a prescrição realizada pelos Fisioterapeutas do Instituto PEPO são enviadas para a E-Nable Brasil, organização parceira da ONG e responsável pela modelagem do dispositivo. Uma vez modelado a impressão é realizada pelo Laboratório de Inovação Tecnológico - CORUJALAB da Universidade Federal do Oeste da BAHIA - UFOB. Por fim a montagem do dispositivo é realizada pelos profissionais fisioterapeutas do Instituto PEPO.

Para que haja sucesso no processo de habilitação/reabilitação é necessário empregar algumas condutas fundamentais pré-protetização, fase de preparo do membro do paciente para receber o dispositivo. Em algumas ocasiões é preciso realizar a dessensibilização do coto com o objetivo de prevenir complicações como incômodos e feridas com o uso futuro da prótese, além da sensação do membro fantasma, muito comum na fase aguda da amputação. Em alguns casos é necessário à aplicação do enfaixamento em oito para moldar o coto, a fim de proporcionar um formato adequado para encaixe com a prótese.

Segundo Barbin (2017) e Brasil (2013), o tratamento fisioterapêutico pré protetização deve focar na cicatrização, função motora, sensorial e corporal. O enfaixamento compressivo nesta fase é eficaz para prevenir edemas e contraturas, já a dessensibilização deve ser feita na extremidade distal do coto com o objetivo de regularizar a sensibilidade na região, utilizando algodão, lixas, estesiômetros, crioterapia e calor superficial.

Quando é identificado durante a avaliação diminuição da força muscular, atrofia ou alterações de tônus é necessário realizar exercícios de fortalecimento específicos dando condições de ação muscular efetiva para o uso do dispositivo, para que o grau de força seja suficiente para o manejo ideal e promover a função com a prótese.

A reabilitação pré protetização deve priorizar algumas condutas para proporcionar ao usuário maior qualidade de vida, como alongamentos, exercícios ativos livres e assistidos, exercícios pendulares, exercícios de fortalecimento muscular, exercícios de coordenação motora, equilíbrio, propriocepção, transferências de peso e esquema corporal (BARBIN, 2017).

Os princípios gerais da reabilitação englobam a identificação dos problemas e as necessidades do indivíduo, relacionando fatores individuais e ambientais, deste modo, inclui proporcionar independência nas Atividades de Vida Diária (AVD's), nas Atividades Instrumentais de Vida Diária (AIVD's), manejo da dor, reeducação sensorial, cinesioterapia e treinamento com a prótese, além do processo educativo do paciente que é fundamental para o aperfeiçoamento de habilidades de autoajuda e cuidados com o dispositivo (OMS, 2012; BRASIL, 2013)

Para isto, o Protocolo de Reabilitação para Membro Superior em Pacientes Protetizados com modelo fabricado em uma impressora 3D abrange os aspectos fundamentais para dispor das melhores propostas de tratamento, que se resumem da seguinte maneira: Integridade Musculoesquelética (ganho de amplitude de movimento, força muscular, propriocepção, coordenação motora, alongamentos, cinesioterapia) e Treino Protético (treinamento com a prótese, mecanismo de acionamento, treino de preensão com objetos, treino bimanual).

O processo educativo também faz parte do tratamento, nesta fase é momento de orientar o paciente como utilizar a Prótese 3D e as maneiras corretas de manipular o dispositivo. Por ser confeccionado com termoplástico de baixa temperatura, é necessário tomar alguns cuidados como: exposição a altas temperaturas, posicionamento correto, presença de umidade, conservar em local seco, evitar impactos e levantamento de peso excessivo, sendo assim ganhando mais durabilidade e conforto.

## **4. CONCLUSÕES**

Através deste artigo foi possível considerar a relevância da habilitação/reabilitação de usuários de prótese desenvolvidas com a manufatura aditiva no processo de fabricação com impressora 3D, no âmbito da saúde e das pessoas com amputações de membro superior, sendo necessário profissionais de saúde que trabalham nesta área se apropriarem de conteúdos referentes a este tema devido ao grande número de pessoas que possuem amputações e que precisam da assistência correta.

Não é somente o fato de entregar o dispositivo, existe por trás particularidades que foram abordadas durante a pesquisa, como a fase pré e pós-protetização, que caso não sejam implementadas no plano de tratamento, o usuário pode obter limitações físicas e psicossociais para o resto da vida. Desta forma, a prática exercida pelo Instituto PEPO para com as pessoas com deficiência tem trazido grandes benefícios aos usuários que a partir da metodologia aplicada tem assegurado a uma pequena parcela da população intervenção fisioterapêutica individualizada, orientações e disponibilização de Próteses 3D de forma gratuita.

Por fim é considerável que novas pesquisas sejam realizadas nesta área, para fortalecer as evidências dos benefícios da fabricação por meio de impressora 3D, considerando-se que esta técnica é uma entre as diversas classificadas como manufatura aditiva, para confecção de próteses de membro superior assim como a atuação do Fisioterapeuta no processo de habilitação e reabilitação dos usuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIN, I.C.C. **Prótese e Órtese**. Londrina. Editora e distribuidora educacional S.A. 2017.168p.

BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL. **Manual técnico de prescrição de órteses, próteses ortopédicas não implantáveis e meios auxiliares de locomoção - diretrizes para a perícia médica**. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção a Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Diretrizes de Atenção a Pessoa Amputada**/Ministério da Saúde. 1 ed. 1.reimpe.- Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

BRASIL. **Técnico em órteses e próteses**: livro-texto/ Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde. Departamento de Gestão do Trabalho na Saúde – Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

CREFITO-8. **Prescrição de Órteses e Próteses pelo Fisioterapeuta e Terapeuta Ocupacional**: Dr. Cleverson Fragoso, conselheiro do CREFITO-8. Publicado: Terça, 03 de Dezembro de 2013, 12h35. Disponível em: <<https://www.crefito8.gov.br/pr/index.php/sala-de-imprensa/noticias/1254-prescricao-de-orteses-e-proteses-pelo-fisioterapeuta-e-terapeuta-ocupacional-dr-cleverson-fragoso-conselheiro-do-crefito-8>> Acesso em: 25 de fev. 2020

GRETSCH, K.F., Lather, Peddada, Deeken, Wall and Goldfarb. **Development of novel 3D-printed robotic prosthetic for transradial amputees**. *Prothetics And Orthotics International*, v. 40, n. 3, p. 400-403, maio 2015.

OMS. **Relatório mundial sobre a deficiência**/World Health Organizaton, The World Bank; Tradução Lexicus Serviços Linguísticos, - São Paulo: SEDPcD, 2012.

RODRIGUES, J., CRUZ, L.M.S., SARMANHO, A.P.S. **Impressora 3D no desenvolvimento de pesquisas com próteses**. *Rev. Interinst. Bras. Ter. Ocup.* Rio de Janeiro. 2018. v.2(2): 398-413.

SILVA, *et al.* **Análise dos fatores de risco relacionados às amputações maiores e menores de membros inferiores em hospital terciário**. *J Vasc Bras.* 2017 Jan.-Mar.; 16(1):16-22.

ZUNIGA, *et al.* **Cyborg beast: a low-cost 3d-printed prosthetic hand for children with upper-limb differences**. *Bmc Research Notes*, v, 8, n. 1, p. 10-18, 2015.

# Proposta de Ferramenta para Usinagem de Espumas para Adequação Postural

Costa, Carlos Alberto<sup>1</sup>; Calgaro, Rafael<sup>1</sup>; Grandi, Suzete<sup>2</sup>; Costa, Felipe Acordi<sup>1</sup>

1 – Departamento de Engenharia Mecânica, UCS, cacosta@ucs.br

2 – Universidade de Caxias do Sul, UCS, sgrandi@ucs.br

\* - Correspondência: Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Bairro Petrópolis, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, 95.070-560.

## RESUMO

Esse trabalho apresenta a proposta de uma nova geometria para uma ferramenta de corte do tipo fresa, adequada para a usinagem de espumas flexíveis de PU (Poliuretano) para a fabricação de sistemas de adequação postural. A ferramenta proposta foi desenvolvida em parceria com uma empresa fabricante de ferramentas e foi comparada com ferramentas comercialmente disponíveis por meio de testes de usinagem em máquina CNC. Os resultados evidenciaram um melhor acabamento superficial e dimensional das peças produzidas com a nova ferramenta. Parâmetros como o aspecto visual, as rugosidades e as dimensões foram analisados.

**Palavras-chave:** *Usinagem, Espumas de PU, Adequação Postural, Fresamento.*

## ABSTRACT

*This work presents the proposal of a new geometry for a milling tool, designed to machining of flexible PU (Polyurethane) foams for postural adequacy systems manufacturing. The proposed tool was developed in partnership with a tool manufacturer and was compared with commercially available tools through CNC machining tests. The results showed better dimensional and surface finishing of the final parts with the new tool. Parameters such as visual aspect, roughness and dimensions were analysed.*

**Keywords:** *Machining, PU Foams, Postural Devices, Milling.*

## 1. INTRODUÇÃO

A adequação postural de uma pessoa com deficiência física é de suma importância, visto que, geralmente, elas passam longos períodos diários em uma mesma posição. No caso de pessoas em fase de crescimento, uma correta e ajustada postura permitirá que o sistema musculoesquelético cresça de modo uniforme, prevenindo problemas adicionais (BURNS e MACDONALD, 1999). Além disso, equipamentos mal projetados ou incompatíveis com a anatomia do corpo humano podem ser extremamente prejudiciais à saúde, podendo causar úlceras de pressão e outras complicações (STOCKTON *et al.*, 2009). A adequação postural personalizada é um método pouco utilizado, sendo que poucas empresas fornecem esse tipo de serviço. Entre as razões estão: a complexidade na obtenção e no tratamento dos dados antropométricos e o próprio processo de fabricação do componente final.

A usinagem de espuma de PU (Poliuretano) flexível, normalmente utilizada para dispositivos de adequação postural, é uma possibilidade para produzir formas geométricas personalizadas. Isso proporciona um maior conforto e qualidade de vida para os seus usuários, garantindo uma correta adequação postural. Contudo, o processo de usinagem desse tipo de material possui algumas particularidades associadas às condições e estratégias de corte e à geometria da ferramenta de corte. Estudos como os feitos por TRYBUS, 2003; OLARI e ALLEN, 2004; BRIENZA *et al.*, 1992; MALAK e ANDERSON, 2005; SILVA, 2011, têm discutido esse tipo de processo de usinagem. Neles, foram estudadas especificidades do processo de corte de espumas flexíveis e o uso de ferramentas comercialmente disponíveis. Tais estudos evidenciam as altas velocidades de corte, além da estratégia de corte discordante para esse tipo de material. Contudo, os estudos são limitados quanto à proposição de uma geometria de corte adequada para a usinagem de espumas flexíveis de PU. Este trabalho apresenta um estudo sobre o processo de usinagem de espumas flexíveis em PU, onde é proposta uma nova geometria de ferramenta de corte.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas espumas flexíveis de PU com densidade de 33, 45 e 60 kg/m<sup>3</sup>, densidades que são normalmente utilizadas para compor os dispositivos de adequação postural. Para avaliação do processo de usinagem, os testes foram realizados em um centro de usinagem HartFord LG-500 que possui limite de rotação da ferramenta de 10.000 rpm e curso de usinagem de 520mm(x), 420mm (y) e 450mm (z). A forma de fixação foi

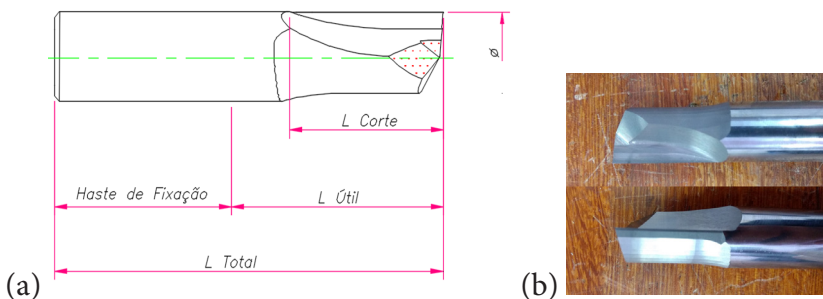


realizada por meio de uma placa de madeira (400x250mm) fixada em uma morça. O bloco de espuma foi colado nessa placa por meio da utilização de um adesivo a base de PVA. Após a aplicação do adesivo, foi determinado um período de 24 horas para total adesão do par espuma-placa de madeira. A geração das geometrias de estudo foi realizada com o software SolidWorks® e a programação foi realizada com o software EdgeCAM®.

Foram avaliadas as etapas de desbaste e acabamento. Para a realização dos testes de ajuste e desenvolvimento da ferramenta, uma geometria em rampa foi utilizada, onde foram variados os parâmetros de corte e sentido. Foram utilizadas fresas de diâmetros de 8, 12 e 16 mm, com ângulos de hélice de 10, 20 e 25 graus, com 2 e 4 gumes de corte. Com base nisso, foram identificados alguns pontos orientativos com relação à estratégia de corte, parâmetros e geometria da ferramenta:

- o sentido de corte deve ser sempre discordante, resultando em uma superfície uniforme e com excelente acabamento;
- foram descartadas fresas com mais de dois gumes, bem como fresas com ângulo de hélice maiores que 20°;
- com relação ao avanço, foram testados valores variando de 2000mm/min até 3500mm/min, sendo que valores acima de 3500mm/min resultaram em uma piora no acabamento, e
- as velocidades de cortes ideais estão na faixa de 340-360m/min.

Com base nessas orientações, foi selecionada a fresa de topo reto, Ø 12 mm, inteiriça, metal duro, com 2 gumes de corte e ângulo de hélice de 20° como referência comercial para os estudos. Para tanto, foi desenvolvida, em parceria com um fabricante de ferramentas de Caxias do Sul (Secta Tools), uma ferramenta em metal duro, topo reto, 1 gume de corte, ângulo de hélice de 0° e um ângulo de saída de 10°. (Fig. 1). Foram produzidas ferramentas com diâmetros de 16, 12 e 8mm.



**Figura 01**

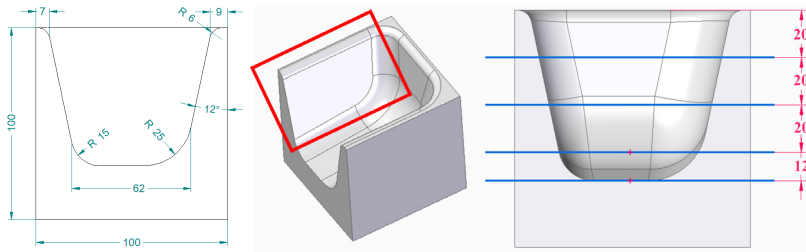
Fresa desenvolvida: (a) visão esquemática (b) ferramenta final

Para fins de comparação e avaliação do estudo, foi criada uma geometria padrão, com diferentes raios, inclinações e espessuras de parede como forma

de representar algumas características normalmente encontradas em formas antropométricas (Fig. 2).

Foram definidas três estratégias de corte para a geometria definida, sendo elas:

- I. desbaste seguido por acabamento por planos específicos. Sobrematerial de 4mm e incrementos de 1mm no eixo Z;
- II. desbaste total da cavidade seguido por acabamento total da cavidade. Sobrematerial de 4mm e incrementos de 1mm no eixo Z, e
- III. operação de desbaste na dimensão final. Incrementos de 1 mm no eixo Z.



**Figura 02**

Geometria definida para testes de usinagem: dimensões (esq.); área para análise superficial (centro) e planos de medições (direita)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tab. 1 apresenta uma compilação dos resultados relativos aos testes realizados.

A primeira coluna identifica o ensaio realizado. Para o caso da ferramenta de 12mm, por ser uma ferramenta disponível comercialmente, foram aplicadas as 3 estratégias de usinagem (I, II, e III). Para a ferramenta de 16mm, especialmente desenvolvida, foi aplicada apenas a estratégia II, por ser essa normalmente a mais aplicada na usinagem de formas complexas. Como escala de qualidade superficial, inicialmente foram considerados o pior (0) e o melhor (3) acabamentos por percepção de análise visual.

Ensaio	Ø Ferramenta	Estratégia	Qualidade (0 a 3)
a	12mm	I	1
b	12mm	II	1
c	12mm	II	0
d	16mm	II	2

Ensaio	Ø Ferramenta	Estratégia	Qualidade (0 a 3)
e	16mm	II	3
f	12mm	III	2

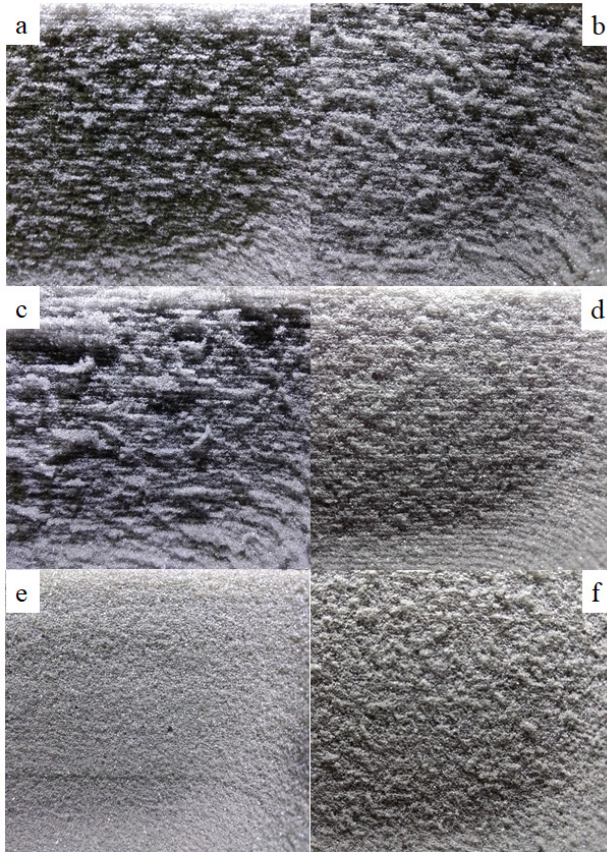
**Tabela 01**

Valores de rugosidades (Rp, Rv, Rz e Ra) para os ensaios realizados

A Fig.3 apresenta algumas imagens da superfície final obtida por cada ensaio realizado. Foram capturadas imagens da mesma região da geometria padrão usinada (Fig.2), evidenciando a boa qualidade superficial obtida com o perfil da ferramenta desenvolvida, ou seja, ensaios (d) e (e). A superfície obtida com a estratégia III (ensaio f) também apresentou um bom aspecto superficial. Estima-se que isso seja resultado da maior rigidez do bloco de matéria-prima. Nos demais ensaios houve excesso de rebarbas.

Além das análises visuais, foram realizados ensaios com um Perfilômetro 3D (Taylor Hobson, CCI Lite) laser para avaliar as rugosidades superficiais obtidas em cada ensaio. A Tab.2 apresenta os valores de rugosidades (Ra, Rt, Rz, Rc), a partir dos quais é possível comprovar a percepção visual anterior, sendo o experimento “e)” aquele com menores valores de rugosidade.

Foram também realizadas medições da largura da cavidade em 3 planos específicos em Z (Fig. 2-direita). Os planos são -20mm, -40mm e -60mm, com as dimensões nominais de largura de 77,5mm, 68mm e 59mm, respectivamente. A ferramenta desenvolvida de Ø16mm obteve uma menor variação em relação à dimensão nominal (de -0,23mm a -0,70mm), enquanto as variações obtidas com a ferramenta de Ø12mm foram acima de 1mm. Mais uma vez, o ensaio “(e)” foi o que apresentou melhores resultados em todas as faixas dimensionais analisadas.



**Figura 02**

Teste de usinagem com a fresa desenvolvida: (a) densidade 33 kg/m<sup>3</sup> (b) densidade 60 kg/m<sup>3</sup>

Ensaio	Rp	Rv	Rz	Ra
<b>a</b>	0,2786	0,2696	0,5482	0,1074
<b>b</b>	0,2722	0,2698	0,5421	0,1077
<b>c</b>	0,2474	0,2447	0,4922	0,0809
<b>d</b>	0,2772	0,2703	0,5475	0,2019
<b>e</b>	0,2462	0,2293	0,4755	0,0765
<b>f</b>	0,2947	0,2386	0,5334	0,1027

**Tabela 02**

Valores de rugosidades (Rp, Rv, Rz e Ra) para os ensaios realizados

## 4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um estudo sobre o processo de usinagem de espumas flexíveis de PU, propondo uma nova geometria de ferramenta. Foram realizados testes comparativos, comprovando-se a eficácia da ferramenta desenvolvida, seja no aspecto dimensional, seja no acabamento superficial. Estudos estão sendo realizados para a avaliação da ferramenta em condições de produção, bem como na usinagem de diferentes densidades de espumas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Processo Número: 442138/2016-4 TA) e à UCS pelo apoio financeiro concedido. Estende-se o agradecimento à empresa Secta Tools e ao CECLIN-UCS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRIENZA, D.M.; BRUBAKER, C.E.; MCLAURIN, C.A.; CHUNG, K-C. A manufacturing system for contoured foam cushions. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, vol. 29, n. 4, p. 32-40, Fall 1992.

BURNS, Y.R. & MACDONALD, J. *Fisioterapia e crescimento na infância*. 1. Ed. São Paulo: Santos, 1999.

MALAK, S.F.F.; ANDERSON, I.A. Orthogonal cutting of polyurethane foam. In: *International Journal of Mechanical Sciences*, n. 47, p. 867-883, 2005.

OLARI, J.R.; ALLEN, D.L. Process for machining a flexible foam. US 2004/0089963, 13 May 2004.

SILVA, F.P. *Usinagem de Espumas de Poliuretano e Digitalização Tridimensional para Fabricação de Assentos Personalizados para Pessoas com Deficiência*. 2011. 192 f. Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Porto Alegre, 2011.

STOCKTON, L.; GEBHARDT, K.S.; CLARK, M. Seating and pressure ulcers: Clinical practice guideline. *Journal of Tissue Viability*, n. 18, p. 98-108, 2009.

TRYBUS, J. Method of machining plastic soft foam blocks. US 2003/0051333 20 Março 2003.

# Exposição Na Ponta dos Dedos: proposta de acessibilização por meio de fotografia tátil, rastreamento de toque e audiodescrição

Cavalcante Vieira, Roberto Cesar <sup>1</sup>; Santiago Araújo, Vera Lúcia<sup>2</sup>; Frazão Seoane, Alexandra<sup>3</sup>; Sales, Larissa da Conceição<sup>4</sup>; Rodrigues, Liliane<sup>5</sup>; Barroso Lima, Neyara Rebeca<sup>6</sup>; Cordeiro, Luciana<sup>7</sup>

1 – Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Design, UFC, robertovieira@daud.ufc.br

2 – Programa de Pós-Graduação em Linguística Aplicada / LATAV/ UECE, vera.santiago@uece.br

3 – Programa de Pós-Graduação em Linguística Aplicada / LATAV, UECE, alexfseo@gmail.com

4 – Museu da Fotografia Fortaleza, larissa.educativo@gmail.com

5 – Museu da Fotografia Fortaleza, rodrigues.mlili@gmail.com

6 – Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Design, UFC, lunaarggentosoleoro@gmail.com

7 – Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Design, UFC, lu\_lusales@design.ufc.br

\*- Correspondência: DAUD –Av. da Universidade, 2890, Benfica, Fortaleza, CE, Brasil, 60020-181.

## RESUMO

Uma exposição composta de fotografias feitas por cegos contará com um processo de acessibilização, contendo peça tátil, audiodescrição e rastreamento de toque. Este artigo tem o objetivo de descrever esse processo, com ênfase na materialização e no rastreamento. A metodologia envolve um estudo descritivo-exploratório, no qual serão elaboradas e testadas a audiodescrição, a peça tátil e o sistema de rastreamento. Os resultados preliminares demonstraram que cada uma das etapas da acessibilização é complementada pela outra, tendo o sistema sido aprovado por duas consultoras do projeto.

**Palavras-chave:** *Fotografia Tátil, Rastreamento de Toque, Audiodescrição.*

## ABSTRACT

*An exhibition composed of photographs taken by the blind will undergo an accessibility process, containing tactile representation, audio description and tracking. This article aims to describe this process, with an emphasis on the materialization and tracking. The method involves a descriptive-exploratory study, in which the audio*

*description, the tactile part and the tracking system will be produced and tested. The preliminary results showed that each of the accessibility stages is complemented by the other, with the system being approved by two project consultants.*

**Keywords:** *Tactile Photography, Tracking, Audio description.*

## **1. INTRODUÇÃO**

O curso de Design da Universidade Federal do Ceará tem um projeto de extensão em andamento intitulado Fotografia Tátil Como Meio de Expressão Artística e Inclusão, que objetiva possibilitar que pessoas com deficiência visual (PcDV) produzam fotografias. O Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Design (DAUD), em parceria com o Museu da Fotografia Fortaleza (MFF) e o Instituto dos Cegos do Ceará, ofereceu dois cursos em 2019 sobre técnicas de produção de fotografia para PcDVs, possibilitando-lhes criarem suas próprias fotos. O MFF vai promover uma exposição dessas fotografias, intitulada “Na Ponta dos Dedos”, que contará com audiodescrição, peças táteis e rastreamento de toque. Além do DAUD e do MFF, o Laboratório de Tradução Audiovisual (LATAV), por meio do grupo LEAD (Legendagem e Audiodescrição) da Universidade Estadual do Ceará, foi convidado a participar do projeto em função da vasta experiência em pesquisas e formação em audiodescrição.

A acessibilização de obras de arte pelo toque é defendida por De Coster e Mühleis (2007) e Holland (2009). Eles sugerem que esse toque seja acompanhado pela audiodescrição (AD) quando o museu permitir que essas peças sejam tocadas. A acessibilidade ficaria, portanto, circunscrita a essas peças. Nossa proposta visa a um projeto de acessibilização para que as PcDVs tenham acesso a todo o acervo dos museus. Este artigo tem como objetivo descrever essa proposta. Além desta introdução, o artigo está dividido em mais três subseções: a segunda traz os procedimentos metodológicos; a terceira, os resultados parciais; e a quarta, as conclusões.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Materiais de pesquisa**

Serão elaborados roteiros de AD de 20 fotografias feitas por cegos para a exposição no MFF. Além disso, teremos os dados das entrevistas a serem feitas numa pesquisa de recepção a ser realizada com PcDVs assim que tivermos a resolução do comitê de ética. Para esse artigo, apresentamos os dados de uma

fotografia e da recepção de duas consultoras com deficiência visual do projeto para testarmos a metodologia.

## 2.2. Materialização e rastreamento de toque

Os processos de materialização utilizados fazem uso de métodos de fabricação digital, assim como Araujo e Santos (2015) e Carfagniet al. (2012). Tais métodos se caracterizam pelo uso de maquinário controlado por computador, tornando o processo mais automatizado e preciso. Neste trabalho foram utilizadas máquina de corte a *laser* para as peças das fotografias táteis e impressão 3D para construção de modelo auxiliar que permite uma melhor compreensão espacial de um determinado elemento da foto. Para a construção da peça tátil, foi utilizada uma metodologia de empilhamento de camadas de MDF de 3 mm produzidas em máquina de corte a *laser*. Carfagniet al. (2012) concluem em seu trabalho que delimitar elementos táteis com espessuras bem definidas pode facilitar a compreensão do toque.

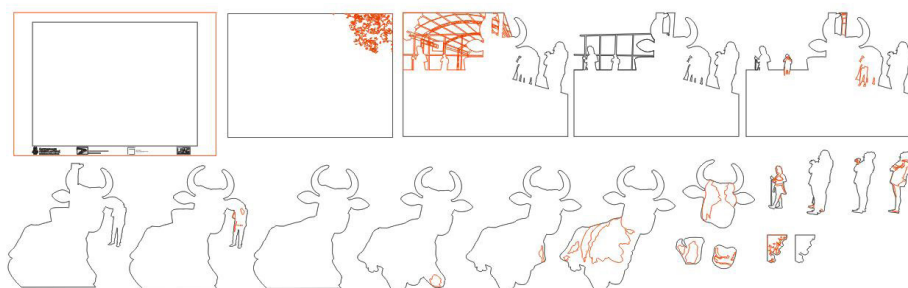
A fase inicial de planejamento da peça é de grande importância. Cada camada representa elementos destacados nos planos da fotografia ou detalhes de um mesmo elemento. É necessário determinar inicialmente quais são os planos da imagem e quais elementos fazem parte de cada um deles. Neste momento é possível estabelecer a importância de cada objeto a ser retratado. Em geral, os elementos no primeiro plano podem ser divididos em maior número de camadas, para que suas partes sejam mais bem definidas ao passo que elementos mais ao fundo podem ser reduzidos a uma única camada com gravações superficiais. Essa não é uma regra geral, pois dependendo da necessidade, pode-se utilizar mais camadas em objetos de fundo. Essa análise subjetiva torna difícil o uso de métodos automatizados de geração dos arquivos de corte.



**Figura 01**  
Fotografia original e definição de camadas.



Uma vez definidas as camadas que formarão a peça tátil (Figura 01), são utilizados *softwares* de vetorização para definição de cada curva de corte. Além dessas curvas, podem ser utilizados padrões de texturas para a gravação de detalhes na peça tátil. Por se tratar de um método de empilhamento, cada camada superior deve possuir uma base que será cortada juntamente com a camada imediatamente inferior. Durante o processo de construção do arquivo e identificação das camadas, pode-se definir a utilização de outros materiais além do MDF de 3 mm. No caso da peça estudada, foi definida a utilização de cortiça para representar as manchas da vaca. Uma vez que as manchas pertencem ao mesmo plano (couro da vaca), separar em camadas poderia confundir a percepção, podendo levar a PcDV a pensar que se trata de outro objeto. A utilização de gravação de uma textura na peça ou uso de outro material permite a delimitação das áreas pretas e brancas do couro da vaca.



**Figura 02**  
Camadas resultantes para produção das peças em MDF de 3 mm.

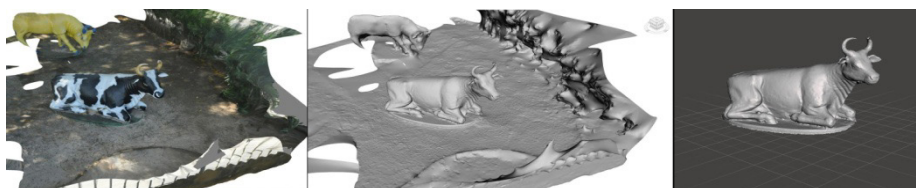
Definido o arquivo com os vetores (Figura 02), é utilizada a máquina de corte a *laser*. Para o corte das curvas em material MDF de 3 mm, foram necessários 23 minutos e 11 segundos. A fixação das camadas é feita com cola branca, para posterior colagem das manchas em cortiça, resultando na peça da Figura 03.



**Figura 03**  
Corte das camadas e sobreposição das camadas cortadas formando a peça final.

### 2.3. Impressão 3D de elemento auxiliar

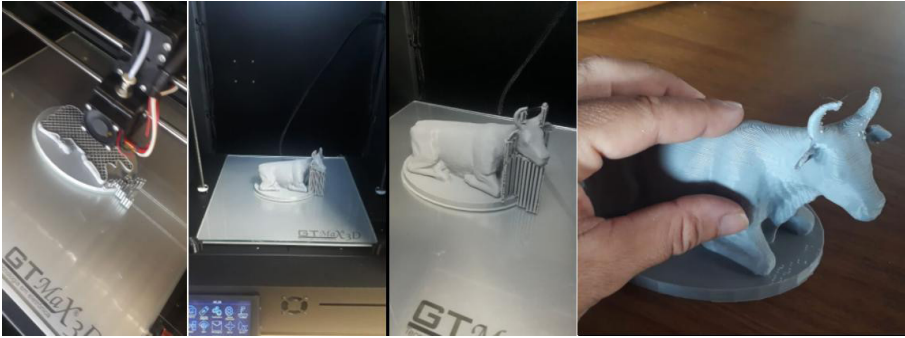
Uma fotografia é a representação de uma cena do espaço tridimensional em um plano. A passagem dessa representação para o plano e a eliminação de elementos visuais dificultam o entendimento da peça quando apreciada pelo tato. Uma peça tátil possui elementos simplificados, priorizando planos e contornos. Dependendo do ângulo da fotografia, alguns elementos podem não ser completamente representados na imagem ou facilmente compreendidos. Por esse motivo, o método proposto inclui a possibilidade de uso de elementos auxiliares que podem ajudar na compreensão da fotografia. Elementos auxiliares são objetos reais ou maquetes em 3D, permitindo a sua manipulação e compreensão da geometria. Na fotografia estudada, o elemento principal é a vaca. Para a produção de uma maquete impressa em 3D foi utilizada a técnica de fotogrametria para que, a partir de fotos de diversos ângulos da vaca, seja possível gerar o modelo 3D em *software* que oferece tal recurso. Para esse modelo, foram feitas 30 fotos em diversos ângulos. A geração do modelo 3D aconteceu por meio do *software Autodesk ReCapPhoto 21.0*, que resultou nos modelos da Figura 04. O resultado do processamento das imagens gera um modelo com parte do seu entorno, o que exige a limpeza da malha antes da impressão 3D. A imagem da direita da Figura 04 mostra o resultado do modelo já com a limpeza da malha que foi feito utilizando o *software Autodesk Meshmixer 3.5*.



**Figura 04**

Modelo resultante da fotogrametria com texturas, sem texturas e modelo final.

O modelo foi impresso em 3D com 15 centímetros de largura na sua maior dimensão, com tempo de impressão de 3 horas e 12 minutos. A Figura 05 mostra o processo de impressão e um detalhe de relação de escala com a mão. A dimensão impressa se mostrou adequada para a percepção dos detalhes do modelo, uma vez que objetos muito pequenos dificultam a identificação de partes do objeto e os muito grandes dificultam a sua manipulação e aumentam o tempo e custo de impressão.



**Figura 05**  
Processo de impressão 3D.

#### **2.4. Sistema de rastreamento do toque**

Com o objetivo de oferecer maior autonomia às PcDVs, foi desenvolvido um sistema de rastreamento com mapeamento das peças táteis para que o sistema execute áudios de áreas exploradas pelo usuário. A parte física consiste em uma base para fixação das peças táteis e uma haste para fixação de uma *webcam*, conforme Figura 06 na imagem mais à direita. A base foi definida para a fixação de peças táteis no formato A3. Dessa forma, as peças táteis produzidas para a exposição foram padronizadas para essa dimensão.

O sistema permite a identificação de pontos e raios de influência que determinam áreas circulares. Para cada peça, é possível, em tempo de execução, definir tais pontos, mapeando áreas de interesse para que áudios sejam executados no momento em que o usuário toca a área mapeada. O ponto a ser rastreado foi definido como o de maior brilho captado pela *webcam* que fica no topo da haste. Para garantir que esse ponto esteja na ponta de um dos dedos do usuário, são utilizados adesivos reflexivos colados na unha de um dos dedos. Dessa forma, ao explorar a peça tátil, a *webcam* envia imagens ao sistema que as processa e identifica o local onde o dedo com o adesivo toca. Se essa área corresponder a uma das áreas mapeadas, é executado o áudio correspondente daquele elemento. Para a peça exemplificada neste trabalho, são ilustrados na Figura 06 os pontos mapeados. A imagem do meio da figura mostra o sistema em execução com o ponto rastreado sendo representado por um círculo vermelho e as áreas mapeadas, por círculos amarelos.



**Figura 06**

Áreas definidas para mapeamento e sistema em execução.

## **2.5. Pesquisa de recepção com PcDVs**

Na coleta, o participante ouve a AD, em seguida tateia a peça livremente, escuta novamente a AD, movimentando as mãos sobre a peça tátil de forma mais lenta, objetivando tocar os pontos em que ainda possa ter dúvidas sobre o elemento representado na foto. Ao final, relata suas impressões (relato livre) e há uma entrevista semiestruturada (relato guiado), contendo indagações sobre as principais questões de pesquisa.

## **3. RESULTADOS**

### **3.1. Elaboração das audiodescrições**

Para a elaboração da AD, partimos da *Gramática do Design Visual* de Kress e Van Leeuwen (2006). Nela, os autores sugerem vários recursos semióticos para a leitura multimodal de uma fotografia, a partir da descrição dos elementos que podem ser visualizados pelo espectador (função interativa), do tipo de leitura que esses elementos podem suscitar (função representacional) e da composição estrutural da obra (função composicional). Esses recursos não são voltados para a audiodescrição, mas serviram de suporte para as descrições.

### **3.2. Pesquisa de recepção preliminar para testagem da metodologia**

Foram apresentadas duas ADs, uma mais curta, com poucos detalhes de direcionamento, e outra mais longa, mais detalhada e com mais termos técnicos da composição da fotografia. As participantes comentaram que cada etapa do processo complementou a outra. Os direcionamentos da AD ficaram mais claros

com a peça tátil. As dúvidas restantes foram tiradas pelo rastreamento. As ADs ajudaram na construção da imagem mental, no entendimento da distribuição espacial dos elementos na fotografia, o que facilitou encontrar, na peça tátil, aqui os que lhes chamaram atenção. No entanto, alguns direcionamentos não ficaram claros, mesmo na versão mais detalhada.

Com o toque, as participantes relataram que a peça proporcionou autonomia, possibilitando uma experiência mais rápida com a imagem e a percepção do formato dos elementos da fotografia. No entanto, sentiram dificuldade em perceber as manchas (textura de cortiça), o posicionamento da vaca (sentada com as pernas para trás), e alguns elementos posicionados atrás dos chifres (a palmeira e parte do gradil da cobertura da quadra de esportes). O rastreamento resolveu a maioria dessas dificuldades, confirmando, com segurança, que o elemento tocado era o visualizado mentalmente pelas participantes. Porém, ainda ficou a dúvida sobre o posicionamento das patas da vaca, dobradas para trás em relação ao corpo. O modelo 3D tornou mais claro esse posicionamento, além da verificação com precisão de outros detalhes (orelha, boca, olhos, testa, chifre, focinho, barbela/papada).

#### 4. CONCLUSÕES

Esperamos que ao término da pesquisa possamos fazer uma proposta que possa ser replicada por museus de todo o país. Pretendemos que, além dessa exposição, possamos acessibilizar também exposições permanentes em museus de arte, como o da Universidade Federal do Ceará (MAUC). Como trabalhos futuros, podemos citar o aperfeiçoamento do sistema de rastreamento, uma vez que o uso de adesivo reflexivo concorre com anéis, pulseiras ou relógios dos usuários, sendo necessário retirá-los para fazer uso do sistema. Para as peças táteis, é necessário criar uma tabela de texturas fixas que definem alguns elementos em fotografias, como, por exemplo: folhas, cabelo, sombras, entre outros.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, M. D. X.; SANTOS, D. M. 2015. Fotografia Tátil: desenvolvimento de modelos táteis a partir de fotografias com a utilização de impressora 3D. **Revista Brasileira de Design da Informação – Infodesign**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 62-76, 2015.

DE COSTER, K.; MÜHLEIS, V. Intersensorial translation: visual art made up by words. In: CINTAS, J. D.; ORERO, P.; REMAEL, A. **Media for all: subtitling for the deaf, audio description, and sign language**. Amsterdam/New York: Rodopi, 2007. p. 189-201.

CARFAGNI, M.; FURFERI, R.; GOVERNI, L.; VOLPE, Y.; TENNIRELLI, G. (2012), Tactile representation of paintings: an early assessment of possible computer based strategies. In: IOANNIDES,

M.; FRITSCH, D.; LEISSNER, J.; DAVIES, R.; REMONDINO, F.; CAFFO, R. (Ed.). **Progress in Cultural Heritage Preservation**: EuroMed 2012. Berlin/Heidelberg: Springer, 2012. (Lecture Notes in Computer Science, v. 7616). [https://doi.org/10.1007/978-3-642-34234-9\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-642-34234-9_26)

HOLLAND, A. Audio description in the theatre and the visual arts: images into words. In: DÍAZ CINTAS, J.; ANDERMAN, G. **Audiovisual translation**: language transfer on Screen. Basingstoke/ New York: Palgrave Macmillan, 2009. p. 170-185.

KRESS, G.; VAN LEEUWEN, T. **Reading images**: the Grammar of Visual Design. 2. ed. London/ New York: Routledge, 2006.

# Prótese Mioelétrica: requisitos no seu desenvolvimento

Pagatini, Michel<sup>1</sup>; Merino, Eugenio Andres Diaz<sup>2</sup>

1 – PPGEF, UFSC, michel.pagatini@posgrad.ufsc.br

2 – PPGEF e Pós Design, UFSC, eugenio.merino@ufsc.br

\*Bolsista do CNPq – Brasil. UFSC. Campus Reitor João David Ferreira Lima. Cx. Postal 476. Bairro Trindade, Florianópolis/SC, Brasil, CEP 88040-970. Sala 11, Bloco A, CCE.

## RESUMO

Pesquisas no uso de mãos artificiais revelam que de 30 a 50% dos amputados das extremidades superiores não usam suas próteses regularmente. O objetivo deste artigo é identificar os conceitos e requisitos encontrados em artigos internacionais no desenvolvimento de próteses mioelétricas. Realizou-se um levantamento bibliográfico na base *ScienceDirect* e 8 artigos foram selecionados. Verificou-se que os principais conceitos envolvidos na fabricação de uma prótese são baixo custo, habilidade de preensão, antropomorfismo e massa reduzida. Avaliou-se as médias dos requisitos encontrados e obteve-se massa de 480 g, velocidade de abertura de  $125 \text{ }^\circ \text{ s}^{-1}$  e preensão dos dedos de 7 N.

**Palavras-chave:** *amputação de membro superior, prótese mioelétrica, prótese biônica.*

## ABSTRACT

*Research on the use of artificial hands reveals that 30 to 50% of upper extremity amputees do not use their prostheses regularly. The purpose of this article is to identify the concepts and requirements found in international articles in the development of myoelectric prostheses. A bibliographic survey was carried out on the ScienceDirect database and 8 articles were selected. It was found that the main concepts involved in the manufacture of a prosthesis are low cost, ability to grasp, anthropomorphism and reduced weight. The averages of the requirements found were evaluated and a weight of 480 g was obtained, an opening speed of  $125 \text{ }^\circ \text{ s}^{-1}$  and a finger grip of 7 N.*

**Keywords:** *upper limb amputation, myoelectric prosthesis, bionic prosthesis.*

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério da Saúde do Brasil (2018), houve um aumento de 9% de amputações em 2018, em comparação a 2017, chegando a 59 mil amputações. De acordo com a OMS (2017), 70% das amputações são decorrentes da diabetes, doença que dificulta a circulação de sangue e, conseqüentemente, dificulta a cicatrização. Não é conhecido o valor preciso da incidência mundial e brasileira de amputações; calcula-se que a proporção global de novos casos seja entre 2,8 a 43,9 casos por 100.000 habitantes/ano (GROUP, 2000) e no Brasil 13,9 casos por 100.000 habitantes/ano (IBGE, 2010). A taxa de deficiência congênita de membro superior é de 1 para 4000 pessoas nos Estados Unidos (SENSINGER et al., 2019). Pesquisas no uso de mãos artificiais revelam que de 30 a 50% dos amputados de extremidades superiores não usam suas próteses regularmente. Os principais fatores para isso são a baixa funcionalidade, aparência não humanoide e baixa controlabilidade das próteses (CARROZZA et al., 2006). Este é um dos motivos relevantes para este estudo.

O presente trabalho propõe identificar na literatura os requisitos e conceitos encontrados em artigos internacionais no desenvolvimento de próteses mioelétricas.

## 2. DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÕES

Neste trabalho elaborou-se uma revisão integrativa da literatura, por se tratar de uma forma de pesquisa importante, com o intuito de obter resultados, contribuindo para a prática baseada na evidência. Reuniu-se critérios para a escolha de dados, análise e apresentação de resultados, através da escolha específica de artigos internacionais publicados entre 2013 e 2020, com a relevância global de análises de pesquisadores de diferentes países, onde situações socioeconômicas e tecnologias são semelhantes ou adversas às do Brasil. Não foram considerados artigos com informações faltantes, testes incompletos e falhas nas características das próteses. Após uma análise, selecionou-se 08 artigos para a confecção desta revisão de literatura. O artigo desenvolve-se com a definição do tema próteses, após conceitua-se o que são requisitos e conceitos e quais são as importâncias dos mesmos. Posteriormente, é feita a análise em um quadro resumo, onde apontam-se os autores, conceitos, requisitos e o resultado obtido.

### 2.1 PRÓTESES

Prótese é um membro artificial utilizado por uma pessoa que foi submetida a uma amputação ou nasceu com um membro faltante (DAY et al., 2020). A



escolha para essa peça artificial deve ser alimentada pelas capacidades funcionais e necessidades impostas pelo usuário (PASQUINA et al., 2006). Próteses para membros superiores podem ser classificadas em duas categorias: próteses passivas, divididas entre estéticas e funcionais, que podem ser utilizadas para todos os níveis de amputação do membro superior, e próteses ativas, divididas entre movidas pelo corpo e externamente alimentadas (FUMERO e COSTANTINO, 2001). As próteses ativas movidas pelo corpo são controladas por cabos que se tencionam em relação ao movimento de outro membro. As próteses externamente alimentadas contam com uma fonte que auxilia a suprir a energia necessária na realização do movimento. Elas podem ser divididas em duas categorias: elétricas controladas por botões e mioelétricas, controladas por sinais de eletromiografia (CORDELLA, 2016).

### 2.1.1 Próteses de eletromiografia

As próteses de eletromiografia têm aparência humanoide e têm a função de realizar movimentos através de seus componentes eletrônicos. O termo “Mioelétrico” é muito utilizado e tem como referência os atributos elétricos dos músculos. A prótese controlada por eletromiografia é um membro artificial alimentado por uma bateria e que o paciente consegue controlar os sinais elétricos gerados por seus próprios músculos (OTTOBOCKUS, 2017). A atividade elétrica gerada a partir das contrações musculares em um membro amputado é amplificada, processada e utilizada para controlar a corrente elétrica de uma bateria para um motor, que realiza a função de um membro artificial (VIDAL, 2008).

O principal objetivo da utilização de próteses é proporcionar a maior independência funcional ao amputado, propiciando uma melhora da autoimagem e sociabilidade. No entanto, o dispositivo é apenas uma peça em um quebra cabeça, pois a personalização e nível de habilidade exigem um custo significativo (SENSINGER et al., 2019). Seu usuário influencia o controle do dispositivo, tentando adaptar-se a ele. O aprendizado deve ser eficaz para um amputado ter um controle natural e robusto das próteses, é preciso reconhecer a necessidade de um dispositivo que seja intuitivo de se utilizar e estável (BARRON et al., 2020).

#### 2.1.1.1 Conceitos e requisitos

Quanto maior a complexidade do projeto, mais atenção deve ser dada à coleta de requisitos. Segundo o dicionário Aurélio (2020), o termo “requisito” pode ser definido como “condição necessária para se obter alguma coisa, ou para alcançar determinado propósito”. Já o termo “conceito” é definido como a “percepção que alguém possui sobre algo ou alguém”. A realização da engenharia de projeto, devido às razões práticas e tecnológicas, requer uma restrita lista de requisitos. É necessário realizar uma análise dos requisitos mais importantes. Alguns conceitos

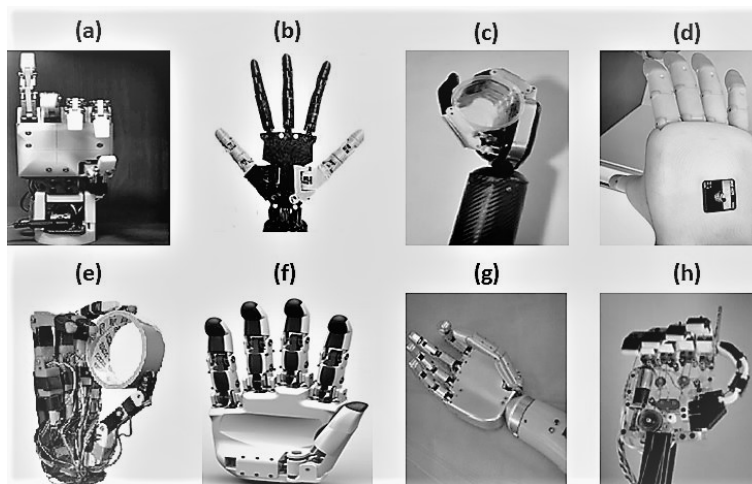
como a aparência não cosmética, falta de informação sensorial fornecida ao amputado e falta de uma interface natural de comandos são as principais limitações das próteses comercialmente disponíveis (CARROZA, 2001).

As tarefas realizadas pela mão são complexas, o desenvolvimento de protótipos requer a análise antropomórfica, conceitos como grau de liberdade, tamanho, massa, dinâmica de preensão, potência máxima de uso, autonomia, estudo de controle eletromiográfico (MIO et al., 2017). O **Quadro 1** apresenta um resumo dos conceitos e requisitos encontrados. A **Figura 1** apresenta os protótipos produzidos nos trabalhos avaliados.

Autor	Conceitos/Requisitos	Principais Resultados
Park e Kim, 2020	Custo: 500 dólares Massa: 570 g Tensão de operação: 12 V Velocidade de flexão: $185^{\circ} s^{-1}$ Velocidade do dedo: $179^{\circ} s^{-1}$ Tamanho: 71 x 84 x 235 mm Força da ponta do dedo: 8,76 N	Prótese com comunicação via bluetooth.
Camacho et al., 2019	Custo: 530 dólares Massa: 227 g	Confecção de uma mão com um polegar extra.
Badawi e Alfred, 2019	Tempo para abrir aperto: 0,2 s Força máx. de aperto: 53,27 N Carga estática máxima: 6 Kg Antropomórfico	Sistema que permite o usuário controlar a força, temperatura e movimento, com o uso de um aplicativo Android.
Weiner et al., 2018	Tamanho: 30 x 87 x 144 mm Força de preensão do gancho: 120 N Força na ponta do dedo: 7,48 N Força de preensão 24 N Velocidade de fechamento: 1 a 3 s	Construiu-se com uma câmera colorida na parte da frente da palma da mão.
Borisov et al., 2017	Massa: 450 g Habilidade de preensão. Materiais: ABS, alumínio e chapa de aço	Melhor controle das falanges e ponta dos dedos, através de vibro motores os usuários conseguem verificar a preensão.
Krauz et al., 2015	Custo: 2900 dólares Massa: 584 g Antropomórfico Força ponta do dedo: 4,1 N Velocidade de Abertura/ fechamento: $126^{\circ} s^{-1}$ Veloc. Polegar: $37^{\circ} s^{-1}$ Tempo de impressão: 3 horas Motor: 9 V	Construiu-se 6 graus de liberdade e 6 motores, 10 juntas móveis.

Autor	Conceitos/Requisitos	Principais Resultados
Zhang et al., 2015	Massa: 440 g Força de prensão: 10 N Tamanho: 21 x 79 x 159 mm Velocidade do polegar: $68 \text{ }^\circ \text{ s}^{-1}$ Força polegar, dedo indicador e médio: 10 N Material: aço inoxidável	Elaborou-se com padrões de movimentos e 5 dedos, cada dedo tem seu torque e sensor de posição, acionado com 5 motores e 15 articulações.
Belter e Dollar, 2013	Massa: 350 g (sem bateria) Velocidade de aperto: 0,9 s Veloc. de aperto lateral: 0,8 s Força de prensão: 5,1 N Antropomórfico Motor: 12 V	Construiu-se com 11 graus de liberdade e quatro tipos de apertos com um único motor.

**Quadro 01**  
Resumo Dos Conceitos/Requisitos e Principais Resultados



**Figura 01**  
Próteses Mioelétricas Desenvolvidas nos Artigos Pesquisados  
**(a)** Park e Kim, 2020 **(b)** Camacho et al., 2019 **(c)** Badawi e Alfred, 2019 **(d)** Weiner et al., 2018  
**(e)** Borisov et al., 2017 **(f)** Krauz et al., 2015 **(g)** Zhang et al., 2015 **(h)** Belter e Dollar, 2013.

### 3. CONCLUSÕES

Os diferentes tipos de próteses de membros superiores podem ser eficazes, mas há a necessidade de verificação dos requisitos e conceitos relacionados, a fim

de diminuir o percentual de usuários que não utilizam sua prótese regularmente. Verifica-se nos artigos estudados semelhanças em relação a necessidades de próteses leves, de alta mobilidade, habilidade de preensão e baixo custo. A massa média das próteses avaliadas nesta revisão é de 480 gramas, velocidade média de abertura de  $125 \text{ }^\circ \text{ s}^{-1}$  e habilidade de preensão dos dedos com força média de 7 N. Nota-se a necessidade de personalização das próteses, verificando a real necessidade do usuário, acompanhando-o no dia a dia e verificando suas limitações.

Por meio deste estudo, almeja-se expandir conceitos e requisitos aos profissionais da área do Design, Engenharia e Tecnologia Assistiva. Como trabalhos futuros, sugere-se a pesquisa relacionada a dados de usuários que abandonam ou passam a utilizar esporadicamente a sua prótese depois de certo tempo de uso.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BADAWY M.; ALFRED R. Myoelectric prosthetics hand with a proprioceptive feedback system. **Journal of King Saud University- Engineering Sciences**. v. 32, n. 6, p. 388-395, set. 2019.

BARRON, O. et al. **Powered Prostheses: Design, Control and Clinical Applications**. Academic Press, 2020.

BELTER, T. J.; DOLLAR, M. A Novel Differential Mechanism Enabling Two DOF from a Single Actuator: Application to a Prosthetic Hand. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON REHABILITATION ROBOTICS, n. XIII, 2013.

BORISOV, I. I. et al. Prototyping of EMG-Controlled Prosthetic Hand with Sensory System. **IFAC-PapersOnLine**. v. 50, n. 1, p. 16027-16031, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS – DATASUS. Informações de Saúde (TABNET). Brasília, DF. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/qiuf.def>. Acesso em: 16 jul. 2020.

CAMACHO, H. L. et al. Innovation of robotic hand with two thumbs. **Procedia Manufacturing**. v. 41, p. 992-1000, 2019.

CARROZZA, M. C et al. Design of a cybernetic hand for perception and action. **Biological Cybernetics**. v. 95, p. 629-644, 2006.

CARROZZA, M. C. et al. The Development of a Novel Biomechatronic Hand- Ongoing Research and Preliminary Results. In: IEEE/ASME INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INTELLIGENT MECHATRONICS PROCEEDINGS. Itália, p. 249-254, jul. 2001.

CORDELLA, F. et al. Literature Review on Needs of Upper Limb Prosthesis Users. **Frontiers in Neuroscience**. v. 10, 2016.

DAY S. **Rapid Prototyping of Biomaterials** - Using rapid prototyping in prosthetics: Design considerations. Glasgow: Elsevier, 2020.

Dicionário online Aurélio. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/>. Acesso em: 16 set. 2020.

FUMERO, R.; COSTANTINO, M. L. Organi artificiali. **Storia della Bioingegneria**. ed. Patron: Bologna, p. 341-365, 2001.

GROUP TG. Epidemiology on lower extremity amputation in centres in Europe, North America and East Asia. **Br J Surg**. p.328-337, 2000.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 jul. 2020.

KRAUZ N. E. et al. Design and fabrication of a six degree-of-freedom open source hand. **IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.** v. 24, n. 5, p. 562-572, 2015.

MIO, R. et al. Design of a 3D-Printable Powered Prosthetic Hand for Transmetacarpal Amputees. In: CHANG, I. et al. **Advances in Automation and Robotics Research in Latin America**. v. 13, p. 83-96, Panama, Springer, 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Disponível em: <http://investimentosenoticias.com.br/noticias/saude/diabetes-e-considerada-a-maior-causa-de-amputacoes-no-brasil>. Acesso em: 16 jul. 2020.

OTTOBOCKUS. **Myoelectric Prosthetics 101**. Disponível em: <http://www.ottobockus.com/prosthetics/info-for-new-amputees/prosthetics-101/myoelectric-prosthetics-101/>. Acesso em: 18 set. 2020.

PARK, H.; KIM, D. An open-source anthropomorphic robot hand system: HRI hand. **HardwareX**. v. 7, p. 1-14, 2020.

PASQUINA, P. F. et al. Advances in Amputatee Care. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. v. 87, n. 3, p. 34-43, 2006.

SENSINGER, J. W. et al. Prostheses - Assistive Technology – Upper. **Encyclopedia of Biomedical Engineering**. p. 632-644, 2019.

WEINER, P. et al. The KIT Prosthetic Hand: Design and Control. IEEE International Workshop on Intelligent Robots and Systems. Madri, p. 3328-3334, 2018.

VIDAL, T. **Concepção de Próteses Mioelétricas de Membros Superiores Baseada no Estudo Fisiológico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.

ZHANG T. et al. Biomechatronic design and control of an anthropomorphic artificial hand for prosthetic applications. **Robotica**. v. 34, n. 10, p. 2291-2308, 2015.

# Dispositivo de baixo-custo para aquisição de sinais eletromiográficos

Gomes, José<sup>1</sup>; Oliveira, Marina<sup>2</sup>; Melo, Mirella<sup>3</sup>; Costa, William<sup>4</sup>; Gomes, Marilu<sup>5</sup>; Melo, Guilherme<sup>6</sup>; Teixeira, João Marcelo<sup>7</sup>; Da Gama, Alana Elza Fontes<sup>8</sup>

1 – Voxar Labs, Centro de Informática, UFPE, jgsn@cin.ufpe.br

2 – Departamento de Engenharia Biomédica, UFPE, oliveiramarina23@gmail.com

3 – Voxar Labs, Centro de Informática, UFPE, mspm@cin.ufpe.br

4 – Voxar Labs, Centro de Informática, UFPE, wlc2@cin.ufpe.br

5 – Departamento de Engenharia Biomédica, UFPE, gomes.marilu@gmail.com

6 – Departamento de Engenharia Eletrônica e Sistemas, UFPE, guinm03@gmail.com

7 – Voxar Labs, Centro de Informática, UFPE, jmxnt@cin.ufpe.br

8 – Departamento de Engenharia Biomédica, UFPE, alanaelza@gmail.com

\* - Correspondência: Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade universitária, Recife, Pernambuco, brasil, 50670-901.

## RESUMO

Eletromiografia (EMG) é o sinal elétrico gerado pela contração muscular. Este sinal é amplamente usado na avaliação clínica e para a crescente área de controle de próteses mecânicas. Neste contexto o nosso trabalho propõe um dispositivo compacto e de baixo custo para a aquisição de sinais de EMG. O dispositivo é uma placa para o Arduino, responsável por capturar e enviar os sinais de EMG para o Arduino, que irá processar os sinais, para controlar um braço robótico de 6 graus de liberdade. O sistema de controle foi avaliado no Desafio Temático de Engenharia Biomédica os autores conquistaram o terceiro lugar.

**Palavras-chave:** *Robótica de reabilitação, sistemas de comando e controle, circuitos ajustáveis, dispositivos.*

## ABSTRACT

*Electromyographic signals are electrical currents generated by muscle contraction. It is a data widely used for muscle evaluation and its use for prosthetic control has been growing. Given this context, the present work proposes a low-cost compact device for*

*capturing EMG signals. This device has an Arduino Shield, responsible for capturing and sending two EMG signals waves to an Arduino Uno, where they are processed and used to control the robotic arm with six degrees of freedom (6-DOF), which simulates the mechanical prosthesis behavior. The control system was evaluated at the national biomedical engineering competition context. The authors obtained the third place.*

**Keywords:** *Rehabilitation robotics, Command and systems, Tunable circuits, devices.*

## 1. INTRODUÇÃO

A eletromiografia é um método para registrar o potencial elétrico, na superfície da pele, gerado pelas fibras musculares. As aplicações mais comuns relacionadas à análise do sinal eletromiográfico (EMG) estão na avaliação clínica para o controle protético, e reconhecimento de padrões para uma interação automatizada homem-máquina (Rodríguez-Tapia et al, 2020 e Simão and Mendes et al 2019).

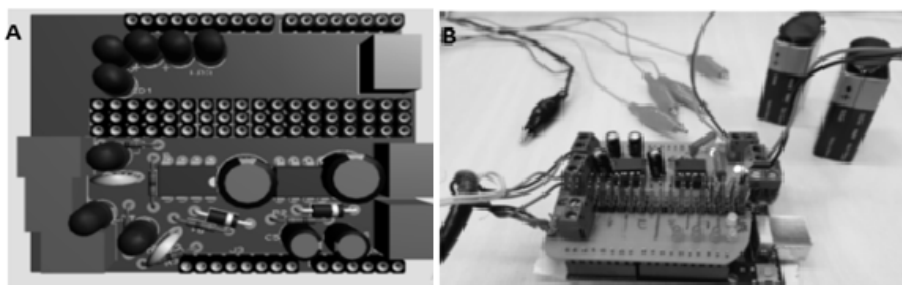
Uma grande motivação de pesquisa nessa área está relacionada ao tamanho e preços dos dispositivos. Atualmente no mercado, o valor das próteses modernas pode chegar a USD 70.000. Para ampliar o uso dessas próteses é importante também que o seu controle seja realizado por meio de técnicas não invasivas, sendo esse um tema de interesse para a comunidade científica (Mayor and Rodriguez, 2018). A análise dos sinais de EMG é amplamente utilizado para esses fins. Um exemplo é o trabalho de Smith et. al. 2019, que utiliza eletromiografia e mecanomiografia para determinar a intensidade do movimento desejado.

O presente trabalho teve por motivação um desafio temático da área de Engenharia Biomédica, organizado pela Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica, que buscou estimular pesquisas e desenvolvimento na área de desenvolvimento de dispositivos de captura e análise de sinais de EMG aplicados ao controle de próteses. Assim, o principal objetivo desse trabalho é viabilizar a produção de próteses mais baratas, permitindo que um maior percentual da população tenha acesso a elas. Para tal foi desenvolvido um dispositivo de captura de sinal de EMG portátil, capaz de analisar o sinal no domínio do tempo, detectando o aumento da intensidade do sinal durante uma ativação muscular. Por ser um dispositivo de pequeno porte e baixo custo, pode ser aplicado como uma ferramenta controladora para uma prótese mecânica. Para simular o uso em uma prótese, os testes do sistema desenvolvido foram efetuados com o controle de um braço robótico genérico.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento deste trabalho dividiu-se a metodologia em cinco etapas: aquisição do *signal* de EMG; definição da estratégia de controle do braço robótico, calibração e definição de parâmetros relativos ao dado de entrada; montagem do braço robótico; e por fim, a avaliação da performance do sistema

**Aquisição do sinal de EMG:** Foi desenvolvido um protótipo de circuito de captura de sinal de EMG para conexão direta com uma placa de Arduino. O circuito foi projetado para adquirir os sinais provenientes de dois canais de EMG, que são captados por eletrodos de superfície posicionados em diferentes agrupamentos musculares. Para o primeiro estágio do circuito foram utilizados dois amplificadores de instrumentação (INA128P), um para cada canal, com o objetivo de amplificar os sinais detectados. Em seguida, utilizou-se capacitores acopladores para retirada de *offset*, e por fim diodos para retificar o sinal, respeitando o range de leitura do Arduino (de 0 a 5V). O protótipo foi interligado a uma placa de Arduino Uno, no qual a lógica de controle foi desenvolvida através de *input* de EMG. Os grupos musculares analisados foram: bíceps braquial direito e bíceps braquial esquerdo. Visto que a porta analógica do microcontrolador desse Arduino possui 10 bits [0, 1023], foi realizado um mapeamento para identificar a contração do músculo, que atinge valores de pico entre 800 e 900. O projeto da placa desenvolvido pode ser visualizado na Figura 1.A, e na Figura 1.B o sistema completo.



**Figura 01**  
PCB desenvolvido

**Estratégia de controle:** O Arduino Uno foi escolhido por seu amplo uso em aplicações robóticas (Nurbekov et al, 2019), e por fornecer uma interface amigável, com diferentes possibilidades para a determinação da estratégia de controle. O controle do braço robótico utilizado foi baseado em dados de EMG de dois canais e quatro entradas possíveis: 1. Bíceps braquial direito contraído e bíceps braquial esquerdo relaxado; responsável pelo incremento do valor angular da



articulação selecionada em 5 graus; 2. Bíceps braquial esquerdo contraído e bíceps braquial direito relaxado: responsável por diminuir em 5 graus o valor angular da articulação selecionada; 3. Contração do bíceps braquial de ambos os braços: responsável por mudar a seleção da articulação. Quando este sinal é detectado, a articulação controlada torna-se a articulação seguinte, de modo cíclico; 4. Não ocorre nada quando ambos os bíceps braquiais estão relaxados.

**Calibração:** Antes da utilização do dispositivo é importante uma etapa de calibração, visto que a amplitude do sinal pode variar para usuários diferentes e para o mesmo usuário (Simão and Mendes et al 2019). Para tal é determinado um limiar de nível do sinal a partir do qual o músculo é considerado ativado. O código de controle interpreta um valor acima desse limiar como uma contração válida, e acende LEDs para dar um *feedback* visual.

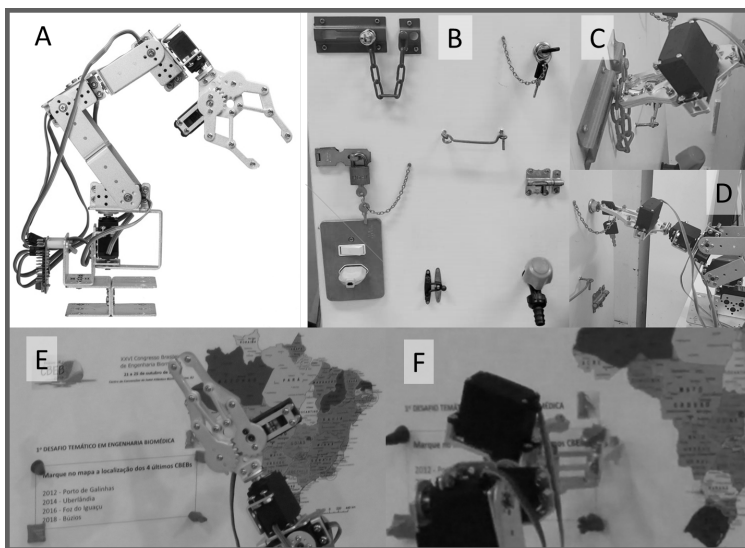
**Braço robótico:** O braço robótico possui 6 graus de liberdade e extremidade terminal do tipo pinça (Figura 2A). As articulações foram numeradas de 0 na garra até 5 na base do braço.

**Experimentos:** Primeiramente as capacidades robóticas do braço foram testadas através da realização de movimentos relacionados às atividades funcionais, que simulam as Atividades de Vida Diária (AVD) (Figura 2B). Esses experimentos foram realizados usando um quadro de AVD e testes específicos recomendados para avaliar membros superiores pela *Academy's Ninth State of the Science Conference* (Miller and Swanson, 2009).

Em seguida foi testado o circuito mioelétrico utilizando os LEDs para indicar a contração do grupo muscular escolhido, isto é, contraído ou relaxado.

Por fim foram realizados testes com o braço e o circuito mioelétrico trabalhando juntos. Esses testes se concentraram na manipulação de objetos, com diferentes formas, tamanhos e pesos, e seu deslocamento de um ponto a outro. Foram utilizados objetos como: cubos com escala e materiais variados, tal como, rolo de fita, chave de fenda e tesoura, de forma a realocá-los de um ponto para outro através de diferentes trajetórias.

A última experiência realizada com o sistema foi o objetivo proposto na competição. A tarefa se concentrou na manipulação de pinos que deveriam ser recolhidos e colocados em locais específicos em um mapa geográfico (Figura 2E e 2F).



**Figura 02**

A: Braço Robótico; B: Quadro de AVDs; C: Braço robótico abrindo ferrolho; D: Braço robótico girando a chave; E e F: Tarefa da competição do DETEB.

### 3. RESULTADOS

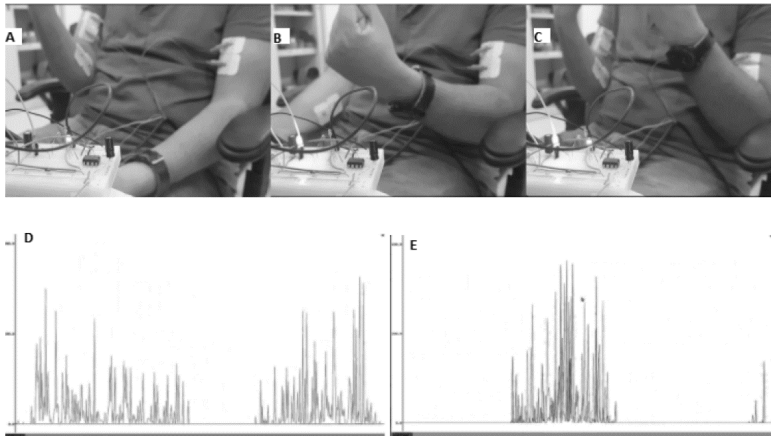
Foram realizados testes relacionados à performance do braço robótico em atividades funcionais (vídeo<sup>1</sup>). Estes testes mostraram as seguintes capacidades e limitações do braço: 1. Abrir o ferrolho deslizando e puxando o trinco; 2. Girar a chave, sem removê-la, devido ao baixo atrito da pinça do braço robótico. 3. Remover o cadeado - resultado dependente da posição inicial dele; 4. Abrir o ferrolho levantando o trinco; 5. Puxar a tomada.

Nestes testes foi possível perceber que os servomotores utilizados possuíam tempo de reação lento, devido ao grande esforço necessário para mover toda a estrutura do braço robótico. Além disso, os testes revelaram as possibilidades de aumentar a precisão dos movimentos nas atividades realizadas pelo braço.

A análise dos sinais de EMG focou em determinar com alta confiabilidade quando ocorre ou não uma contração muscular. Neste trabalho, utilizou-se o músculo bíceps braquial direito e esquerdo, por uma questão de facilitar o controle do braço robótico pelo usuário, mas qualquer músculo poderia ter sido utilizado. De modo a verificar se o circuito elaborado estava funcionando adequadamente,

1 <https://bit.ly/2HwESAQ>

foram utilizados LEDs de sinalização, os quais acendem quando o limiar de contração muscular era atingido. O resultado dos testes da captura do sinal pode ser visto nos vídeos demonstrativos: do sinal<sup>2</sup> e com os LEDs sendo ativados<sup>3</sup>.



**Figura 03**  
Teste de sinalização da contração muscular

Na Figura 3.A pode-se observar o LED do canal 1 acendendo em resposta à contração muscular do bíceps braquial direito. A Figura 3.B mostra o LED do canal 2 acendendo em resposta à contração muscular do bíceps braquial esquerdo. Na Figura 2.C, ambos os LEDs acendem em resposta à contração muscular de ambos os músculos. Os sinais de EMG obtidos de forma individual e simultânea podem ser vistos na Figura 3.D e 3.E, respectivamente.

## 4. CONCLUSÕES

Este trabalho desenvolveu um dispositivo de aquisição de sinais de EMG de dois canais para o controle de um braço robótico. Com o dispositivo desenvolvido, foi possível estabelecer dois estados de ativação muscular por canal, de modo que o braço robótico fosse capaz de se movimentar em diferentes direções e ser posicionado de diversas formas. De forma a aprimorar o dispositivo, pretende-se aumentar o número total de canais de EMG, assim como melhorar a estratégia de controle. Para isso, pretende-se realizar o processamento dos sinais para o treinamento de ferramentas de aprendizado de máquina, para que o dispositivo seja capaz de distinguir gestos e movimentos. Essas melhorias têm como

---

2 <http://bit.ly/2SoxlWe>

3 <http://bit.ly/2xQXvHB>

objetivo desenvolver um produto que possa ser utilizado no controle de próteses mioelétricas de baixo-custo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Mayor J.J.V, Rodriguez D.D. Towards a better adaptability of hand prostheses to improve its acceptance by amputees. **International Journal of Biosensors & Bioelectronics**. V. 4(2), p. 74-75, 2018.

Miller, L.A., & Swanson, S. Summary and recommendations of the academy's state of the science conference on upper limb prosthetic outcome measures. **Journal of Prosthetics and Orthotics**, v.21(SUPPL. 9). 2009

Nurbekova , A.Z. Tolganbaiuly B.T. Nurbekov, C.B. Tuenbaeva, D.K. Systematic Literature Review: Programming Of Micro-Robots On The Basis Of Arduino. **Journal Of Interdisciplinary Research** . V. 9 (1), P.344-350. 2019.

Rodríguez-Tapia, B. Soto, I. Martínez, D. M. and Arballo, N. C. Myoelectric Interfaces and Related Applications: Current State of EMG Signal Processing–A Systematic Review, **IEEE Access**, v.8, p. 7792-7805, 2020.

Smith C.M, Housh T.J, Hill E.C, Keller J.L, Johnson G.O, Schmidt R.J. A biosignal analysis for reducing prosthetic control durations: a proposed method using electromyographic and mechanomyographic control theory. **Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactions**. V.19(2) p.142-149, 2019.

Simão M. Mendes, N. Gibaru, O. and Neto, P. A Review on Electromyography Decoding and Pattern Recognition for Human-Machine Interaction, in **IEEE Access**, v. 7, p. 39564-39582, 2019.

# A Tecnologia Assistiva no desenvolvimento de órtese para pacientes com deficiências motoras

Aguiar, Bárbara de Cássia Xavier Cassins<sup>1</sup>; Andrade, Andrea Faria<sup>2</sup>; Ferreira, Clarice Isabelle<sup>3</sup>

1 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, babi.eg@ufpr.br

2 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, andreaferia@ufpr.br

3 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, clariceif@yahoo.com.br

\* - Correspondência: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil, 81530-000.

## RESUMO

Órteses são dispositivos acoplados ao corpo recomendados por fisioterapeutas ou terapeutas ocupacionais, utilizados para reabilitação ou correção de um membro. O presente trabalho consiste em um estudo de caso de um indivíduo com deficiência motora ocasionada por um AVC hemorrágico cerebral. O trabalho propõe uma metodologia para o projeto e a fabricação de órteses customizadas utilizando tecnologias como o escaneamento e a impressão 3D. O resultado inicial mostrou-se promissor, foi desenvolvida uma órtese estática por impressão 3D que atualmente está sendo utilizada de forma satisfatória pelo usuário, atendendo os resultados esperados e contribuindo com a área da Tecnologia Assistiva.

**Palavras-chave:** *órtese, impressão 3D, Tecnologia Assistiva.*

## ABSTRACT

*Orthosis are devices attached to the body recommended by physical therapists or occupational therapists, used for rehabilitation or correction of a limb. The present work consists of a case study of an individual with motor disabilities caused by a cerebral hemorrhagic stroke. The work proposes a methodology for the design and manufacture of customized orthosis using technologies such as scanning and 3D printing. The initial result proved to be promising, a static orthosis by 3D printing was developed and is currently being used with user satisfaction, meeting the expected results and contributing to the area of the Assistive Technology.*

**Keywords:** *orthosis, 3D printing, Assistive Technology.*

## 1. INTRODUÇÃO

Diante do número de portadores de necessidades especiais e as crescentes políticas inclusivas, torna-se importante a pesquisa, a produção e a otimização de artigos relacionados à melhoria das condições de vida diária dos cidadãos.

No Brasil, a Tecnologia Assistiva (TA) é considerada uma área de estudo que envolve diversas disciplinas, tendo por objetivo, promover a inclusão de pessoas com incapacidade física ou mobilidade reduzida, proporcionando maior autonomia e melhoria na qualidade de vida. Assim sendo, a TA abrange todo tipo de pessoas, seja por incapacidade temporária ou idade avançada, e que precise fazer uso de alguma tecnologia que o atenda. (BRASIL, 2009).

A fabricação de órteses em larga escala possui problemas ergonômicos, causando desconforto e dor, pois o produto possui um design padrão que não se encaixa a todo tipo de paciente. De acordo com Portnova (2018), a fim de acelerar a manufatura e diminuir o custo de fabricação de produtos de TA, a indústria acabou padronizando os processos de produção de cada produto, gerando desconforto e inflexibilidade aos usuários.

A prototipagem rápida, nos últimos anos, vem prover uma nova forma de se pensar a confecção de órteses e próteses, utensílios de Tecnologia Assistiva. A popularização notória da impressora 3D se dá uma vez que os projetos são extremamente customizáveis, haja vista que dependem das medidas e condições de cada indivíduo, o que pode levar à melhor adaptação à órteses e próteses e assim a um maior bem estar, qualidade de vida e reabilitação.

Visando reduzir os problemas ergonômicos que os produtos oriundos da manufatura em massa causam e reduzir os custos de produção, o presente trabalho apresenta comparações entre os produtos já existentes no mercado, mostrando novas ideias e soluções de melhoria para o desenvolvimento de órteses.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Esse estudo foi dividido em cinco etapas: estudo de caso, coleta de molde do membro afetado, escaneamento do molde, modelagem da malha e impressão 3D.

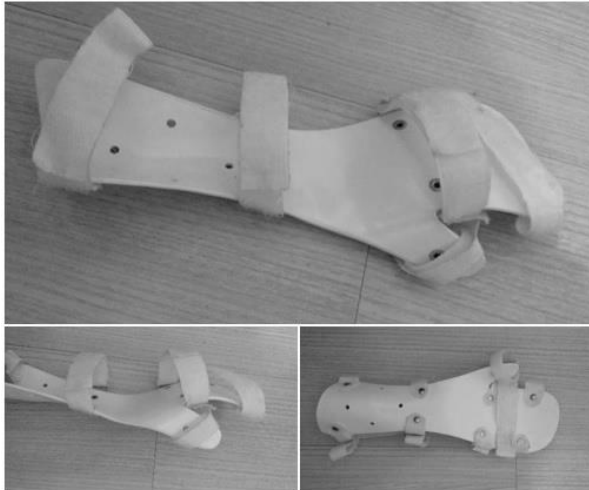
A usuária da nova órtese possui 68 anos e teve um AVC hemorrágico em fevereiro de 2015, ocasionando a paralização do lado esquerdo do corpo. A falta de mobilidade da mão esquerda gerou uma espasticidade, tornando o membro rígido e dificultando a amplitude do movimento, como mostra a Figura 1.

Segundo Teixeira *et al.* (1998), espasticidade caracteriza-se pelo aumento do tônus muscular, reduzindo a capacidade de realizar movimentos voluntários e higienização. O AVC (Acidente Vascular Cerebral) está direcionado a algumas das causas de espasticidade.



**Figura 01**  
Mão com espasticidade

A Figura 02 apresenta a tala imobilizadora comercial utilizada anteriormente pela paciente.



**Figura 02**  
Tala imobilizadora para punho, mãos e dedos.

Para a produção da órtese em PLA utilizando a tecnologia de impressão 3D proposta neste trabalho, foi necessário tirar o molde da mão da paciente.

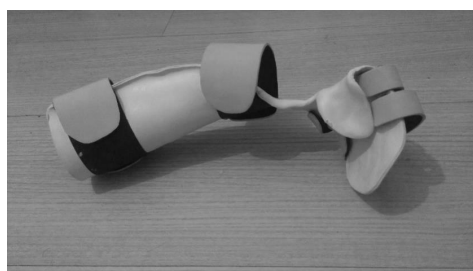
Como cita Villas Boas *et al.* (2016) em sua pesquisa, o escaneamento direto da malha na mão da paciente se torna complicado, pois os dedos estão enrijecidos dificultando a abertura da mão para o escaneamento. Diante do caso, o molde foi desenvolvido a partir de uma placa de termoplástico moldável, realizado por uma fisioterapeuta e uma terapeuta ocupacional, na qual as mesmas realizaram diretamente as alterações necessárias para a criação da órtese, colocando a placa em água quente para que fosse amolecida e pudesse ser trabalhada e cortada (Figura 3).

Após obter a geometria da mão, a placa foi novamente aquecida e recortada em volta dos dedos e no punho. As laterais do produto foram levemente curvadas para não machucar a paciente. Os sistemas de fixação foram feitos com EVA e tiras de velcro unidos, e colados no produto na região do punho e da mão (Figura 4).



**Figura 03**

Placa de termoplástico sendo moldada na mão da paciente



**Figura 04**

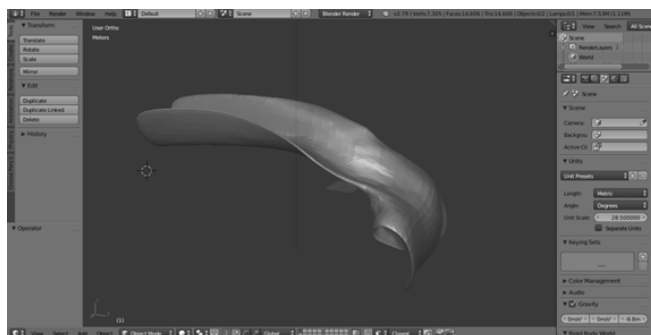
Órtese feita a partir da placa de termoplástico

A órtese de termoplástico foi escaneada com o aparelho ZScanner 700CX, e após a obtenção da malha digital, o *software Blender* foi utilizado para corrigir imperfeições e dar origem a órtese final. A Figura 05 mostra o protótipo da órtese pronto para impressão.

A impressão da órtese foi realizada no LAMPi- Laboratório de modelagem, prototipagem e inovação da UFPR e a impressora utilizada foi a 3D Cloner DH. A Figura 06 apresenta a órtese desenvolvida mais leve que a feita em termoplástico e perfeitamente ajustada à mão da paciente.



Na Figura 07 é possível observar a órtese desenvolvida sendo utilizada pela paciente.



**Figura 05**  
Modelagem pronta para impressão



**Figura 06**  
Órtese final impressa em PLA



**Figura 07**  
Teste do protótipo na paciente

### 3. RESULTADOS

O protótipo atendeu às expectativas como sendo o mais leve dos outros produtos existentes.

Na Figura 8 pode-se observar a comparação das três órteses quanto ao peso, sendo que primeira em PVC pesa 124 gramas, a segunda em termoplástico, 150 gramas e a órtese impressa em PLA 114 gramas.

De acordo com o relato da paciente, a órtese desenvolvida em PLA é a mais confortável para o uso diário, pois é mais leve e possui o formato adequado à sua mão, já que o mesmo foi concebido a partir do molde da mesma.

No estudo do caso realizado neste trabalho, não foi possível gerar um produto com aberturas (órtese dinâmica), pois isso poderia ocasionar a quebra do material, uma vez que a paciente produz força involuntária de fechamento da mão.



**Figura 08**  
Comparação das órteses quanto ao peso

O resultado inicial mostrou-se promissor, ao longo deste estudo foi desenvolvida uma órtese estática por impressão 3D que atualmente está sendo utilizada de forma satisfatória pela usuária, atendendo os resultados esperados.

### 4. CONCLUSÕES

Com a proposta desse trabalho finalizada, é possível afirmar que o uso da modelagem 3D deve continuar presente no campo de desenvolvimento de produtos para tecnologia assistiva.

O novo produto se mostrou não só o mais leve, como o que apresenta melhor ergonomia em função das necessidades da paciente.

Conforme a paciente for evoluindo na amplitude dos movimentos, a mesma modelagem poderá ser refeita para fazer abertura de ângulos (órtese Córtes) entre outras modificações.

Como proposta, é importante um amplo estudo de como poderiam ser encontrados os pontos de tensão de membros superiores com movimento involuntário, para a criação de uma órtese dinâmica com pouco uso de material que seja resistente à força aplicada pelo membro, sem causar dano ao protótipo e maior conforto para o paciente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Tecnologia Assistiva**. SDHPR - Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência - SNPDP. 2009.

PORTNOVA, A. A. et al. **Design of a 3D-printed, open-source wrist-driven orthosis for individuals with spinal cord injury**. PloS one, v. 13, n. 2, p. e0193106, 2018.

TEIXEIRA, L. F.; OLNEY, S.J.; BROUWER, B. - **Mecanismos e medidas de espasticidade**. Rev Fisio USP 5(1):4-19,1998.

VILLAS BOAS, M. N.; SILVA, C.; STROBEL, C. **Product Development of Assistive Technology for the Feet of a Person with Cerebral Palsy**. In: 8th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2017). Los Angeles - Califórnia – USA, 2017.



## **3. PROJETOS**



# Projeto gráfico inclusivo: materiais e tecnologias na adaptação do UNO para pessoas com deficiência visual

Silva, Bruno Vieira da<sup>1</sup>; Bezerra, Marcela Fernanda de C. G. F.<sup>2</sup>;

1 - Núcleo de Design e Comunicação/CAA, UFPE, ibrunovieiras@gmail.com

2 - Núcleo de Design e Comunicação/CAA, UFPE, marcela.fbezerra@ufpe.com

Correspondência: Centro Acadêmico do Agreste-CAA, Rodovia BR 104, KM 59, SN - LabDIn – Bloco 32, Nova Caruaru, Caruaru, Pernambuco, BR, 55014-900.

## RESUMO

Este trabalho aborda sobre o uso do jogo de cartas UNO. Referimos à sua inacessibilidade para pessoas com deficiência visual, quanto à importância relacionada ao entretenimento e sua utilidade educativa. Como solução, levantamos a proposta de torná-lo acessível a este público. Por isso, além da revisão literária, foi utilizada a metodologia projetual de Munari com o intuito de chegar a um resultado prático. Tais soluções, nos mostram que os materiais, suportes e tecnologias utilizados, foram eficientes para tornar o UNO acessível, além disso, estes materiais podem ser utilizados para outros projetos de design, tornando um projeto gráfico-impresso acessível.

**Palavras-chave:** jogo de cartas, *deficiência visual*, *design inclusivo*.

## ABSTRACT

*This work deals with the use of the UNO card game, as well as its inaccessibility for visually impaired people, as well as its importance for entertainment and its educational utility. For solution, we raised the proposal to make it accessible to this public. Therefore, in addition to the literary review, Munari's design methodology was used in order to arrive at a practical result. The result shows that the materials, supports and technologies used were efficient in making UNO accessible, as well as these materials can be used for other design projects, in order to make a graphic-printed project accessible.*

**Keywords:** *card game, visual impairment, inclusive design.*

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Macedo (2013), o jogo tem uma grande importância na educação, pois, promove trocas e experiências coletivas sem a necessidade de muitas teorias. Ainda que a criança perca a noção, o de respeito às regras e aos colegas permanece após o jogo. Para Ribeiro e Batista (2015, *apud* SERPA *et al*, 2017, p. 4), o brinquedo (jogo) configura como objeto importante no aprendizado e desenvolvimento social, moral e cultural da criança.

Kishimoto (2011) estima que o jogo educativo data dos tempos do Renascimento, mas é no século XXI que se potencializa, ensinando, educando e contribuindo no desenvolvimento de forma intuitiva e agradável. Mas, e quanto aos jogos para pessoas com deficiência visual? Os jogos e brinquedos mais comercializados no Brasil são acessíveis para pessoas com deficiência visual?

Um dos jogos de cartas, analógico, e um dos mais famosos, o UNO, é um exemplo de inacessibilidade. O jogo que combina cores, número e ícones, por ser totalmente visual, faz com que o mesmo não possa ser utilizado por pessoas com deficiência visual.

Por isso, com intuito de tornar o UNO acessível para pessoas com deficiência visual, e ao mesmo tempo, ser utilizado por pessoas sem acuidade visual, é que este trabalho discorrerá sobre o processo de adaptação do UNO, realizando pesquisas de materiais, suportes e tecnologias que possam, de fato, tornar o jogo inclusivo, para que assim, todos possam usufruir do mesmo produto juntos, para que não haja necessidade de criar uma variedade de jogos com formas diferentes.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento da adaptação do jogo de cartas UNO, foi utilizada a metodologia projetual de Munari (1981), porém, fez-se necessária realizar uma adaptação das fases da metodologia, citamos como exemplo a junção de algumas delas. Sendo assim, as fases utilizadas foram as seguintes: definição do problema; componentes do problema; coleta de dados; análise dos dados; criatividade e desenhos construtivos; materiais, tecnologias e experimentação; modelo; e verificação.

Em 2017, a Mattel decide lançar o primeiro UNO inclusivo para pessoas daltônicas, o UNO *ColorADD*. Esta versão do UNO utiliza em suas cartas do jogo, ícones referentes à representação das cores presentes nas cartas (amarelo, azul, verde e vermelho), porém, ainda impossibilitava que pessoas com deficiência visual mais severa (cegueira parcial (baixa visão) e/ou cegueira total) utilizassem o jogo, já que não possuía nenhuma informação em relevo. Desta forma, a Mattel



decide lançar o UNO *Braille*, uma versão em relevo com a escrita Braille, onde são inseridas a primeira letra referente à sua carta e o número que a mesma contém, por exemplo, Y 0, para indicar a cor amarela (*yellow*), mais o número zero.

Apesar da proposta ser eficiente quanto à identificação das informações contidas nas cartas, sua durabilidade é curta, tanto pelo atrito causado pelo embaralhamento das cartas, como pela própria frequência de tatear as cartas. Outro problema é que, como a escrita *Braille* foi inserida nas cartas, o espaço escrito em alto relevo na parte da frente da carta deixa um baixo relevo no verso. Essas marcas que ficam no verso podem ser um ponto negativo em uma jogada entre pessoas com ou sem deficiência visual, pois a pessoa sem deficiência visual pode identificar a carta que seu competidor tem em mãos.

Partindo da premissa que o *Braille* deixa marcas no verso da carta, é que se pensou na possibilidade de procurar uma forma de escrever em Braille sem deixar essas marcas no verso. Citamos como exemplo, alguma tinta que deixa apenas relevo nas cartas. Para isso, optou-se por utilizar a fonte *Braille Neue* que é uma fonte adaptada em que se encaixa nos pontos da cela *Braille*, desta forma, a escrita em tinta e o Braille ocuparia o mesmo espaço e ainda poderia ser utilizado para fins educacionais, como o ensino no *Braille* para pessoas com e sem deficiência visual. Também foi escolhido usar um código, (ícones), para representação das cores existentes no UNO, porém, com relevo. O código escolhido foi o *Feelipa Color Code*, que segue a mesma lógica do *ColorADD*, mas com formas mais simples (Figura 1).



**Figura 01**  
Layout da proposta do UNO

De acordo com a SECADI (2017), responsável pelo regimento das normas técnicas da grafia Braille, também são definidas as dimensões e espaçamentos dos pontos e das celas. A altura dos pontos, conforme as normas vão de 0,6 mm (0,60) a 0,8 mm (0,80), já o diâmetro vai de 1,2 mm a 2,0 mm. Para validar os testes dos

materiais, foi utilizado o paquímetro digital, a única ferramenta ao nosso alcance capaz de medir com precisão a altura dos relevos.

Para se chegar ao melhor resultado, foram realizados cinco testes de materiais, o primeiro teste foi realizado com uma impressora Plotter de Impressão em Rígidos da Mimaki JFX200-2513. Uma de suas características é a impressão em relevo por meio do verniz. Apesar da falta do material no momento da impressão, foram feitos testes com a tinta comum da máquina, para isso, foram necessárias várias camadas de impressão. No total, foram 18 camadas de tintas para formar o relevo desejado. A impressão foi aplicada no papel e no acetato, porém, notou-se que seria inviável continuar fazendo mais camadas, já que com tantas impressões a altura do relevo com 18 camadas foi de 0,15 mm. O teste no acetato se deu por meio da ideia que esse suporte não absorve a tinta, no entanto, durante o teste, notou-se que o relevo no acetato realmente ficava mais nítido pelo tato.

Em seguida, foram realizados testes de impressão em serigrafia. Sendo assim, foi testado a serigrafia sobre o acetato com duas camadas de impressão, porém, a alta alcançada foi de 0,12 mm, longe das indicações das normas do *Braille*.

O próximo teste de material foi feito com o adesivo da marca Altak de espessura de 0,08mm. Aplicado no papel, o adesivo foi colado com duas camadas, atingindo a altura de 0,16mm, dessa forma, observamos que não seria viável utilizar mais camadas para chegar à altura mínima de 0,60mm, pois totalizariam 8 camadas.

Também foi realizado testes com a tinta 3D da marca Acrilex. Com a aplicação dessa tinta foi possível alcançar uma altura superior aos demais materiais experimentados, apesar de que, foi possível notar que os pontos ficaram desiguais com o relevo (0,55 mm / 0,25 mm...), pois, o uso da tinta precisa de um manuseio muito minucioso para que os pontos fiquem com uma estrutura semelhante uma das outras, porém, esse não foi o caso, os pontos também ficaram com dimensões diferentes um dos outros.

Após novas buscas de materiais, encontramos a possibilidade de fazer os relevos com o filme de recorte termocolante. Este tipo de material é usado na impressão em tecidos, porém, foi testado para verificar se o mesmo também funcionaria no papel.

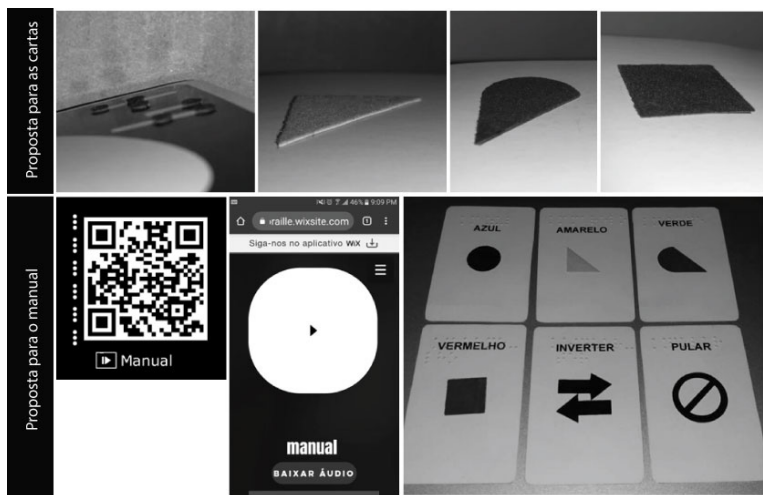
O processo de aplicação do filme de recorte é dado pelos seguintes passos: a imagem a ser impressa no tecido é enviada para um software de computador direcionado à uma máquina plotter de recorte. Nele, o software vai identificar as linhas de contorno da imagem para que a plotter realize os cortes no filme. Após isso, o excesso de filme é retirado. Por ser termocolante, o filme de recorte possui duas camadas. Ao receber o calor de temperatura específica, uma das camadas, o filme, é fixado no tecido e em seguida se remove apenas a película. Também foi

necessário usar uma fita térmica para fixar o filme no papel. Durante a impressão, o papel couchê não suportou a temperatura e chegou a queimar. Com isso, a temperatura adequada e testada para que o papel couchê suportasse o calor da prensa térmica, foi de 140° por 16 segundos.

O modelo do filme de recorte testado foi o *Stripflock*, da marca Siser, que possui 0,5 milímetros de espessura. Apesar de haver diversos modelos, com várias gramaturas, o filme *Stripflock* foi o único encontrado na região e que possui uma altura similar às normas da ABNT para a grafia Braille, faltando apenas 0,1 mm para se enquadrar às normas.

### 3. RESULTADOS

A Figura 2 mostra o resultado alcançado através da impressão com o filme de recorte. Apesar do melhor material testado ter faltado 0,1 mm para atingir a altura ideal, os testes realizados na ACACE, uma instituição de ensino para pessoas com deficiência da região, os alunos (pessoas com baixa visão e cegueira total, de idades variadas), confirmaram que as informações em relevo presentes nas cartas são totalmente legíveis, conseguindo identificar todas as informações com o uso do tato. Além das cartas do jogo, o UNO também possui o manual em cartas. A proposta criada para o manual foi utilizar apenas cartas como forma de ensinar o significado de cada ícone presente na proposta do jogo, como por exemplo, os ícones da Feelpa Color Code, o ícone de inverter o jogo e o de pular a vez de um jogador (Figura 2). Já para ensinar como o jogo funciona, propomos um manual virtual. Através de um QR Code, o jogador é direcionado ao site do manual onde tem o botão de play em tamanho ampliado para ouvir o manual, além disso, os jogadores podem baixar o áudio e também podem acessar o manual em texto presente no site. O texto também pode ser baixado e ampliado em casos de baixa visão.



**Figura 02**

Proposta das cartas do UNO com a impressão do filme, manual impresso e virtual.

Com relação às cartas do manual, estas foram escritas em Braille com a máquina de escrever. Já que essas cartas são menos utilizadas e não são embaralhadas, a vida útil do Braille não é comprometido nesse caso.

## 4. CONCLUSÕES

No decorrer da pesquisa sobre materiais e tecnologias, percebemos que o mercado não só possui uma grande limitação de produtos inclusivos, mas que há uma grande dificuldade de encontrar tecnologias e materiais que possam ser utilizados em projetos gráficos com o intuito de alcançar pessoas com deficiência visual, seja daltônica, baixa visão ou cega. Foi com os materiais aqui analisados e testados que concluímos que é possível que regiões menos favorecidas em relação ao desenvolvimento de grandes tecnologias, podem utilizar destes suportes para a produção de elementos visuais em relevo seguindo as normas da SECADI. Com isso, os designers poderão usufruir dos métodos aqui apresentados em seus trabalhos.

Apesar dos objetivos alcançados e do *feedback* positivo por partes dos usuários que antes não eram favorecidos, ainda encontramos um problema com os filmes de recortes. Devido à pouca durabilidade e ao descolamento facilitado do papel, futuras pesquisas são necessárias e poderão ser realizadas com base neste trabalho com o intuito de elaborar maneiras que façam com que o filme de recorte tenha uma vida útil mais longa, ou até mesmo que outros materiais possam ser

experimentados e analisados, para que assim, o UNO e os demais jogos de cartas sejam utilizados como entretenimento não apenas por pessoas videntes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 14. Ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

MACEDO, Lino de. **Nova Escola | Educação - Lino de Macedo fala sobre a importância dos jogos**. 2013. Disponível em: <https://youtu.be/KhV0def45fs>. Acesso em: 30 out. 2018

SECADI, Secretário de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. **Normas técnicas para a produção de textos em Braille**. 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2018-pdf/104031-normas-tecnicas-final-com-capa-isbn/file>. Acesso em: 12 mar. 2019

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem as coisas**. 2. Ed. Lisboa: Edição 70, 2008.

SERPA, P. R. et al. **Levando o brinquedo para casa: uma experiência com a sacola de brinquedos e o caderno de vivências brincantes**. 2017. Disponível em: <https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/redivi/article/viewFile/11619/6668>. Acesso em: 30 de out. 2018

# Projeto SIMOPE: desenvolvimento de um sistema de mobilidade para equoterapia

Luz, Maria de Lourdes Santiago<sup>1</sup>; Oliveira, Paula C. Rocha<sup>2</sup>;  
Razza, Bruno Montanari<sup>3</sup>; Ferrari, Guilherme Neto<sup>4</sup>

1 – Departamento de Engenharia de Produção, UEM, mlsluz@uem.br

2 – Programa de Pós-Graduação em Design, UNESP, paula.gblox@hotmail.com

3 – Departamento de Design e Moda, UEM, bmrazza@uem.br

4 – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UEM, guinetoferrari@gmail.com

\* - Correspondência: Av. Colombo, 5790 – bloco 19/20, Jd. Universitário  
CEP 87020-900 - Maringá - PR - Brasil.

## RESUMO

O presente artigo descreve o desenvolvimento de um sistema de mobilidade para equoterapia, resultado de um projeto de extensão intitulado SIMOPE (Sistema de mobilidade para portadores de necessidades especiais aplicado às práticas de equoterapia). Seu principal objetivo é solucionar um problema ergonômico dos profissionais de equoterapia com uma tecnologia assistiva. Foram utilizadas metodologias de desenvolvimento de produto, considerando tópicos da ergonomia. Os resultados apontam considerações sobre o processo de desenvolvimento do produto e fabricação do protótipo funcional. Este artigo pretende gerar novas perspectivas sobre a equoterapia e seus agentes e como a tecnologia assistiva pode melhorar esta prática.

**Palavras-chave:** *equoterapia, tecnologia assistiva, desenvolvimento de produto, design inclusivo.*

## ABSTRACT

*This article describes the development of a mobility system for hippotherapy, the main result of a project entitled SIMOPE (Mobility system for people with special needs applied to hippotherapy practices). Its main objective is to solve an ergonomic problem concerning hippotherapy professionals with assistive technology. Product development methodologies were used, considering ergonomic and user centered design. Results provide recommendations regarding the development process and the*

*functional prototype. This article aims to generate new perspectives on hippotherapy and its agents and how assistive technology can improve this practice.*

**Keywords:** *hippotherapy, assistive technology, product development.*

## 1. INTRODUÇÃO

A equoterapia é uma prática utilizada por profissionais de diferentes áreas da saúde e educação, como um método de reabilitação para pessoas com necessidades especiais ou condições de saúde que afetem seus sistemas motores ou cognitivos, emocionais, afetivos e de fala (DEBUSE; GIBB; CHANDLER, 2009; LESSICK et al., 2004). Essa técnica terapêutica envolve três principais agentes: os profissionais em equoterapia, os praticantes e os cavalos. Os profissionais são da área de saúde como fisioterapeutas, psicólogos e fonoaudiólogos, assim como pedagogos e educadores (LÉVEILLÉ; ROCHETTE; MAINVILLE, 2017). Os cavalos atuam como coterapeutas por meio de seus movimentos tridimensionais, estimulando o sistema muscular e trazendo efeitos psicológicos positivos aos praticantes (PAVÃO, 2015).

Estudos executados por Luz, Boaretto e Rodrigues (2017) e Boaretto et al. (2018) em um Centro de Equoterapia localizado em Maringá-PR, evidenciaram problemas ergonômicos nas atividades dos profissionais. Segundo os autores, a atividade de transferência do paciente (Figura 1) para o cavalo requer esforços biomecânicos muito elevados aos profissionais, colocando-os sob grande risco ocupacional e causando dores e desconfortos.



**Figura 01**

Processo de monta do praticante cadeirante com ajuda dos profissionais de equoterapia.

Buscando a minimização desses esforços e riscos, percebeu-se a oportunidade de desenvolvimento de um sistema de mobilidade que auxiliasse na elevação e transferência dos praticantes, com o objetivo de diminuir os riscos resultantes desta atividade, tanto para os profissionais quanto para os praticantes e os cavalos.

Por meio do Programa Universidade Sem Fronteiras (USF) promovido pela SETI – PR, o projeto desenvolveu atividades de extensão integrando graduandos, professores e profissionais do design, da engenharia mecânica e engenharia de produção da Universidade Estadual de Maringá em parceria com profissionais e praticantes de equoterapia do Centro de Equoterapia Marisa Tupan. O projeto nominado Sistema de Mobilidade para Portadores de Necessidades Especiais Aplicado as Práticas de Equoterapia: Projeto SIMOPE, centrou as atividades para o desenvolvimento de um equipamento que minimize os esforços biomecânicos dos profissionais de equoterapia e promova acessibilidade com segurança aos praticantes cadeirantes.

O presente artigo descreve o processo de desenvolvimento dessa solução, tendo como principal objetivo divulgar os resultados obtidos até o teste do seu primeiro modelo volumétrico e as futura etapas de projeto e implantação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico dos autores mais relevantes das áreas de engenharia de produção, engenharia mecânica, design e ergonomia, buscando adotar uma metodologia de desenvolvimento de produto que melhor se adequasse às necessidades e objetivos do projeto (FERRARI et al., 2019). A partir desse levantamento procurou-se explorar as recomendações dos autores, suas ferramentas e métodos de PDP (processo de desenvolvimento de produtos) que fossem mais pertinentes ao desenvolvimento do sistema de mobilidade (FERRARI et al., 2019). Sendo assim, macro etapas foram delimitadas considerando as particularidades do projeto e utilizando autores conhecidos como Rozenfeld et al. (2006), Pahl et al. (2007), Baxter (2011) e Iida e Buarque (2016).

O processo de desenvolvimento do produto foi dividido em 4 fases: a **fase 1** foi definida como o planejamento estratégico, englobando o levantamento do problema, análise de mercado, stakeholders e dos concorrentes e similares, tendo seu final com a definição do escopo do produto (FERRARI et al., 2019). A **fase 2** foi definida como a coleta informacional, com a identificação das necessidades do usuário, levantamento do ambiente e contexto de uso no centro de equoterapia em Maringá/PR (parceiro do projeto), com visitas para reconhecimento dimensional, estrutural e orgânico do futuro ambiente de uso do equipamento. Para isso, foram realizadas observações globais e sistemáticas. A fase 2 foi finalizada com



a elaboração de requisitos para a geração de alternativas (FERRARI et al., 2019). Nessas duas primeiras fases exigiram adaptação da equipe do projeto com os usuários do Centro de equoterapia e procedimentos com entrevistas, questionários semiestruturados, acompanhamento das atividades e reuniões para coletar informações dos usuários. A partir do entendimento dos requisitos, foi possível dar início à geração de ideias e criação de conceitos para o produto (equipamento).

Sendo assim, a **fase 3** foi a etapa conceitual, envolvendo o planejamento de princípios de solução, geração e seleção de conceitos, expansão dos conceitos e refinamentos dos principais (FERRARI et al., 2019). Esses conceitos ainda passaram por refinamento e aprimoramento, como sugerido por Baxter (2011), para então serem avaliados e combinados em uma alternativa final.

Por fim, na **fase 4** consistiu o detalhamento do projeto, exigindo os detalhes da estrutura e funcionamento, os materiais, acompanhados de testes e análises com modelos. O planejamento em fases permitiu estabelecer um controle sistemático do processo de desenvolvimento, gerando resultados assertivos e auxiliando a equipe a entender as tarefas que devem ser realizadas durante cada etapa (FERRARI et al., 2019).

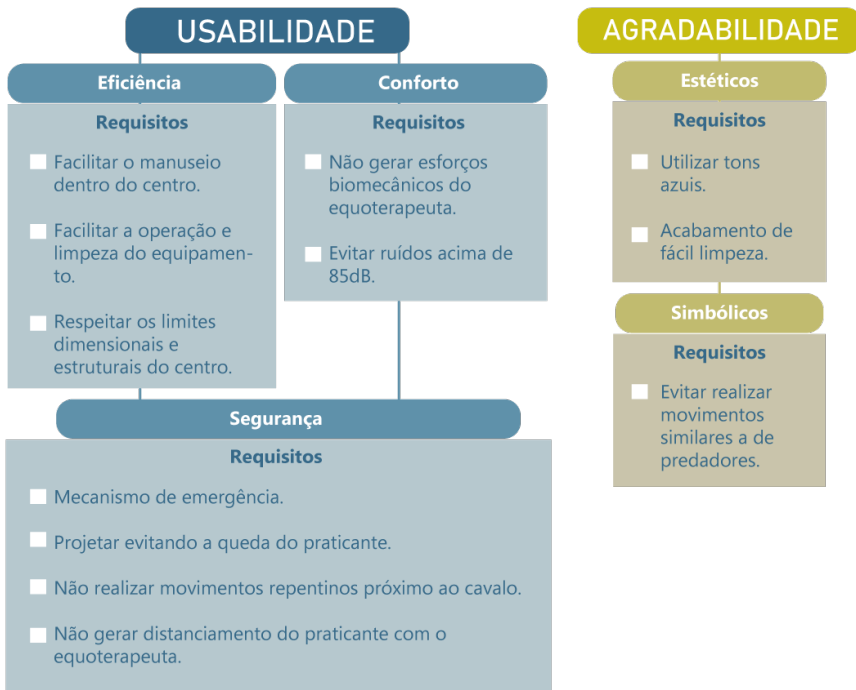
### 3. RESULTADOS

Por meio de visitas e entrevistas no centro de equoterapia (Fase 2) foi possível identificar as necessidades do usuário e restrições do ambiente de uso. Com as **entrevistas** foi possível perceber que as principais demandas dos profissionais de equoterapia são: mobilidade (não pode ser instalado de forma fixa), portabilidade (ser compacto ou de transporte facilitado), leve e principalmente seguro para os profissionais e para os praticantes.

A realização **de visitas e observações estruturadas** para medições e análises no centro de equoterapia permitiram o registro dimensional e funcional do ambiente para instalação do equipamento. Entre os pontos coletados, observou-se que são utilizadas pistas abertas e fechadas com grande variação do terreno: areia, gramineas e alguns espaços cimentados. Isso trouxe a necessidade de o transporte do equipamento ser adaptativo a diferentes condições de terreno.

Para subsidiar o dimensionamento do produto, foram registradas as dimensões das pistas fechadas e da rampa de acesso utilizada pelos cadeirantes. Também foram coletadas medidas das cadeiras de rodas utilizadas no centro de equoterapia e consideradas as cadeiras de roda existentes no mercado. Adicionalmente, foi analisado o local destinado ao armazenamento do produto como indicador do espaço máximo que o produto deve ocupar quando não estiver em uso (OBANA et al., 2019).

Para orientar o desenvolvimento de produto, foram utilizados os princípios de **Usabilidade** e **Agradabilidade** (IIDA; BUARQUE, 2016), sendo gerados, portanto, os requisitos de projetos indicados na Figura 2.



**Figura 02**  
Requisitos ergonômicos de usabilidade e agradabilidade..

Após a definição e revisão dos requisitos projetuais, foi iniciada a etapa conceitual, planejando princípios de solução de acordo com as fases anteriores, precedendo a geração de alternativas, que seriam propostas pelos membros da equipe de projeto por meio de esboços e modelos tridimensionais.

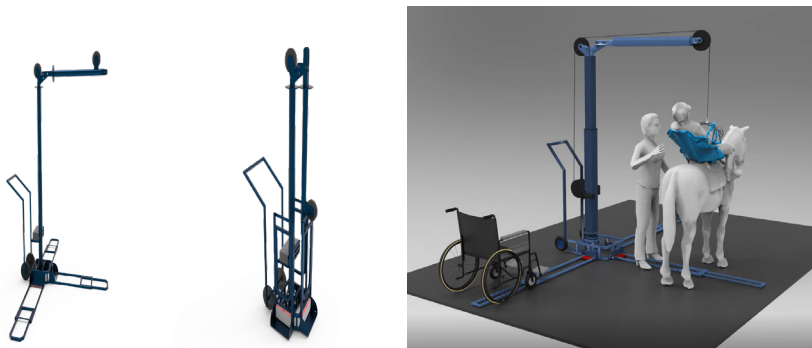
Esses conceitos passaram por uma seleção segundo critérios preestabelecidos pela equipe e coerentes com os requisitos, necessidades e limitações do projeto. As alternativas foram votadas por meio de pontuação entre algumas categorias como: segurança, mobilidade, facilidade de fabricação, retratibilidade. As pontuações mais altas classificaram as alternativas que melhor desempenharam nas categorias predeterminadas.

Os conceitos selecionados foram detalhados, passando por outros refinamentos até que houvesse um consenso para a seleção da melhor alternativa gerada pela

equipe. A partir dessa definição, realizou-se um grupo de foco com a equipe de projeto, profissionais da equoterapia e pacientes com o objetivo de verificar se a alternativa apresentada atende às expectativas da equipe do centro de equoterapia, esclarecer dúvidas quanto ao funcionamento e segurança do produto e permitir um debate flexível para o refinamento do projeto.

Os resultados do grupo de foco apontaram para a necessidade de testar a percepção do cavalo em relação ao protótipo, já que a presença de um equipamento novo pode gerar reações inesperadas ou até mesmo perigosas para os envolvidos na prática terapêutica. Outras preocupações levantadas foram: a movimentação do equipamento e de suas peças, a proporção em relação ao local de uso e armazenagem e as etapas de utilização do equipamento (OLIVEIRA et al., 2019).

A partir dos resultados das avaliações, foi desenvolvido um modelo virtual para testes dimensionais, observações preliminares da reação do cavalo com a movimentação do equipamento e demonstrações de funcionamento para os usuários (Figura 3).



**Figura 03**

*Renderings da alternativa e de sua ambientação*

Para a verificação *in loco*, foi desenvolvido um modelo volumétrico de rápida fabricação constituído de materiais recicláveis e baixo custo, confeccionado pela equipe e testado pelos pesquisadores do projeto no centro de equoterapia. Foram realizados testes sistematizados com alguns animais, com a participação de profissionais e pacientes (Figura 4).



**Figura 04**  
Testes com o modelo volumétrico

As considerações feitas pelos participantes geraram um conjunto de aspectos que precisam ser modificados para aperfeiçoamento do protótipo final (OLIVEIRA et al., 2019). Também foram realizadas simulações mecânicas em softwares de engenharia, para testar a resistência dos materiais e das estruturas considerando o seu funcionamento e as cargas que devem ser suportadas.

A última etapa foi a revisão da alternativa final, contando com suas especificações técnicas e planejamento da sua fabricação, considerando os recursos do projeto e as opções da indústria, visando proporcionar uma fabricação rápida e acessível. A fase atual do projeto encontra-se na produção do protótipo funcional para possibilitar testes práticos com usuários.

## 4. DISCUSSÕES

As primeiras fases foram cruciais para criar as informações de base para todo o processo do projeto. Notou-se que é essencial utilizar essas etapas iniciais para estimular a equipe de projeto a aprofundar-se no assunto, levando em conta que nem sempre todos são especialistas no assunto ou no contexto da tecnologia a ser desenvolvida. Esse acúmulo de informações e conhecimento ajudou na realização de entrevistas menos extensas e mais assertivas. Também foi essencial para elaboração de requisitos coerentes com a realidade da prática de equoterapia e dos agentes envolvidas nela.

Durante a análise de concorrentes e similares, as divergências de opiniões comprovaram a importância da multidisciplinaridade dentro de equipes de projeto de tecnologias assistivas, gerando diferentes perspectivas acerca do mesmo

assunto (FERRARI et al., 2019). A geração de requisitos sendo um processo não linear, contou com revisões constantes durante o processo, possibilitando o aperfeiçoamento do resultado final, considerando as novas entradas de informações durante o desenvolvimento.

A geração de alternativas teve resultados interessantes devido a participação de projetistas com diferentes perspectivas e experiências. Percebeu-se que também poderia ter sido inserido um profissional da área da saúde em alguma das sessões de geração, com intuito de ampliar as ideias.

Apesar dos cuidados, preocupações e do planejamento do projeto, a validação da alternativa final só foi realmente possível com sua concretização em um modelo volumétrico, que apesar das suas limitações em relação ao acionamento das partes da coluna e emissão de ruído, conseguiu fornecer informações sobre diversos aspectos. Os requisitos que foram estabelecidos atenderam: (1) aos limites estruturais e dimensionais do centro; (2) a aceitação do cavalo à sequência de movimentação durante um atendimento típico simulado; e (3) percepção positiva quanto ao modelo adotado e a proposta de uso (usabilidade) pelos pacientes e profissionais da equoterapia.

Configura-se, portanto, essencial a elaboração de protótipos durante o processo de desenvolvimento de produtos, visando simular e confrontar com o ambiente real como forma de possibilitar ações de melhorias, principalmente considerando tecnologias assistivas que envolvem diversas variáveis de uso e de interação. Para as etapas finais de delimitação da alternativa final, foi essencial a realização de simulações mecânicas para a definição das dimensões finais, dos materiais e dos processos de fabricação. Dessa mesma forma, foi essencial os testes com o modelo volumétrico para validar a utilização do equipamento, como sua montagem, desmontagem, armazenamento.

## **5. CONCLUSÕES**

Embora o desenvolvimento desse equipamento ainda não esteja completo, até sua etapa atual já foi possível gerar diversos resultados dentro da perspectiva de concepção de tecnologias assistivas, como, por exemplo, a importância de relacionar diferentes áreas de conhecimento e principalmente envolver no processo de concepção todos agentes e contextos que no futuro farão parte do uso da tecnologia. O projeto de extensão também proporcionou uma parceria entre universidade e sociedade externa em um cenário de desenvolvimento de produtos. Essa interação entre os dois grupos gerou benefícios para os dois lados, salientando a importância da universidade manter esse contato com realidades diferentes do ambiente acadêmico.

A preocupação de produzir tecnologias para a atividade dos profissionais de equoterapia e dos seus praticantes gera um olhar inovador sobre a equoterapia, revelando novas faces da prática e de como melhorar sua execução e a experiência dos envolvidos. Por fim, é esperado que as próximas etapas do projeto SIMOPE forneçam como resultado final uma alternativa eficiente para resolver os problemas ergonômicos do centro de equoterapia em estudo e de outros que apresentarem o mesmo diagnóstico. Atualmente o equipamento encontra-se também em processo de patente no INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial).

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à SETI-PR (Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná), ao Programa USF (Universidade Sem Fronteiras) e ao Fundo Paraná pelo financiamento deste projeto de extensão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAXTER, M. **Projeto de Produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3ª edição. Blucher. São Paulo, 2011.

BOARETTO, M.D., RODRIGUES, J.M.Z, MORESCHI, B.S., LUZ, M.L.S. Equotherapy center at a glance for ergonomic activity: Epidemiological prolife versus therapeutical practices. **20th Congress Of International Ergonomics Association, Florence, v. 20, n. 1, p.759-764, ago. 2018**. Anual.

DEBUSE, D.; GIBB, C.; CHANDLER, C. Effects of hippotherapy on people with cerebral palsy from the users ' perspective : A qualitative study. **Physiotherapy Theory and Practice, v. 25**. July 2008, p. 174-192, 2009.

FERRARI, Guilherme Neto Ferrari; OLIVEIRA, Paula Conceição Rocha de; OBANA, Bruno Isamu; LUZ, Maria de Lourdes Santiago. Um estudo comparativo entre as diferentes propostas metodológicas no desenvolvimento de um sistema de mobilidade para equoterapia. **ENEGEP 2019 - XXXIX ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Santos, 2019.

FERRARI, Guilherme Neto; OLIVEIRA, Paula Conceição Rocha de; LUZ, Maria de Lourdes Santiago; SCHOFFEU, Thalita Gonçalves. Equipe multidisciplinar no desenvolvimento de produto: comparação de diferentes perspectivas na análise de concorrentes e similares. **XXVI SIMPEP - Simpósio de engenharia de produção**. Bauru, 2019.

FERRARI, Guilherme Neto; RAZZA, Bruno Montanari; COLMAN, Flavio Clareth; LUZ, Maria de Lourdes Santiago; OLIVEIRA, Paula Conceição Rocha de; FERREIRA, Maykon Cesar Spolti, OBANA, Bruno Isamu; BRANCALHÃO, Lucas de Oliveira. Mobility System for Hippotherapy: the Development Process. **E3 Design and ergonomics: Designing of inclusive Learning experience**. Florence, 2019.

IIDA, Itiro; BUARQUE, L. I. A. Ergonomia: projeto e produção. Editora Blucher, 2016.

LÉVEILLÉ, A.; ROCHETTE, A.; MAINVILLE, C. Perceived risks and benefits of hippotherapy among parents of children currently engaged in or waiting for hippotherapy : A pilot study. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 33, n. 4, p. 269–277. 2017.

LESSICK, M. et al. Horseback Riding: Exploring This Alternative Therapy for Women With Disabilities. **AWHONN Lifelines**, v. 8, n. 1, p. 46–53. 2004.

LUZ, Maria de Lourdes Santiago; BOARETTO, Marcelo Dondelli; RODRIGUES, Jullia Maria Zullim. O trabalho em um Centro de Equoterapia sob a compreensão da ergonomia da atividade. v. 1, n. 37, p.1-19, 15 nov. 2017. **Anual. ENEGEP 2017 - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**.

OBANA, Bruno Isamu; RAZZA, Bruno Montanari; COLMAN, Flavio Clareth; FERRARI, Guilherme Neto; BRANCALHÃO, Lucas de Oliveira; LUZ, Maria de Lourdes Santiago, FERREIRA, Maykon Cesar Spolti; OLIVEIRA, Paula Conceição Rocha de. Geração de requisitos de projeto no desenvolvimento de um produto para mobilidade na equoterapia. **ABERGO 2019 - XIX Congresso Brasileiro de Ergonomia**. Curitiba, 2019.

OLIVEIRA, Paula Conceição Rocha de; FERRARI, Guilherme Neto; LUZ, Maria de Lourdes Santiago; RAZZA, Bruno Montanari. Sistema de mobilidade para equoterapia: processo de elaboração de um modelo em escala real para validação de alternativa de equipamento. **CBGDP - 12º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto**. Brasília, 2019.

PAVÃO, Luna Castro. “**O que é que cavalo sabe: Um estudo antropológico sobre o vínculo animal- humano na equoterapia**”. 260p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

PAHL, G; BEITZ, W; FELDHUSEN, J; GROTE, K.H. **Engineering Design: A systematic Approach**. 3rd ed. Springer. London, UK.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

# Dispositivo de apoio protético: avaliação funcional e a contribuição da reabilitação na infância

Poteriko da Silva, Geane Aparecida<sup>1</sup>; Okumura, Maria  
Lucia Miyake<sup>2</sup>; Canciglieri Junior, Osiris<sup>\*3</sup>

1 – Secretaria de Educação do Paraná, SEED-PR, geane.gaps@gmail.com

2 – Programa de Pós-grad. Eng. Produção e Sistemas, PUCPR, lucia.miyake@pucpr.br

3 – Programa de Pós-grad. Eng. Produção e Sistemas, PUCPR, osiris.canciglieri@pucpr.br

\*Correspondência: Rua Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba, PR, Brasil, 80215-901.

## RESUMO

O Processo de Desenvolvimento integrado de Produto (PDIP) orientado para Tecnologia Assistiva compreende profissionais de produtos e serviços. O uso da manufatura aditiva trouxe novas perspectivas de dispositivo protético e contribuições aos seus usuários. O objetivo da pesquisa é a aplicação do PDIP no período de 4 anos, cujo procedimento envolve o desenvolvimento e elaboração de dispositivos de apoio protético confeccionados em manufatura aditiva, integrado com o programa de reabilitação do usuário para acompanhar a avaliação da funcionalidade. Na discussão dos resultados, apresenta a manufatura de oito dispositivos e os benefícios efetivos ao usuário com estimulação muscular do membro superior.

**Palavras-chave:** dispositivo de apoio protético, manufatura aditiva, pessoa com agenesia de membro superior, reabilitação funcional.

## ABSTRACT

*The Integrated Product Development Process (IPDP) oriented to Assistive Technology comprises professionals of products and services. The use of additive manufacturing brought new perspectives on prosthetic devices and contributions to their users. The objective of the research is the application of the IPDP in the period of 4 years, whose procedure involves the development and elaboration of prosthetic support devices made in additive manufacturing, integrated with the user's rehabilitation program*



to monitor the functionality assessment. In the discussion of the results, it presents the manufacture of eight devices and the effective benefits to the user with muscular stimulation of the upper limb.

**Keywords:** *prosthetic support device, additive manufacturing, person with upper limb agenesis, functional rehabilitation.*

## 1. INTRODUÇÃO

As pessoas com deficiência física do membro superior ou inferior, principalmente dos casos de amputação, constam que passam por altos níveis de vulnerabilidade física e psicológica (LAZOSKI, 2018; MCGIMPSEY; BRADFORD, 2010). Segundo Kottke *et al.* (1984), as causas de agenesia ou disgenesia de membros superiores ou inferiores consistem em deformação esquelética congênita ou amputação, seja ela cirúrgica ou acidental.

De acordo com o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA, Art. 11º) (BRASIL, 1990), as crianças e adolescentes com deficiência têm direitos à saúde no atendimento especializado, na necessidade de reabilitação e no fornecimento de prótese. Neste aspecto, incluem-se as pessoas com deficiência física congênita de membros superiores, conforme a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde - CID 10:Q74 (WHO, 2019), pois normalmente elas deixam de usar o membro residual amputado ocasionando o encurtamento muscular e diminuição da amplitude total de movimento, que está relacionada com falta de sessões de reabilitação e preparação para futura protetização definitiva (OKUMURA; CANGIHLIERI JUNIOR, 2019). Assim, a reabilitação pediátrica é uma Tecnologia Assistiva (TA) de serviços que tem o objetivo de promover o desenvolvimento da capacidade motora e possibilitar ao indivíduo a participação de atividades sociais, escolares e familiares da forma mais adequada que o seu quadro patológico permite (XAVIER, 2019).

Com o avanço da tecnologia aumentou a diversidade de componentes protéticos, possibilitando às pessoas com diferenças de membros usufruir de próteses com mais conforto, estabilidade e capacidade de resposta. Neste aspecto, o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP) é definido como conjunto de ações que atendem as especificidades de determinados usuários, elaboram um produto ou serviço, integrando várias áreas do conhecimento (BACK *et al.*, 2008). Tratando-se de processos que envolvem pessoa com deficiência (PcD), Okumura e Canciglieri Junior (2019) recomendam aplicar o *Design for Assistive Technology* no PDIP, pois para concepção do produto da TA, exige-se profunda investigação na função do produto e informações quanto a limitação do usuário e do ambiente de uso (OKUMURA; CANGIHLIERI JUNIOR, 2019).

A manufatura aditiva tornou-se amplamente utilizada nos últimos anos, pois a redução dos custos de máquinas, aliada à disseminação de projetos, do tipo *Open Source*, que disponibilizam modelos prontos dos mais variados objetos além de viabilizar a modificação do projeto, seja para melhorias ou adaptação (MAIA, 2016).

Neste contexto, o objetivo deste artigo é explicar de modo sintetizada a pesquisa aplicada o PDIP durante o período de 4 anos, cujo procedimento envolve o desenvolvimento e elaboração de dispositivos de apoio protético confeccionados em manufatura aditiva, integrado com o programa de reabilitação do usuário para acompanhar a avaliação da funcionalidade do dispositivo. Na discussão dos resultados apresenta a manufatura de oito dispositivos e os benefícios efetivos ao usuário com estimulação muscular do membro superior.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia da pesquisa é aplicada de abordagem qualitativa, natureza exploratória e análise observacional em campo. De acordo com Fontelles *et al.* (2009), a pesquisa de natureza exploratória aproxima um contato preliminar do tema familiarizado com o fenômeno da problemática, contando ainda com a utilização de auxílios externos à situação, no intuito de definir o que é o fato a ser analisado. Com relação a pesquisa observacional, Fontelles *et al.* (2009) destaca o encontro do expectador dos fatos/fenômenos, sem interferir na situação a ser analisada. Contudo, em meio aos fatos, pode-se realizar procedimentos para coleta de dados. A pesquisa de abordagem qualitativa é um método apropriado para a compreensão de fenômenos complexos e específicos, com profundidade, utilizado para temas dos universos sociais e culturais, baseando-se em descrições e interpretações (FONTELLES *et al.*, 2009).

No procedimento técnico da pesquisa, o método segue as fases do PDIP, a seguir: informacional, conceitual, preliminar e detalhado com retroalimentação de requisitos para novos dispositivos (OKUMURA; CANGIOLIERI JUNIOR, 2019).

Na fase informacional do PDIP iniciou-se com a revisão bibliográfica dos principais temas da pesquisa e a investigação de diferentes características de agenesia de membros, limitações e especificidade das PcD e dos usuários de próteses e dispositivos de apoio. A coleta de dados foi em campo observando as atividades realizadas de uma associação relacionada com PcD. As fases conceitual, preliminar e detalhado do PDIP foram divididas em três etapas: i) elaborar dispositivos de apoio protético utilizando os recursos da manufatura aditiva; ii) acompanhar a avaliação de funcionalidade e; iii) acompanhar a evolução do usuário com agenesia de mão congênita na sessão de reabilitação.

Participaram nesta pesquisa a equipe de profissionais acadêmicos e voluntários de uma associação. Foram manufaturados oito dispositivos. Após cada avaliação de funcionalidade, os resultados foram convertidos em requisitos de produtos que foram retroalimentados para fase informacional do PDIP para elaboração de novo dispositivo.

Nesta pesquisa, os dispositivos de apoio protético foram destinados para um usuário com agenesia de mão congênita. O usuário é referenciado no artigo com o codinome “D.P.S.”, que são as letras iniciais do nome. O procedimento de observar o usuário foi para acompanhar a evolução do uso do dispositivo protético durante o período de quatro anos. Enfim, apresenta-se a análise e avaliação de funcionalidade dos dispositivos de apoio protéticos nos resultados obtidos com parecer das sessões de reabilitação.

## **2.1 Apresentação da rede de apoio para pessoas com agenesia de membros**

Esta pesquisa foi elaborada juntamente com uma associação sem fins econômicos, identificada como uma Organização da Sociedade Civil (OSC) que desenvolve projetos sociais, com sede no interior do Paraná. A OSC atua como uma rede de apoio para pessoas com deficiência de agenesia e malformação de membros. A parceria iniciou no ano de 2014, antes mesmo da constituição da OSC, com o Núcleo de Pesquisa de Produtos Orientados para TA do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas de uma IES do Paraná (POTERIKO, 2019; ASSOCIAÇÃO DAR A MÃO, 2020). Neste aspecto, esta pesquisa iniciou em 2016, com o projeto de acompanhar a evolução do usuário, que recebeu os dispositivos de apoio protético, assim como, aqueles que participaram dos testes para melhorar a qualidade do produto e verificar a funcionalidade de realizar alguma atividade de vida diária (AVD). Esclarece que todo atendimento direto ao usuário foi realizado pela OSC. A IES participa na pesquisa das fases de elaboração de projetos de dispositivos de apoio protético, acompanhamento nas sessões de reabilitação com as informações fornecidas pelos profissionais de saúde e da OSC, sem a identificação do usuário, as quais são direcionadas para projetos de pesquisas acadêmicas.

## **3. RESULTADOS**

O PDIP compreende a parte de produto e serviços de TA, assim, participam profissionais das diversas áreas da IES em parceria com a OSC como: engenheiros, designers, médicos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, psicólogos,

especialistas em órteses, próteses e materiais especiais - OPME e outros relacionados.

Nesta pesquisa, o usuário D.P.S. foi indicado pela OSC, que tem agenesia de mão congênita, com diagnóstico fechado decorrente da síndrome da brida amniótica. O usuário D.P.S. participa de sessões de reabilitação física e funcional desde os seus 2 anos de idade, conforme encaminhamento de médico ortopedista, por meio de Guia de Referência do Sistema Único de Saúde – SUS (BRASIL, 2013) em fevereiro de 2016, solicitando a “terapia ocupacional” mediante relato ao setor de origem de “paciente com agenesia das falanges do membro superior direito”, código CID 10:Q74.

As documentações de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorização de imagens e declaração de compromisso de realizar as sessões de reabilitação foram providenciados pela OSC, juntamente com os profissionais da área de saúde envolvidos.

### **3.1 Elaboração dos dispositivos de apoio protético**

As fases conceitual e detalhado do PDIP abordam o procedimento para elaboração de dispositivos que compreende as seguintes etapas: medição, seleção do modelo do dispositivo, parametrização, escalonamento, personalização, manufatura e montagem, customização, entrega ao usuário, reabilitação para uso do dispositivo e avaliação de funcionalidade.

As medições são fornecidas pelos profissionais de saúde, seguindo as instruções de dados antropométricos para parametrização de E-Nable (2020), Burn, Ta, Gogola (2016) e Associação Dar a Mão (2020). Pois, para cada dispositivo de apoio protético apresenta medida específica do usuário, sendo inviável a reutilização para outros fins. Em alguns casos, é solicitado vídeos de movimentação do membro residual com agenesia de mão. As medições são acompanhadas de receitas ou declarações de médicos, fisioterapeutas ou terapeutas ocupacionais, que o paciente está participando de programa de reabilitação e está apto para usar o dispositivo de apoio protético. Estes profissionais também participam da seleção dos modelos e nos testes técnicos dos dispositivos, além da avaliação de funcionalidade.

Para seleção de modelos de dispositivos de apoio protético participam especialistas em parametrização, escalonamento e da área de OPME e reabilitação. Os modelos selecionados para distribuição gratuita pela OSC são *Open Source*. A movimentação do dispositivo ocorre de forma mecânica, por meio de componentes elásticos que permitem a preensão palmar através da flexão do cotovelo e o relaxamento dos dedos de forma passiva.

Nesta pesquisa foi selecionado o modelo mecânico *Unlibited Arm* (E-NABLE, 2020) com algumas adaptações conforme a característica da agenesia de mão do usuário pelo profissional em *design*. Utilizou-se a impressora 3D para manufatura do dispositivo, e na sequência foi realizada a montagem dos dispositivos. A personalização e customização referem-se na escolha das cores dos filamentos e acabamentos estéticos dos dispositivos conforme o tema selecionado pelo usuário, que é considerado como parte de motivação para uso. Foram elaborados oito dispositivos, manufaturados e entregue ao usuário D.P.S. Menciona-se também, que o próximo dispositivo de número nove está em processo de manufatura. Os dispositivos e suas características são apresentados na Tabela 01.

Ano/Seq.	Modelo + adaptação	Situação	Massa Kg	Personalização cor filamento
2016/1	Unlibited Arm, conexões adaptadas	Entregue Utilizou Em desuso	0,080	Vermelho (claro)
2016/2	Unlibited Arm, conexões adaptadas	Entregue Utilizou Em desuso	0,095	Pink com tema da boneca “Monster High”
2017/3	Unlibited Arm, Adaptação das peças	Entregue Utilizou Em desuso	0,120	Tema Twilight Rosa claro
2017/4	Unlibited Arm com adaptação das peças	Entregue Utilizou Em desuso	0,132	Tema Lady Bug Vermelho/Preto
2018/5	Unlibited Arm, reformado troca de antebraço	Entregue Utilizou Em desuso	0,147	Tema: Mulher Maravilha Azul/Vermelho
2018/6	Unlibited Arm com adaptação das peças	Entregue Utilizou Em desuso	0,156	Rosa claro com customização
2019/7	Unlibited Arm com adaptação das peças	Entregue Uso atual	0,168	Tema:Descendentes Vermelho/Branco
2019/8	Unlibited Arm com adaptação das peças	Entregue Uso atual	0,165	Tema:Hello Kitty Pink/Branco
2020/9	Unlibited Arm com adaptação das peças	Processo de manufatura	0,178	Amarelo com customização

**Tabela 01**

Dispositivos manufaturados do usuário D.P.S. no período de 2016 a 2020.

Os dispositivos foram manufaturados conforme a indicação dos profissionais de saúde e técnicos, que acompanham na sessão de reabilitação, sendo na maioria das justificativas foi devido o crescimento físico natural do usuário D.P.S., havendo a necessidade da troca por outro com escalonamento maior.

O filamento utilizado na impressora 3D foi o ácido poliático (*Polylytic Acid*), conhecido como PLA, que tem propriedades mecânicas, possui boa tenacidade e boa resistência (MAIA, 2016).

### 3.2 Profissionais em serviços de Tecnologia Assistiva

Os serviços de Tecnologia Assistiva compreendem os profissionais de reabilitação e de psicologia para atender o usuário D.P.S., os quais são relacionados na Tabela 02.

Duração/ Período	Uso de Dispositivo	Programas/Sessões
6 meses 2x por semana	Não	Reabilitação: Fortalecimento muscular, estimulação do membro com agenesia, correção postural no desenvolvimento das atividades de vida diária e treino funcional de capacidade manipulatória de objetos.
1 hora 1 consulta	Não	Consulta com psicóloga: avaliação psicológica para início do processo de protetização e do uso de dispositivo de apoio protético.
1 x por semana	Sim	Reabilitação: fortalecimento muscular, atividades ocupacionais com coordenação motora fina até atividades lúdicas e brincadeiras diversificadas.
1 x por semana	Sim	Reabilitação: desenvolvimento global da criança, coordenação motora, amplitude de movimento, integração sensorial.
Diariamente	Sim	Reabilitação: inserção do uso dos dispositivos nas atividades do dia a dia.

**Tabela 02**

Tabela de usuário D.P.S. nas sessões de reabilitação e consultas.

## 4. DISCUSSÃO

(a) dispositivos protéticos



(b) andar de bicicleta



(c) Passo de balé

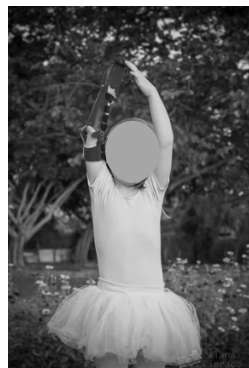


Figura 01

A avaliação de funcionalidade do dispositivo foi juntamente com as atividades realizadas nas sessões de reabilitação. Além disso, foram realizadas outras atividades que o usuário D.P.S. participou com uso dos dispositivos (FIGURA 01-a) foram: segurar bola, guidão da bicicleta (FIGURA 01-b), brinquedos utilizando as duas mãos. Assim como, o usuário levou para as aulas na escola e participou das atividades de balé (FIGURA 01-c), que demonstrou satisfação no seu semblante ao realizar o passo de levantar as duas mãos e fazê-las encontrar. A outra ocasião de satisfação foi de conseguir segurar um guarda-chuva fechado com a mão com dispositivo e abrir com a outra mão.

Nos dispositivos posteriores foram acrescentados de materiais de silicones nas pontas dos dedos para melhorar a fixação para segurar a bola e brinquedos com as duas mãos. Desta forma, os resultados de avaliação funcional formaram os requisitos para elaboração do novo dispositivo, havendo a continuidade na pesquisa com estudo de materiais, movimento mecânico, *design* e apresentação estética.

Observou-se a relevância da estética dos dispositivos protéticos com personalização de temas do interesse do usuário infantil, que motiva o seu uso e auxilia psicologicamente na compreensão de que a deficiência física não é sinônimo de incapacidade.

Em vista de outros depoimentos fornecidos pela OSC, para caso das crianças, percebe-se imediatamente melhorias físicas e emocionais, inclusive na execução de atividades básicas do dia a dia com mais independência, autonomia e segurança, possibilitando aprendizagem e treino de funcionalidade manipulatória.

As análises dos resultados apresentam os benefícios com relação a estimulação muscular, que são positivos, uma vez que ao utilizar um dispositivo de apoio protético, a criança exercita e estimula o membro com agenesia de forma mais efetiva. As contribuições são relacionadas a seguir: i) aumento na performance do desenvolvimento físico, estimulação muscular e amplitude total de movimento do usuário; ii) redução do atrofiamento muscular do usuário; iii) aumento da motivação e da autoestima: temas de interesse, de super-heróis ou personagens diversos escolhidos para personalização; iv) facilidade para utilizar o dispositivo de apoio protético, a partir do posicionamento do usuário; v) contribui na orientação bilateral e simetria corporal ao usuário

## **5. CONCLUSÕES**

O PDIP orientado para tecnologia assistiva proporciona maior integração entre as áreas de conhecimento envolvidas. Nesta pesquisa participaram profissionais das diferentes áreas para elaboração de dispositivo de apoio protético e nas sessões de reabilitação para acompanhar a avaliação de funcionalidade e evolução do usuário. Foram manufaturados oito dispositivos, que apresentaram benefícios efetivos ao usuário com estimulação muscular do membro superior.

Observa-se que as crianças necessitam trocar de dispositivo de apoio protético com determinada frequência, devido ao crescimento ou troca de peças conforme o desgaste do material por uso. Assim, a manufatura aditiva permite que esta troca seja realizada a um custo menor comparado às outras opções existentes no mercado.

Esta pesquisa tem a continuidade acompanhando a evolução do usuário com uso do dispositivo de apoio protético e desenvolver projetos de produtos orientados para TA. Neste artigo, as informações técnicas das fases do PDIP como medições, escalonamento, parametrização, escolha de modelo de dispositivos e apresentação do design de estética foram sintetizadas, que estarão descritas com detalhamento na versão estendida deste artigo.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o apoio da Associação Dar a Mão e da sua equipe de profissionais voluntários.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO DAR A MÃO. Uma rede de apoio à diferença de membros. Disponível em: [www.daramao.org](http://www.daramao.org). Acesso em: 05/02/2020.

BACK, N.; OGLIARI, A.; SILVA, J. da; DIAS, A. **Projeto integrado de produtos**: planejamento, concepção e modelagem. Barueri, SP: Manole, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. **E-SUS: Manual de preenchimento de fichas**. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2013.

BRASIL. **Lei no 8.069**, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 16 jul. 1990.

BURN, M. B.; TA, A.; GOGOLA, G.R. Three-dimensional printing of prosthetic hands for children. **J Hand Surg**, 2016, n41, p.103-109.

E-NABLE. **e-NABLE community**: enabling the future. Disponível em: [enablingthefuture.org](http://enablingthefuture.org). Acesso em: 15/02/2020.

FONTELLES, M.J.; SIMÕES, M.G.; FARIAS, S.H.; FONTELLES, R.G.S. **Metodologia da Pesquisa Científica**: Diretrizes para a Elaboração de um Protocolo de Pesquisa. Núcleo de Bioestática Aplicado à pesquisa da Universidade da Amazônia – UNAMA. Belém, PA. 2009.

KOTTKE, F. J.; STILLWELL, G. K.; LEHMANN, J. F. **Tratado de Medicina Física e Reabilitação de Krusen**. 3. Ed. São Paulo: Editora Manole, 1984.

LAZOSKI, V.C.S. **Método conceitual para o desenvolvimento integrado de produto orientado a próteses**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2018.

MAIA, B. A. **Parametrização dimensional, por modelo de regressão, de próteses de mão para crianças, confeccionadas por manufatura aditiva**. Catalão: UFG, 2016.

MCGIMPSEY, G.; BRADFORD, T. **Limb Prosthetics Services and devices, Critical Unmet Need: Market Analysis**. Worcester: Bioengineering Institute Center for Neuroprosthetics, 2010.

OKUMURA, M.L.M.; CANGIOLIERI JUNIOR., O. **Modelo Conceitual de Projeto Orientado para Tecnologia Assistiva**: Design de tecnologia assistiva – DFAT. Mauritius: Novas Edições Acadêmicas, OmniScriptum, 2019.

POTERIKO, G. **Joia Rara**: Agnesia de membros. Sinergia: Maringá, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision (ICD-10)-WHO Version for 2019.

XAVIER, D. **A fisioterapia na reabilitação da criança com necessidades especiais**. Disponível em: <http://andanenem.com.br/importancia-da-fisioterapia-na-reabilitacao-da-crianca-com-necessidades-especiais/> Acesso em: 20/09/2019.

# **User-Capacity Toolkit: conjunto de ferramentas para o ensino e prática de projetos inclusivos**

Pichler, Rosimeri Franck<sup>1</sup>; Monteiro, Hércules<sup>2</sup>

1 – rosimeri.pichler@ufpe.br

2 – herculesmanoel@gmail.com.

Correspondência: Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 – Nova Caruaru, PE, 55014-900.

## **RESUMO**

Este artigo tem como objetivo avaliar a eficiência do *User-Capacity Toolkit* (UCT) no processo de ensino e na prática projetual de Design Inclusivo. Para isso, O UCT foi aplicado em duas turmas de Design do Campus Agreste/UFPE e suas percepções de uso foram relatadas em Grupo Focal. Como resultados, constatou-se que o UCT facilitou a aproximação e o conhecimento das capacidades e limitações dos usuários, guiando o desenvolvimento de soluções alinhadas com suas necessidades. Além disso, se mostrou uma importante ferramenta para o ensino e prática de projetos inclusivos.

**Palavras-chave:** Design Inclusivo, Tecnologia Assistiva, Ferramentas.

## **ABSTRACT**

*This article aims to evaluate the efficiency of the User-Capacity Toolkit (UCT) in the inclusive design teaching process and project practice. For this, UCT was applied in two Design classes at Campus Agreste / UFPE and their perceptions of use were reported in Focus Group. As a result, it was found that the UCT facilitated the approach and knowledge of the users' capabilities and limitations, guiding the development of solutions aligned with their needs. In addition, it proved to be an important tool for teaching and practicing inclusive projects.*

**Keywords:** *Inclusive Design, Assistive Technology, Toolkit.*

## **1. INTRODUÇÃO**

A Organização Mundial da Saúde (2012) estima que mais de um bilhão de pessoas possuam algum tipo de deficiência, representando cerca de 15% da

população mundial. Esses indivíduos sofrem diariamente com a dificuldade de acesso a ambientes, produtos e serviços, o que torna a Pessoa com Deficiência (PCD) dependente de outras pessoas e a exclui das oportunidades sociais, culturais e políticas regulares (WHO, 2012).

Nesse sentido, o Design Inclusivo (DI) é fundamental para uma sociedade equitativa, pois visa o projeto de produtos, ambientes e serviços que considerem a diversidade humana e possibilitem sua utilização por uma variedade maior de usuários, sem a necessidade de adaptações ou modificações (GOMES e QUARESMA, 2018; ROSE et al., 2005; NEWELL, 2003). Assim, o DI não deve ser entendido como uma abordagem específica para PCD ou com mobilidade reduzida, pois as soluções já devem considerar a diversidade de usuários (LIVRAMENTO DA SILVA e COSTA, 2018; GOMES e QUARESMA, 2018). Embora Simões e Bispo (2006, p. 8) afirmem que “o envolvimento de pessoas com deficiência é encarado como uma forma de garantir a adequação para aqueles que, eventualmente, terão mais dificuldade de utilização”.

Bersh (2017) aponta que o conceito de DI precisa estar mais presente nas criações das engenharias, edificações e produtos, o que evitaria o investimento em reformas e adaptações para atender um grupo específico de pessoas. Corrobora com essa perspectiva Galvão Filho (2009), ao afirmar que quando se transcende a ideia de projetos específicos, a aplicação do DI possibilita a transição de uma realidade de segregação, para uma realidade de equidade, de cidadania e de sociedade inclusiva.

Em um levantamento feito por Gomes e Quaresma (2018), foi descoberto que 71% dos profissionais de design relatam conhecer o DI, mas apenas 29% afirmam pô-lo em prática, e essa é uma realidade presente tanto no Brasil quanto em outros países. Ainda segundo as autoras, a maioria desses profissionais tiveram contato com o DI no ambiente acadêmico, porém as mesmas ressaltam que apenas conhecê-lo não é o suficiente para capacitar o profissional para colocá-lo em prática. Assim, recomenda-se que o ensino do DI priorize a prática projetual em paralelo com a teoria, inserindo os alunos em situações reais, com usuários finais ou profissionais, o que possibilita o desenvolvimento de atitudes empáticas (GOMES e QUARESMA, 2018; DONG, 2010). Entende-se que, ao vivenciar a prática projetual do DI na universidade, os novos profissionais poderão suprir a ausência de produtos inclusivos no mercado (GOMES e QUARESMA, 2018).

Com intuito de auxiliar o processo de desenvolvimento de projetos inclusivos, Pichler (2019) desenvolveu o *User-Capacity Toolkit* (UCT)<sup>1</sup>, o qual compreende 1 Manual de Instruções e 4 ferramentas (Guia de Coleta Subjetivo; Guia de Coleta Objetivo, Guia de Conversão e Painéis de Síntese Visual). Assim, este artigo tem

---

1 Para conhecer o UCT acesse: <http://ngd.ufsc.br/user-capacity-toolkit/>

como objetivo avaliar a eficiência do UCT com relação ao ensino e ao projeto de DI, por meio de sua aplicação na disciplina de Design Universal e Acessibilidade do curso de graduação em Design do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco nos dois semestres de 2019.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada em 3 fases, a primeira fase compreendeu a aplicação do UCT no desenvolvimento do projeto final com usuários reais na disciplina de Design Universal e Acessibilidade nos semestres 2019-1 e 2019-2. A Fase 2 compreendeu a avaliação do UCT pelos alunos da disciplina após a finalização do projeto, e a Fase 3, compreendeu a análise dos dados coletados.

Como procedimentos de avaliação foram adotados a observação assistemática e o Grupo Focal. Os relatos obtidos foram transcritos e analisados quanto às demandas de ensino (como o uso do UCT pode auxiliar no ensino e aprendizagem sobre projetos inclusivos) e de projeto (como o uso do UCT auxilia no levantamento, organização e análise dos dados do projeto). Ressalta-se que antes da realização de qualquer procedimento, os participantes foram informados sobre os objetivos e riscos da pesquisa, e todos assinaram os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido e de Uso de Imagem e Voz.

## 3. RESULTADOS

As Fases de Aplicação e Avaliação foram realizadas nos semestres: 2019-1, que compreendeu o período de 04 de abril a 06 de junho; e 2019-2, que compreendeu o período de 10 de outubro a 21 de novembro. A Fase de Análise foi realizada após a conclusão das fases 1 e 2, conforme demonstra o Quadro 1. Quanto ao número de participantes, na Fase de Aplicação participaram ao total 37 alunos e na Fase de Avaliação, participaram ao total 28 alunos.

	Fase 1 - Aplicação Observação	Fase 2 - Avaliação Grupo Focal	Fase 3 – Análise Transcrição
2019.1	Período: 04/04 – 30/05/19 Nº de alunos: 19	Coleta: 06/06/19 Nº de alunos: 12	Período: 15/06 – 15/07/19
2019.2	Período: 10/10 – 14/11/19 Nº de alunos: 18	Coleta: 21/11/19 Nº de alunos: 16	Período: 25/12 – 20/02/20

**Quadro 01**

Fases da pesquisa e períodos de realização.

Com relação ao **ensino de DI** (Quadro 2), foi relatado que o UCT foi fundamental, principalmente para os alunos que nunca haviam realizado levantamento de dados com usuários reais, auxiliando na aproximação e no desenvolver da conversa com o usuário, familiar e profissionais envolvidos. Neste quesito, as equipes perceberam a necessidade de maior convívio com o usuário, para um contato mais íntimo, resultando em uma coleta de dados mais confiável.

Ensino - Alunos	
2019.1	2019.2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não leram o manual de instruções;</li> <li>• Dificuldades sentidas durante a aplicação inicial do U-CT;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual utilizado como auxílio;</li> <li>• O workshop demonstra as variáveis que os projetos podem apresentar;</li> <li>• No workshop, apresentar o U-CT em sua ordem de aplicação;</li> <li>• Mais tempo para que chegassem na criação de alternativas de projeto;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• O U-CT foi fundamental para equipes que nunca tinham realizado levantamento de dados;</li> <li>• O U-CT facilitou a conversa com os familiares e usuários;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classificar as limitações e necessidades dos usuários foi desafiador para as equipes;</li> <li>• Percepção da necessidade de tempo maior de convívio com usuários para projetos complexos;</li> <li>• Estimula a coleta de informações que vão além do problema central do usuário;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não utilizaram os painéis para a conversão dos dados coletados;</li> <li>• Situação prática de desenvolvimento de projeto;</li> <li>• Prática de relacionamento com usuário, familiares e/ou profissionais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situação prática de desenvolvimento de projeto;</li> <li>• Prática de relacionamento com usuário, familiares e/ou profissionais</li> </ul>
Ensino - Professora da disciplina	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipes equiparadas nas fases de desenvolvimento do projeto;</li> <li>• Facilitou a orientação das equipes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sugestão de indicação que recomende a leitura do manual antes de realizar o levantamento de dados;</li> <li>• O workshop antecipou a resolução de dúvidas que as equipes poderiam ter durante a utilização do U-CT</li> </ul>

### Quadro 02

Itens relatados quanto à percepção de uso do UCT no ensino de DI.

Foi ressaltado ainda, a possibilidade que o UCT dispõe de coletar dados que vão além do problema principal do usuário, permitindo a criação de um produto que atenda possíveis limitações futuras e que explorem as capacidades do usuário como solução de projeto.

Como aspecto a melhorar, foi observado que, tanto a leitura do manual de instruções, quanto o preenchimento dos Painéis de Síntese Visual, não foram realizados pela maioria das equipes, o que ocasionou algumas complicações

durante a aplicação inicial do conjunto de ferramentas, principalmente na turma do 1º Semestre, que teve apenas uma breve apresentação do UCT, sem uma experimentação prática prévia. Devido a isso, no 2º semestre foi introduzida a realização de um *Workshop*, incluindo a apresentação do UCT e um período de experimentação prática com o desenvolvimento de um projeto simulado.

Com isso, os alunos tiveram um contato maior com o manual de instruções e as demais ferramentas do UCT, adiantando possíveis dúvidas e problemas de utilização pelas equipes. Além disso, os alunos puderam perceber previamente a quantidade de dados sobre o usuário que o UCT oportuniza, evidenciando a necessidade de realizar a conversão desses dados em informação de projeto por meio dos Painéis de Síntese Visual. Embora a realização do *Workshop* tenha facilitado a utilização do UCT pelas equipes, e que tenha incentivado a realização de todos os passos no desenvolvimento do projeto, os alunos ressaltaram que o *Workshop* poderia ter sido aplicado com mais tempo, ocupando 2 aulas, ao invés de apenas 1, para possibilitar a conclusão da conversão nos painéis, que nessa primeira aplicação muitas equipes não conseguiram concluir seu preenchimento.

A professora da disciplina ressaltou que o uso do UCT como forma de ensino de projeto de DI possibilitou que o conhecimento dos membros das equipes se equiparasse, facilitando a orientação dos mesmos ao longo do desenvolvimento dos projetos, além de que todos seguiram as etapas de um mesmo conjunto de ferramentas. Ademais, foi recomendado que no próprio Guia de Coletas, exista uma indicação de leitura do manual de instruções antes da realização do levantamento de dados. Por fim, a professora frisou a relevância da apresentação do UCT em forma de *workshop* como uma antecipação e resolução de dúvidas que as equipes poderiam sentir durante a utilização do conjunto de ferramentas.

Com relação à **prática projetual de DI** (Quadro 2), de modo geral, as equipes relataram que o UCT proporcionou uma coleta mais completa e direcionada com os usuários, o que resultou em melhores resultados na disciplina, facilitando a tomada de decisão e direcionando a equipe de forma ágil e prática.

Com relação à etapa de levantamento de dados, as equipes puderam perceber a complexidade existente no desenvolvimento de projetos inclusivos ocasionado pela grande quantidade de dados necessários, fazendo com que algumas equipes optassem por coletar dados com um usuário específico, conhecendo-o assim, com maior profundidade e confiabilidade. Este aspecto foi considerado positivo, embora um tanto contraditório quanto aos objetivos do DI, porém, entende-se que com o UCT os alunos perceberam que optando por um número maior de usuários, o conhecimento sobre cada realidade seria superficial, sendo necessário mais tempo e comprometimento quando se trata de um projeto para uma maior diversidade.

Ainda quanto ao levantamento de dados, as equipes que escolheram usuários crianças sentiram dificuldades pois, tanto o Guia de Coletas Subjetivas, quanto o Guia de Coletas Objetivas, não são direcionados ao contexto infantil. As demais equipes que escolheram usuários de outras faixas etárias não relataram problemas nas coletas e ressaltaram a eficácia do UCT em usuários adultos. Desta forma, foi mencionado pelos alunos que seria importante haver uma adaptação do UCT para o contexto infantil, tanto nas perguntas quanto na opção de testes objetivos. As equipes que optaram por usuários adultos afirmaram que os espaços para as observações foram suficientes, sendo necessário apenas mais espaço para os dados provenientes de outros entrevistados, como os familiares, cuidadores e profissionais.

<b>Projeto - Alunos</b>	
<b>2019.1</b>	<b>2019.2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ressaltada a importância dos painéis para projetos mais complexos e com mais tempo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os painéis possibilitam o desenvolvimento da criatividade, gerando mais alternativas de produtos;</li> <li>• O U-CT facilita a condensação e gerenciamento dos dados coletados;</li> <li>• Direciona as equipes para as informações mais relevantes para o projeto;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaços disponíveis para preenchimento dos dados de usuário foram suficientes;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidade de espaços para preenchimento com informações coletadas com familiares;</li> <li>• Necessidade de espaço para preenchimento de dados relacionados ao contexto infantil;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidade de focar em um usuário para atender suas principais dificuldades;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dados coletados com familiares e profissionais do usuário são relevantes para os projetos;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidade de adaptação em algumas perguntas;</li> <li>• Uma equipe selecionou os testes objetivos antes da coleta com o usuário;</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos começaram a coleta de dados pelo bloco de usuários;</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algumas dificuldades foram sentidas em testes feitos com crianças;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldades na coleta de dados com crianças;</li> <li>• Sem relatos de problemas em equipes que fizeram levantamento com adultos;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• As coletas duraram em média 45 minutos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As coletas duraram em média 29 minutos.</li> </ul>
<b>Projeto - Professora da disciplina</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilidade de coletar um número maior de informações dos usuários;</li> <li>• Quantidade informações coletas possibilita a idealização de mais alternativas para o projeto;</li> <li>• Checklist para as etapas de desenvolvimento do projeto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A aplicação dos Guias de Coletas possibilita para as equipes um maior tempo na etapa de desenvolvimento do projeto;</li> <li>• O U-CT auxiliou na administração do tempo de projeto, agilizando a execução das etapas.</li> </ul>

### **Quadro 03**

Itens relatados quanto à percepção de uso do UCT na prática projetual de DI.

Com relação à análise e conversão dos dados, as equipes do 1º semestre relataram não terem utilizado os painéis de síntese visual, mas reconheceram a importância dos mesmos no desenvolvimento de projetos mais complexos. Na turma do 2º semestre, as equipes ressaltaram que eles facilitaram a condensação das informações coletadas e o seu gerenciamento, direcionando a equipe para o que era mais importante. Além disso, salientou-se que os painéis auxiliaram na criatividade, gerando mais alternativas de solução.

A professora da disciplina ressaltou que o UCT funcionou como um guia, comparando a um checklist, que instigou os alunos a passarem por todas as etapas do projeto, coletando o máximo de informações possíveis, o que possibilitou a idealização de mais alternativas de soluções. Frisou ainda, que o UCT auxiliou as equipes na administração do tempo, agilizando a execução das etapas. Por fim, destacou que o UCT, por já trazer uma entrevista estruturada, possibilitou que as equipes dedicassem mais tempo ao desenvolvimento do projeto e da busca pela solução.

#### **4. DISCUSSÃO**

Conforme anteriormente mencionado, o ensino de DI ainda é incipiente e necessita do envolvimento de usuários reais no desenvolvimento dos projetos. Com o UCT, os alunos se sentiram seguros e guiados para realizar este contato com usuário reais, fazendo com que as visitas realizadas fossem otimizadas, levantando dados úteis para o projeto. Segundo Gomes e Quaresma (2018), o ensino de DI é fundamentado na experimentação e no contato com o usuário, treinando os alunos a evitar os “achismos” no processo projetual. Nesse sentido, o UCT se mostrou eficaz ao orientar a discussão em equipe sobre os dados coletados, auxiliando na tomada de decisão consensual. De acordo com Carpes Junior (2014), um erro comum são as informações do projeto serem distorcidas, e até esquecidas, ao longo do processo desenvolvimento. Corroborando com essa visão Torrens (2012) ao afirmar que a eficácia do projeto está diretamente relacionada a qualidade da informação disponível para o projetista, a qual terá influência direta na tomada de decisão e nos resultados decorrentes do projeto.

No que tange a tomada de decisão consensual instigada no aluno pelo UCT, Forsberg et al. (2005) ressaltam ser este tipo de decisão mais eficaz, se comparado aos processos de tomada de decisão unilateral ou unânime. Além disso, os autores afirmam que o compartilhamento de informações, visíveis e disponíveis na sala de projeto, potencializa a participação, a análise, a atualização e a seleção do que é mais importante durante todo o processo. Tais recomendações são evidenciadas



pelo uso dos Painéis de Síntese Visual, que servem como interface de discussão, orientando e registrando os dados sobre o usuário e as discussões em equipe.

Os Painéis de Síntese Visual realizam também a função de sintetizar dados, auxiliando no processamento das informações pelos membros das equipes de projeto. Segundo Kock et al. (1996), os dados são apenas quantidade e não oferecem o entendimento da situação enquanto não se transformam em informação. Além disso, por meio da síntese, a busca por soluções mais eficazes é facilitada, como justifica Norman (1993), ao afirmar que o uso de sínteses visuais permite simplificar a realidade e originar novos insights, criações e experiências.

Por fim, tendo em vista a necessidade de métodos e ferramentas que auxiliem a prática projetual de Design Inclusivo, como defendido por Gomes e Quaresma (2018), ressalta-se o potencial do UCT em promover o trabalho em equipe, tendo o usuário como foco central do processo, desenvolvendo tanto a empatia como a capacidade argumentativa do aluno. Entende-se que as dificuldades apontadas pelas autoras, no que tange a experimentação de projeto com usuários reais e o ensino da diversidade funcional aos alunos de design, são facilitadas e eficientemente mediadas pelo uso do UCT no ensino de DI.

## 5. CONCLUSÃO

Esse artigo teve como objetivo avaliar o UCT como auxílio ao ensino e projeto de DI com alunos do curso de Design do Campus do Agreste/UFPE. Conclui-se que, o UCT foi uma ferramenta eficiente para o aprendizado de DI pelos alunos e para a gestão do desenvolvimento do projeto, tanto para os alunos como para o professor. Destacando-se sua influência na orientação e na prática do relacionamento dos alunos para com os usuários, familiares e profissionais, retornando informações úteis ao desenvolvimento do projeto.

Algumas adaptações e melhorias já foram implementadas no UCT, como: a criação de novas escalas de Acuidade Visual utilizando optotipos (pictogramas), visando sua aplicação para o público infantil e/ou não alfabetizado; o desenvolvimento de nova Escala das Emoções utilizando *emojis*, a fim de facilitar a compreensão por parte do público infantil; e a alteração da ordem 'produto>usuário>contexto' dos blocos de coleta de dados para 'usuário>contexto>produto', tornando mais intuitiva sua utilização.

Entende-se como maior contribuição do UCT a abordagem de conteúdos densos envolvendo acessibilidade, ergonomia, usabilidade, entre outros, de forma prática e aplicável ao processo projetual. Além disso, a consideração do usuário em todas as etapas, tornam sua contribuição mais evidente para o ensino e prática do design inclusivo. Por fim, estima-se que com novas aplicações do UCT, envolvendo

diferentes demandas de projeto e usuários, novas vivências sejam relatadas, possibilitando a melhoria contínua do UCT.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), ao Centro Acadêmico do Agreste (CAA), ao Núcleo de Design e Comunicação (NDC), ao Laboratório de Design Inclusivo (LabDIn), aos alunos do curso de Design (CAA/UFPE) e à Profa. Marcela Bezerra.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre: Assistiva, Tecnologia e Educação, 2017. Disponível em: [https://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf). Acesso em: 26 fev. 2020.

CARPES JR, W. P. **Introdução ao projeto de produtos**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

DONG, H. Strategies for Teaching Inclusive Design. **Journal of Engineering Design**. v. 21, p. 237-251, 2010.

FORSBERG, K. et al. **Visualizing Project Management: models and frameworks for mastering complex systems**. 3ª ed. Estados Unidos: Wiley, 2005.

GALVÃO FILHO, T. A Tecnologia Assistiva: de que se trata? In: MACHADO, G. J. C.; SOBRAL, M. N. (Org.). **Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade**. 1 ed. Porto Alegre: Redes Editora, 2009. p. 207-235.

GOMES, D.; QUARESMA, M. **Introdução ao Design Inclusivo**. Curitiba: Appris, 2018.

KOCK, N. F. et al. Learning and process improvement in knowledge organizations. **The Learning Organization**, v. 3, n. 1, 1996.

LIVRAMENTO DA SILVA, R. F.; COSTA, A. D. L. Percepção Sensorial, Design Universal e Usabilidade Sob a Ótica da Prática Projetual Centrada no Usuário. São Paulo: **Blucher Design Proceedings**, 2018.

NEWELL, A. Inclusive design or assistive technology. In: CLARKSON, J. et al. (Ed.). **Inclusive Design: design for the whole population**. Londres: Springer, 2003.

NORMAN, D. A. **Things that Make us Smart**, MA: Addison-Wesley, 1993

PICHLER, R. F. **User-Capacity Toolkit: conjunto de ferramentas para guiar equipes multidisciplinares nas etapas de levantamento, organização e análise de dados em projetos de Tecnologia Assistiva**. 2019. p. 297. Tese (Doutorado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

ROSE, D. H. et al. Assistive Technology and Universal Design for Learning: two sides of the same coin. In: EDYBURN, D. et al. **Handbook of special education technology: research and practice**. Knowledge By Design, 2005.

SIMÕES, J.; BISPO, R. **Design inclusivo**: acessibilidade e usabilidade em produtos, serviços e ambientes. Lisboa: Centro Português de Design, 2006.

TORRENS, G. Assistive technology product to universal design: a way forward. **Design for All**, v.7, n. 7, p. 182-205, 2012.

WHO. **Relatório mundial sobre a deficiência**. São Paulo: SEDPCD, 2012.

# Cubo multifaces: estímulo da concentração e do foco para crianças portadoras de TDAH e TEA

Carvalho, Allysson G. L.<sup>1</sup>; Florêncio, André V. B.<sup>2</sup>;  
Bezerra, Marcela Fernanda de C. G. F.<sup>3</sup>

1 – Núcleo de Design e Comunicação/CAA, UFPE, UFPE, allysson\_giorgio\_lc@hotmail.com

2 – Núcleo de Design e Comunicação/CAA, UFPE, UFPE, andvinib@gmail.com

3 – Núcleo de Design e Comunicação/CAA, UFPE, UFPE, marcela.fbezerra@ufpe.br

\* - Correspondência: Centro Acadêmico do Agreste-CAA, Rodovia BR 104, KM 59, SN – LabDIn - Bloco 32, Nova Caruaru, Caruaru, Pernambuco, BR, 55014-900

## RESUMO

Este artigo tem por finalidade contribuir para o desenvolvimento de crianças portadoras de Transtorno do Espectro Autista (TEA) e Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), através de jogos lúdicos com cores, formas e figuras. Deste modo, foi desenvolvido o protótipo de jogo voltado para um usuário do sexo masculino com 8 (oito) anos de idade, não-verbal e que apresenta sintomas severos de TEA e TDAH, que apresenta potencial no desenvolvimento do Estímulo visual, da Percepção, Atenção, Memória e Funções executivas (área do cérebro que organiza e planeja ações).

**Palavras-chave:** TEA e TDAH, Foco e Atenção, Jogos Lúdicos Saúde.

## ABSTRACT

*This article has a purpose to contribute to the development of children with Autism Spectrum Disorder (ASD) and Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), through playful games with colors, shapes and figures. In this way, the game prototype was developed for a male user with 8 (eight) years of age, non-verbal and with severe symptoms of ASD and ADHD, which has potential results in the development of Visual Stimulation, Perception, Attention, Memory and Executive Functions (area of the brain that organizes and plans actions).*

**Keywords:** ASD and ADHD, Focus and Attention, Playful games.

## 1. INTRODUÇÃO

TEA é um conjunto de sintomas relacionados à atividade cognitiva e comunicacional. Destacam-se algumas características desses sintomas como dificuldades na comunicação, perturbações na fala e comportamento repetitivo e estereotipado (p.e.: NETO et al., 2013, p. 137).

Considerado um transtorno do desenvolvimento e a principal causa da necessidade de acompanhamento especializado entre crianças, o TDAH tem sido o distúrbio neurocomportamental mais comum entre crianças. Estudos mostram que em um grupo entre 3% e 8% das crianças em idade escolar nota-se uma prevalência do TDAH, onde essas crianças demonstram características como: desatenção, hiperatividade, impulsividade, comprometimento do desempenho acadêmico e do relacionamento familiar e social. Esses fatores colaboram para que ela demonstre graus variáveis de alterações funcionais e sociais (p.e.: BORJA e PONTE, 2009, p. 198).

Tanto o TEA quanto o TDAH, causam dificuldades na aprendizagem e desenvolvimento cognitivo devido aos problemas de concentração, convívio social e outras características desses transtornos, é necessário utilizar de ferramentas que auxiliem e estimulem o desenvolvimento, através de jogos lúdicos com cores, formas, texturas etc.

As cores influenciam na percepção da criança autista. Cores mais saturadas com contraste mantém a atenção e estimulam a criança e esses efeitos que as elas exercem são utilizados por alguns especialistas para estimular e além de trabalhar outras habilidades cognitivas e sociais (p.e.: BRITES, 2019). O TDAH pode ocasionar prejuízos na aprendizagem, devido ao ambiente de ensino onde se deve seguir regras e manter a atenção por um longo período em aulas muitas vezes monótonas e tradicionais, esse déficit deve ser trabalhado ludicamente incentivando a interação, através de dinâmicas que trabalham o foco e o lado sensorial, ou seja, atividades prazerosas e criativas que estimulam o interesse da criança ao desenvolvê-las (p.e.: HENRIQUE).

Utilizou-se a ferramenta *User Capacity Toolkit* (PICHLER, 2019) como metodologia, através de um questionário onde foram levantados dados sobre o usuário e o ambiente, durante uma entrevista com os responsáveis legais e profissional que o acompanha, e aplicando estes dados em painéis que explanam visualmente os aspectos mais relevantes para o projeto. Esse método nos possibilitou entender as necessidades do usuário e focar nelas, contribuindo para um melhor desempenho dele.

Com base nesses dados foi desenvolvida uma atividade lúdica, um jogo com 12 cubos de madeira no qual cada face do cubo traz uma atividade diferente, que visa trabalhar os aspectos cognitivos e sensoriais do usuário através de um material

dinâmico que estimula seu desenvolvimento, proporcionando de forma criativa uma experiência prazerosa ao usuário, estimulando sua atenção através de recursos visuais e táteis.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O usuário adotado para este projeto foi uma criança de 8 anos de idade que é portadora de TEA em nível severo e TDAH. Estes transtornos foram diagnosticados por um médico psiquiatra e neurologista. Devido ao grau severo de TEA, a criança é não verbal e apresenta dificuldades na coordenação motora fina.

Para melhor entender as necessidades do usuário, foi realizada uma entrevista, utilizando a ferramenta *User Capacity Toolkit* (PICHLER, 2019), coletando alguns dados necessários para este projeto, junto com os representantes legais e psicopedagoga responsável pelo acompanhamento da criança, porém não foi possível entrevistar diretamente o usuário devido ao fato dele ser não-verbal e possuir elevado grau de hiperatividade, que afeta diretamente na sua concentração. Durante esse processo foi respeitado a integridade física, psicológica e financeira dos participantes, não acarretando benefícios financeiros para nenhuma das partes envolvidas. A identidade dos participantes foi mantida em sigilo. Garantindo que a participação foi de maneira voluntária e que durante a pesquisa caso algum dos participantes se sentisse desconfortável poderia se retirar dela.

Dentre os diversos dados coletados, os que se destacaram em relação a criança, foi a dificuldade dos entrevistados em prender a sua atenção, principalmente durante procedimentos psicoterápicos. A psicopedagoga, informou que encontra muitos obstáculos durante as sessões, por causa da constante perda de foco apresentada por ele, decorrente do TDAH. Além disso, os atendimentos ocorrem no Reeducar, que é uma ONG voltada para atender crianças que possuam algum tipo de limitação, e que possui limitações financeiros, dificultando o acesso a materiais que dê suporte pedagógico.

Com isso, o projeto foi pensado e desenvolvido para dar esse suporte pedagógico, através de jogos que auxiliam no desenvolvimento do foco e da atenção da criança, podendo trabalhar outras áreas de sua incapacidade. Deste modo foi idealizado um jogo de cubos multifaces que integra atividades de memorização, combinação e raciocínio lógico em um único material, a fim de apresentar mais praticidade durante seu uso.

Inicialmente foi pensado e pesquisado quais atividades se encaixam no contexto do nosso usuário, após isso foi trabalhado nas formas e materiais que poderiam ser adquiridas, logo em seguida foi impresso um modelo de testes em escala reduzida (Figura 01), para verificar o encaixe e funcionamento das formas, até chegar na versão final do produto e desenvolver o protótipo.

### 3. RESULTADOS

Através da ferramenta Toolkit conseguimos levantar dados relevantes quanto aos aspectos sensoriais, motores e cognitivos do usuário, que nos levou a identificar melhor quais as suas principais limitações e em quais delas poderíamos trabalhar, de modo a chegarmos diretamente aos resultados.

O material escolhido para a estrutura dos cubos foi a madeira pinus (Figura 01), que é uma madeira mais leve e por isso mais segura, pois como o usuário possui dificuldade na coordenação motora, utilizar um material denso e pesado poderia apresentar riscos de modo a criança soltar o cubo de mau jeito e se machucar. As escolhidas para esse projeto foram: azul, verde, amarelo, vermelho, laranja e roxo por serem cores vivas que tendem a atrair crianças com TEA. Foi identificado que a criança possui dificuldade em sentir texturas, deste modo o jogo trabalha o estímulo a percepção e sensibilização do tato, através de texturização das formas. Também utilizamos imagens com algo do seu gosto pessoal, possibilitando manter a atenção dela e desenvolver seu foco.



**Figura 01**

Modelo de testes impresso em papel comum/ Cubos feitos em madeira.

Fonte: Capturado pelos autores, 2019.

O jogo é constituído por 12 (doze) cubos multifaces, que juntos sintetizam 6 (seis) atividades distintas, assim, cada lado do cubo forma um jogo (Figura 02): quebra-cabeças; dominó cromático e combinação de imagens, formas geométricas, cores e texturas. Os cubos apresentam cores vivas e chamativas, texturas, formas geométricas, além da figura ilustrativa do Cocorico, animação da TV Cultura (rede de televisão brasileira), que durante entrevista, foi informado que este seria de sua preferência. Como o projeto é voltado para atender a necessidade de um usuário

em específico e só foi reproduzido um protótipo, não foi adquirido os direitos autorais da imagem.



**Figura 02**

Faces dos cubos/ Jogo de cubos.

Fonte: Capturado pelos autores, 2019; PINTEREST, 2019; ELO7, 2019.

Assim, chegou-se ao resultado de um produto (Figura 2) com valor pedagógico, que pode dar suporte a profissionais utilizarem durante a psicoterapia e que visa auxiliar no estímulo cognitivo da criança portadora de TEA e TDAH.

Além disso, apresenta-se como um jogo que busca a versatilidade na sua aplicação, dessa forma o profissional que estiver executando as atividades com a criança, pode pensar em novas maneiras de aplicação daquele material de acordo com a situação do usuário e assim ampliando as possibilidades a serem trabalhadas à depender da necessidade e que dentro do contexto da universalidade do produto, podem também ser aplicadas com crianças que possuem outras limitações e é importante ressaltar que esse não se caracteriza apenas como um jogo voltado para crianças com deficiência, pois ele não possui restrições para uso por usuários sem nenhuma limitação, tornando-o mais inclusivo.

## 4. CONCLUSÕES

Proporcionar uma experiência lúdica e prazerosa ao usuário, com o suporte de recursos táteis e visuais como texturas, formas, cores e figuras ilustrativas pode alcançar resultados otimistas, com o intuito de fazer com que o usuário interaja e desenvolva suas funções cognitivas, para assim obter melhorias no seu foco através desses estímulos. A criança tende a aprender mais quando a atividade é prazerosa e divertida, então por meio de jogos é possível instruí-la a lidar com os seus desafios.

Assim este artefato apresenta potencialidades no desenvolvimento do estímulo visual, da percepção, atenção, memória e funções executivas (área do cérebro que



organiza e planeja ações) de crianças com TDAH e TEA e permite a aplicação com usuários que possuam outras limitações e até os que não possuam restrições. Como desdobramentos futuros do trabalho o jogo será aplicado para uso de crianças com e sem deficiência para só assim realizar a validação da proposta.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), ao Centro Acadêmico do Agreste (CAA), ao Núcleo de Design e Comunicação (NDC), ao Laboratório de Design Inclusivo (LabDIn), aos alunos do curso de Design (CAA/UFPE), à instituição “Reeducar” e à Profa. Dra. Rosimeri Pichler.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORJA, A. e PONDE, M. P300: avaliação do potencial evocado cognitivo em crianças com e sem TDAH. **R. Ci. méd. biol.**, Salvador, v.8, n.2, p.198-205, mai./ago. 2009.

Brites, C. **CLASSIFICAÇÃO DE CORES NO AUTISMO**. Disponível em <<http://entendendoautismo.com.br/artigo/classificacao-de-cores-no-autismo/>> Acesso em: 26 de Nov. de 2019.

EL07. Disponível em <<https://img.elo7.com.br/product/zoom/1665A62/painel-cocorico-1-50-x-1-20m-painel-cocorico.jpg>> Acesso em: 26 de Nov. de 2019

HENRIQUE, S. A. **Transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) no processo ensino aprendizagem**. Disponível em <<http://www2.seduc.mt.gov.br/-/transtorno-do-deficit-de-atencao-e-hiperatividade-tdah-no-processo-ensino-aprendizag-1>> Acesso em: 26 de Nov. de 2019.

NETO, O. P. da S., et al. G-TEA: Uma ferramenta no auxílio da aprendizagem de crianças com Transtorno do Espectro Autista, baseada na metodologia ABA. **XII SBGames**, São Paulo, p. 137-140, out. 2013.

PICHLER, Rosimeri Franck. **User-Capacity Toolkit**: conjunto de ferramentas para guiar equipes multidisciplinares nas etapas de levantamento, organização e análise de dados em projetos de Tecnologia Assistiva. Tese (Doutorado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 297 p., 2019.

PINTEREST. **Festa da Verônica Cocoricó e as Coisas da Roça**. Disponível em <<https://br.pinterest.com/elainebem/festa-da-ver%C3%B4nica-cocoric%C3%B3-e-as-coisas-da-ro%C3%A7a/>> Acesso em: 26 de Nov. de 2019.

# Design Centrado no Usuário e Bioinspiração: o desenvolvimento de capa cosmética para prótese transtibial com inspiração orgânica

Porsani, Rodolfo Nucci <sup>1</sup>; Scardovelli, João Vitor <sup>2</sup>;  
Bertolaccini, Guilherme da Silva<sup>3</sup>; Marques, Larissa R. Ferro<sup>4</sup>;  
Fernandes, Nathan Martins<sup>5</sup>; Paschoarelli, Luis Carlos <sup>6</sup>

1 – Doutorando, PPGDesign-UNESP, rodolfo.n.porsani@unesp.br

2 – Graduando, PPGDesign-UNESP, scardovelli1999@gmail.com

3 – Doutorando, PPGDesign-UNESP, guilhermebertolaccini@gmail.com

4 – Mestranda, PPGDesign-UNESP, larissa.ferro@unesp.br

5 – Mestrando, PPGDesign-UNESP, nathan.martins@unesp.br

6 – Professor Titular, PPGDesign-UNESP, luis.paschoarelli@unesp.br

End.: Av. Eng. Edmundo C. Coube, 14-01, Campus UNESP, Bauru-SP, CEP 17033

## RESUMO

Tecnologia Assistiva (TA) tem por objetivo promover a funcionalidade das atividades das pessoas com deficiência e melhoria da sua qualidade de vida. A qualidade estética dos artefatos pode ser um diferencial na interação entre artefato e usuário, visto que ela interfere nas experiências e emoções dos usuários. Este estudo objetivou aplicar métodos de design centrado no usuário e bioinspiração no desenvolvimento de uma capa cosmética para prótese transtibial. O resultado foi um protótipo, utilizado e avaliado qualitativamente por um usuário, confirmando-se a importância da aplicação destas técnicas no projeto de TA.

**Palavras-chave:** *Tecnologia Assistiva, Prótese, Design Emocional.*

## ABSTRACT

*Assistive Technology (TA) aims to promote the functionality of the activities of people with disabilities and improve their quality of life. The aesthetic quality of the artifacts can be a differential in the interaction between artifact and user, since it interferes in the users' experiences and emotions. This study aimed to apply methods of user-centered design and bioinspiration in the development of a cosmetic cover for*

*transibial prosthesis. The result was a prototype, used and evaluated qualitatively by a user, confirming the importance of applying these techniques to TA design.*

**Keywords:** *Assistive Technology, Prosthesis, Emotional Design.*

## 1. INTRODUÇÃO

A interação humano-artefato envolve inúmeros valores que podem ser identificados sob a ótica prática, estética e simbólica. O tipo da interação difere para cada indivíduo pois advém de seus repertórios, conferindo-lhes uma identidade. Porém, ao conviver em sociedade esses objetos acabam assumindo um valor social (LÖBACH, 2001), que pode ser positivo (*status*), ou negativo (estigma). E com os artefatos de Tecnologia Assistiva (TA), não poderia ser diferente.

Os objetos de TA permitem às Pessoas com Deficiência (PcD) maior independência, qualidade de vida e inclusão social, por meio da ampliação da comunicação, mobilidade, controle ambiental, bem como potencializar as habilidades de seu aprendizado, prática esportiva, trabalho e integração com a família, amigos e sua convivência em sociedade (BERSCH e TONOLLI, 2006). Apesar disso, muito usuários de próteses e órteses ainda sofrem discriminação, especialmente em ambientes públicos (GALLARGHER e MACLACHLAN, 2001; HORGAN e MACLACHLAN, 2004), culminando no isolamento social, que pode progredir para quadros de reclusão e depressão (RYBARCZYK, NICHOLAS E NYENHUIS, 1997, WALD e ÁLVARO, 2004).

Os indivíduos que passam pelo processo de amputação podem ser acometidos de diversos impactos psicológicos, p.e. a repulsa sobre a autoimagem corporal - que pode culminar em altas taxas de ansiedade, comportamento de negação ou recusa de contato visual com o membro amputado e desinteresse no autocuidado com o coto (FITZPATRICK, 1999; HORGAN e MACLACHLAN, 2004; WALD e ÁLVARO, 2004; GABARRA, 2009).

Além disso, o panorama brasileiro para quem depende desses recursos não é otimista. De acordo com a Associação Brasileira de Ortopedia Técnica (ABOTEC), no Brasil existem apenas 6 fábricas de próteses e órteses, aliadas a 300 empresas responsáveis apenas pela montagem das peças (ABOTEC, 2017). E de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 18.3 milhões de brasileiros apresentam algum tipo de deficiência motora (IBGE, 2010). Consequentemente, a baixa oferta em relação à alta demanda acarreta o longo tempo nas licitações e no alto custo desses artefatos.

Para a presente pesquisa, optou-se pela utilização da metodologia *User Centered Design - UCD* (ou Design Centrado no Usuário - DCU), que recomenda a participação dos usuários no processo projetual, dando retorno crítico (*feedback*)

e auxiliando na elaboração de um produto final mais satisfatório. Acredita-se que a partir desta metodologia, é possível desenvolver um produto de TA com um apelo estético que minimize a discriminação, atendendo também os anseios de seus usuários. Esse diferencial será realizado a partir da metodologia de Bioinspiração, consiste na busca por princípios construtivos na natureza para aplicações em soluções tecnológicas, combinadas a outras áreas do conhecimento (SOARES, ARRUDA, 2018).

O presente estudo objetivou verificar se metodologias de Design Centrado no Usuário e Bioinspiração podem ser relacionadas para auxiliar na criação de uma capa cosmética para prótese transtibial. Pretende-se compreender também se os aspectos estéticos do novo produto interferem nas respostas emocionais dos usuários através de relatos do usuário central do estudo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho é um recorte da Dissertação de Mestrado “Avaliação do Design na Experiência Emocional do Usuário por meio da Produção de Carenagens Customizáveis para Próteses Transtibiais”, apresentada ao PPG em Design pela FAAC- UNESP Bauru.

### **2.1 Caracterização do estudo e aspectos éticos**

O estudo, de caráter longitudinal, exploratório e qualitativo, foi submetido e aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 02144118.5.0000.5663 - Parecer: 3.029.757) atendendo as Resoluções 466/12-CNS-MS e 510/17-CNS-MS; e o “Código de Deontologia do Ergonomista Certificado” - Norma ERG BR 1002 - ABERGO”.

### **2.2 Caracterização da amostra**

Tomou-se como usuários central para a realização da presente pesquisa um indivíduo do gênero masculino, com idade de 31 anos, graduado em biologia, e sofreu um acidente de trânsito em 2016. O trauma resultou na necessidade de um procedimento cirúrgico de amputação transtibial nível T2 – (no terço médio da perna). O participante relatou o processo de recuperação física e psicológica, o qual envolveu cirurgia e fisioterapia. Um ano após o acidente ocorreu a implementação da prótese (Figura 01), com acompanhamento de terapeuta ocupacional e fisioterapeuta. Apesar de atender os requisitos funcionais, a demanda projetual que

norteou este estudo foi gerada da percepção do usuário em relação à necessidade de uma capa com função estética.



**Figura 01**

Registros do usuário e sua prótese.

Fonte: elaborada pelos autores.

## 2.3 Ferramentas e Procedimentos

A capa cosmética foi desenvolvida utilizando metodologias de Design Centrado no Usuário e Bioinspiração. As atividades foram conduzidas em reuniões semanais no Laboratório de Ergonomia e Interfaces - LEI, UNESP-Bauru. Seu desenvolvimento foi dividido em três momentos: “Fase 01: cocriação”, “Fase 02: desenvolvimento do protótipo” e “Fase 03: avaliação”, com a participação ativa de um usuário central.

### 2.3.1 Fase 01: cocriação

Na primeira etapa de cocriação, foram desenvolvidos os painéis visuais (Figura 02): do Usuário, Bioinspiração e Sincrônico, onde o participante esteve presente durante todo o processo.



**Figura 02**

Painéis visuais: do Usuário (1), de Bioinspiração (2), Sincrônico (3), Envolvimento ativo do participante (4). Fonte: elaborada pelos autores.

O Painel do Usuário teve a função de mapear e conhecer melhor os gostos, atividades, ambientes e produtos que o participante consome, bem como um modo de gerar empatia e afinidade com seu universo. O Painel de Bioinspiração trouxe referências visuais e ilustrações de Biologia (área de sua formação), com registros e imagens do ilustrador e biólogo Ernst Haeckel. E o Painel Sincrônico foi desenvolvido para mapear, comparar e avaliar os produtos concorrentes e similares no mercado (BONSIEPE, 1984). Foi solicitado ao sujeito que destacasse com marcador vermelho as formas e curvas contidas nos painéis visuais que chamaram a sua atenção e que ele gostaria de ter aplicadas nas capas estéticas.

### 2.3.2 Fase 02: desenvolvimento do protótipo

A capa orgânica foi desenvolvida por meio de coleta antropométrica por varredura digital (escaneamento 3D da prótese). Após a criação da forma orgânica 3D e seus encaixes, utilizou-se o *software* de modelagem Rhinoceros 5. Após a modelagem e renderização, aplicou-se a textura de forma digital através do *software* Zbrush. A renderização foi feita a partir do *software* Keyshot7. A materialização do protótipo foi feita através da impressão 3D, impresso em ABS 3Dlab e em escala real, e fatiado pelo programa Simplify 3D.

### 2.3.3 Fase 03: avaliação

Para a fase de avaliação, foi feito uma análise qualitativa de uso, por meio do acompanhamento do uso da prótese pelo usuário. Esse acompanhamento

foi realizado a partir de mensagens por meio de um aplicativo de comunicação instantânea, transcrito e depois avaliado.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Fase 01: cocriação

Foram desenvolvidos 56 *mini-sketchs* em escala reduzida (Figura 03), com a silhueta de um par de pernas em perspectiva frontal e lateral, que serviu de guia facilitadora para que o usuário pudesse desenvolver seus desenhos e ideias em conjunto com o projetista. A dinâmica da atividade para geração de ideias teve como sugestão o tempo máximo de 1 minuto por desenho. Todo processo durou cerca de uma hora.

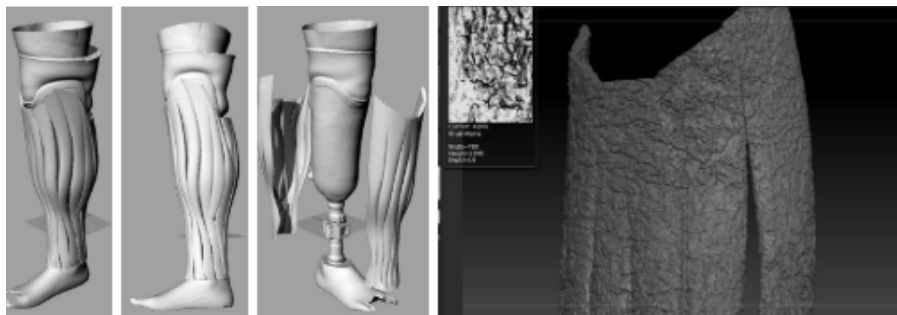


**Figura 03**  
Resultados da dinâmica de Mini-Sketchs.  
Fonte: elaborada pelos autores.

Ao fim desta etapa, foi sugerido ao participante selecionar 12 desenhos que mais lhe agradaram destes derivaram dois conceitos “orgânicos”, que combinados geraram o conceito final escolhido.

#### 3.2 Fase 02: desenvolvimento de protótipo

A capa orgânica foi desenvolvida por meio de coleta antropométrica por varredura digital (escaneamento 3D da prótese). Após este processo, criou-se a forma orgânica 3D, projetando também os encaixes e a aplicação digital da textura (figura 04), obtida a partir de um tronco de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), definida pelo usuário.

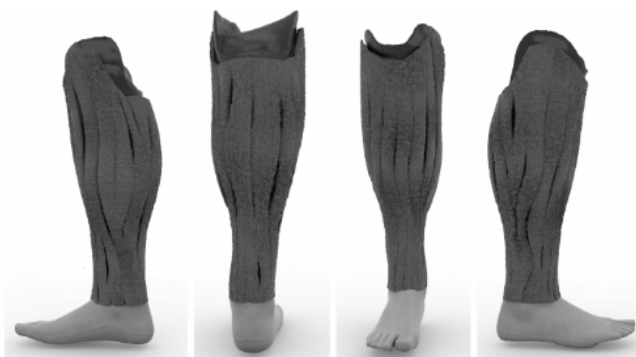


**Figura 04**

Imagens ilustrativas da modelagem 3D no software Rhinoceros 5 e texturização no *software* ZBrush.

Fonte: elaborada pelos autores.

O objeto foi renderizado (Figura 05) para caracterizar uma prótese orgânica “camuflada” para o uso em trilhas, acampamentos e incursões em mata fechada, que foi uma demanda apontada pelo usuário.



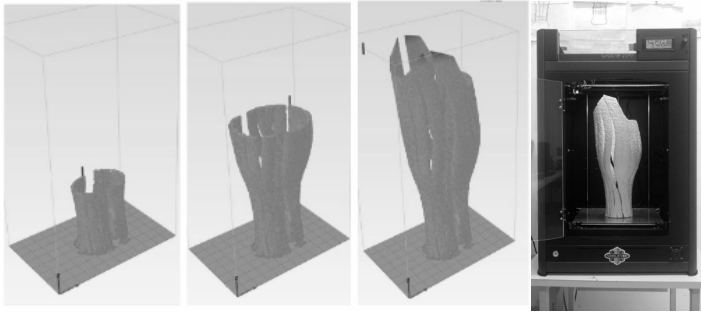
**Figura 05**

Resultado da renderização a partir do *software* Keyshot 7.

Fonte: elaborada pelos autores.

O artefato foi fatiado pelo programa *Simplify 3D* e impresso pela Máquina - Impressora 3D Core H4 - Gtmax 3D (Figura 06), com densidade de preenchimento 50%; Infill retilinear; Matéria prima - ABS - 3D LAB - Branco; Resolução 0,2mm por camada (padrão FFF) ; Tempo Estimado 17 horas 23 minutos ; Peso aproximado 815 gramas.





**Figura 07**

Resultado da renderização a partir do *software* Keyshot 7 e impressão 3D.

Fonte: elaborada pelos autores.

Posteriormente a prototipagem foi executado o processo de acabamento (Figura 08) que contou com pintura em aerógrafo, com aplicação de tintas acrílicas (cores: marrom, terra siena, vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, preto e branco). Com 4 camadas de verniz fosco, aplicados também por aerógrafo.



**Figura 08**

Acabamento final com pintura para a capa Orgânica.

Fonte: elaborada pelos autores.

### 3.3 Fase 03: avaliação

O artefato desenvolvido foi implementado na prótese do voluntário desta pesquisa (Figura 10), o mesmo fez uso da capa estética por cerca de 30 dias. Neste período ocorreu a fase de coleta de dados qualitativos que se deu por mensagens de texto e voz via grupo de whatsapp e reuniões semanais para acompanhamento das experiências relatadas do indivíduo com o artefato.



**Figura 10**

Implementação da capa Orgânica.  
Fonte: elaborada pelos autores.

O participante da pesquisa informou suas experiências no uso da capa cosmética, seguem abaixo alguns desses relatos:

“Fui pegar umas brejas (cervejas) ali onde costumo ir com a capa do *groot* (capa orgânica) e rapaz não falou nada, mas não tirou o olho da perna, nem pra me cumprimentar. Fiquei curioso pra saber o que ele achou, mas nem perguntei...”. “Houveram algumas quedas andando em terreno acidentado. Por ser mais pesada eu fico inseguro de usar. mais pelo fato de achar que ela vai cair o tempo todo, do que pelo peso mesmo, mas esteticamente ficou perfeito. Muito ‘loko’ mesmo.” “A marrom eu fico com receio de perder por aí, achei que ficou brutona. Um pouco grande demais. Talvez mais fina com a parte interna lisa fique melhor.”

De modo geral o voluntário relatou estar satisfeito com o processo de desenvolvimento, as dinâmicas de cocriação, de ter sua “voz ouvida”, de se sentir responsável e ativo no processo do projeto do produto.

“Achei interessante participar do processo. Principalmente a dinâmica de colar as fotos na parede (painéis visuais do usuário, similares, sincrônicos e de bioinspiração).”

Para além dos *feedbacks* obtidos no envolvimento direto do voluntário no projeto, este relatou estar satisfeito e contente com os resultados estéticos obtidos com o produto final. Quando questionado sobre como havia se sentido no uso da capa, o mesmo disse que sentia feliz, já que as pessoas ao seu entorno (amigos, familiares e esposa) relataram estarem surpresos com o resultado alcançado:

“Todos ficaram impressionados e elogiaram o trabalho e o produto que desenvolvemos”. “Mostrei pro pessoal que trabalha comigo, acharam muito ‘daora!’”.

## 4. DISCUSSÕES

O desenvolvimento de TAs ainda demandam de muitos estudos que busquem compreender as diferentes necessidades dos usuários e a minimização das ocorrências de desistência de uso e/ou surgimento de estigmas que comprometem a relação entre o usuário-produto.

Se tratando de próteses de membros inferiores, a utilização de capas cosméticas, preenchimentos volumétricos, estampas, texturas e customizações de modo geral, podem colaborar significativamente para uma percepção estética mais positiva por parte dos observadores e uma percepção de autoimagem e autoestima mais positivas por parte dos usuários, auxiliando no processo de auto aceitação da condição do mesmo, contribuindo para sua recuperação psicológica e reduzindo o abandono ou reclusão social devido aos estigmas.

Por meio da revisão da literatura e da coleta e análise dos resultados, pôde-se perceber que existe uma relação entre a estética da prótese e as reações emocionais relatadas. Os resultados apontam que a prótese com estética mais elaborada, com materiais, formas, desenhos cores e texturas mais atrativas, podem proporcionar uma experiência visual e emocional mais positiva.

Este fato reafirma a importância de estudos que visem compreender o comportamento humano e suas reações emocionais na interação com artefatos do cotidiano e com demais indivíduos em sociedade, de modo a oferecer condições para a melhoria de produtos de TA existentes, à vista de assegurar experiências mais prazerosas e positivas. E para tal, recomenda-se o emprego de métodos e ferramentas de Design Centrado no Usuário e Design Emocional no desenvolvimento e produção dos artefatos de TA mais satisfatórios para os públicos usuários diretos e indiretos.

## 5. CONCLUSÕES

O presente estudo teve por propósito o desenvolvimento de uma capa cosmética transtibial por meio de processos de design emocional e centrado no usuário e produção cocriativa, investigando qualitativamente no campo de TA às experiências e emoções dos usuários dessa tecnologia, para averiguar se as necessidades e desejos destes indivíduos vem sendo supridos. Por fim, objetiva-se

contribuir para com a Ciência dentro dos campos Design, Tecnologia Assistiva e demais Áreas do Conhecimento aqui abordadas. Esperançosamente anseia-se colaborar para melhoria da qualidade de vida dos indivíduos usuários destes artefatos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais aos órgãos de fomento: Processo CNPQ 403220/2016-5, Processo CAPES 88887. 095645/2015-0 – 3693/2014. Ao Programa de Pós Graduação em Design – Unesp Bauru e ao Laboratório de Ergonomia e Interfaces.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOTEC ao O Globo, disponível em: <https://blogs.oglobo.globo.com/to-dentro/post/proteses-mais-modernas-ainda-esbarram-nos-altos-precos.html>, acesso em 21/11/2019.

BERSCH, Rita; TONOLLI, José Carlos. **Tecnologia Assistiva**. 2006. Disponível em: <assistiva.com.br>. Acesso em: 15 mar 2020.

BONSIEPE, Gui, et al. **Metodologia Experimental: Desenho Industrial**, Brasília: CNPq / Coordenação Editorial, 1984.

FITZPATRICK, M. (1999). The psychologic assessment and psychosocial recovery of the patient with an amputation. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, 361, 98- 107.

GABARRA, L. M., CREPALDI, M. A. Aspectos psicológicos da cirurgia de amputação, **Aletheia** 30, p.59-72, jul./dez. 2009.

HORGAN, O.; MACLANCHLAN, M. (2004). Psychosocial adjustment to lower-limb amputation: a review. **Disability and Rehabilitation**, 26(14/15), 837-850

LÖBACH, B. **Design Industrial: bases para a configuração dos produtos**. São Paulo: Blücher, 2001.

RYBARCZYK, B., NICHOLAS, J. J., NYENHUIS, D. L. (1997). Coping with a leg amputation: integrating research and clinical practice. **Rehabilitation Psychology**, 42(3), 241-256.

SOARES, T. L. F; ARRUDA A.J.V.. Fundamentos da Biônica e da Biomimética e Exemplos Aplicados no Laboratório de Biodesign na UFPE (p.9-34) **Métodos e processos em biônica e biomimética : a revolução tecnológica pela natureza** / organização de Amilton J. V. Arruda. -- São Paulo : Blucher, 2018. 260 p. : il. color.

WALD, J.; ÁLVARO, R. (2004). Psychological factors in work-related amputation: considerations for rehabilitation counselors. **Journal of Rehabilitation**, 70(4), 6-15.

# Desenvolvimento de Férula de Harris para lesão do nervo fibular de baixo custo

Rodrigues Neto, Jorge Lopes <sup>\*1</sup>; Silva, Estéfane Costa<sup>2</sup>;  
França Cunha, Israel Fernandes<sup>3</sup>; Rodrigues Júnior, Jorge Lopes<sup>4</sup>

1 – Acadêmico de Fisioterapia, UFPA, jorgenetorodrigues@yahoo.com.br

2 – Acadêmica de Terapia Ocupacional, UEPA, estefanecosta67@gmail.com

3 – Acadêmico de Terapia Ocupacional UFPA, withoutisrael@gmail.com

4 – Terapeuta Ocupacional, Mestre em doenças Tropicais, UEPA, jorgeto\_004@yahoo.com.br

\* - Travessa Alferes Costa, n° 2866, Marco, Belém, Pará, Brasil, 66087-660.

## RESUMO

A Hanseníase é uma doença que afeta a transmissão de impulsos nervosos e motores, a lesão do nervo fibular é uma das mais recorrentes, podendo causar o “pé equino”. Este estudo objetiva apresentar uma alternativa a baixo-custo da Férula de Harris, para promover a melhora da marcha através da dorsiflexão adequada. É um estudo exploratório e qualitativo, de modo que busca a experimentação do produto. Com a utilização do recurso foi possível executar a dorsiflexão, tendo em vista que saiu dos 60° e foi até 90°. O uso deste dispositivo possibilita a retomada da rotina dos pacientes com “pés equinos”.

**Palavras-chave:** *Tecnologia Assistiva; Hanseníase; Baixo-custo*

## ABSTRACT

*Leprosy is a disease that affects the transmission of nerve and motor impulses, the fibular nerve injury is one of the most recurrent, and can cause the “foot drop”. This study aims to present a low-cost alternative to the Harris Formula to promote gait improvement through adequate dorsiflexion. It is an exploratory and qualitative study, so it seeks to experiment with the product. With the use of the resource, it was possible to perform the dorsiflexion, considering that it left 60° and went up to 90°. The use of this device makes it possible to resume the routine of patients with “foot drop”.*

**Keywords:** *Assistive technology; Leprosy; Low cost.*

## 1. INTRODUÇÃO

A hanseníase é uma bacteriose que historicamente exige uma grande assistência por parte da saúde pública brasileira. Visto que, em 1697, existiram documentos oficiais que comprovam pedidos da câmara do Rio de Janeiro a Portugal para a construção de leprosários no Brasil (APROMOLLA; LAURENTTI, 2011). É válido ressaltar, porém, que as regiões Norte, Nordeste e centro-Oeste ainda possuem números expressivos de casos (ARAÚJO et al, 2017).

Segundo ARAÚJO et al (2014), a hanseníase é uma doença que possui como agente etiológico o *Mycobacterium leprae*, um parasita intracelular obrigatório de multiplicação lenta. É importante salientar que tal condição de saúde gera diversas incapacidades de acordo com a resposta imunológica do paciente. Desse modo, quando um paciente desenvolve a resposta humoral, a forma mais perigosa da bacteriose, diversas lesões surgem na pele e nos nervos periféricos do paciente, ocasionando défices neurológicos (LASTÓRIA; ABREU,2012).

Tais défices neurológicos são caracterizados pelas dificuldades de transmissão de impulsos nervosos motores e sensitivos nas extremidades do corpo. Quando o nervo fibular é afetado pela hanseníase, por exemplo, os movimentos proporcionados pelos músculos tibiais anteriores e extensores longos dos dedos e do hálux são prejudicados por paresias. (GARCIA, 2014)

Conseqüentemente, os hansenianos que não realizam adequadamente a dorsiflexão do pé, extensão dos dedos e eversão do pé manifestam um quadro conhecido como “pé caído” ou “pé equino” (GARCIA, 2014). Os pacientes que apresentam essa condição podem ter dificuldades para realizarem as suas ocupações. Isso ocorre, porque tal quadro prejudica a locomoção dos clientes nas suas residências, comunidades e locais de trabalho.

Porém, é necessário comentar que as Tecnologias Assistivas (TAs) podem elevar grandemente a qualidade de vida desses pacientes. Visto que tais recursos são os dispositivos e serviços que visam ampliar as habilidades funcionais de indivíduos com deficiências ou limitações (SANTANA, 2015). Dentre as TAs, a fêrula de Harris se destaca por ser um dos melhores tratamentos para o “pé equino”, pois proporciona uma melhora da marcha por meio de uma dorsiflexão adequada (APARECIDA, 2015).

Como mencionado anteriormente, a Hanseníase ainda é um caso de saúde pública. Dessa forma, o trabalho em questão, entendendo a importância Fêrula de Harris, visa apresentar uma alternativa baixo-custo a fim de contribuir para a manutenção da qualidade de vida de um número maior de pacientes hansenianos.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O presente estudo é exploratório e qualitativo, de modo que busca a experimentação dos produtos, visando proporcionar funcionalidade adequada da órtese Férula de Harris, com a proposta de confecção a baixo custo. Para a análise da órtese, fez-se uso do goniômetro, sendo este o instrumento de mensuração universal para as articulações de membro superior e inferior, possuindo uma excelente confiabilidade, sendo este um dos instrumentos utilizados para embasar a pesquisa

Realizada no Laboratório de Tecnologia Assistiva (LABTA) localizado na Universidade do Estado do Pará (UEPA), cujo laboratório possui o espaço e ferramentas para a realização da pesquisa, além de possuir o objetivo central de confeccionar dispositivos de tecnologia assistiva economicamente acessíveis.

Para a confecção do protótipo, fez-se uso de: couro sintético; 10 rebites; 16 centímetros de elástico fino; linha de costura e velcros. No entanto, foi possível identificar que apenas o processo de costura do couro e do elástico não garantia a resistência devida, sendo necessário que se fizesse uso adicional de rebites; outro ponto importante foi com relação a grande deformidade causada no couro da região dorsal do pé, devido ao elástico, deste modo foi necessário que se adicionasse um material rígido para que fosse possível realizar a tração necessário sem causar grandes deformidades que prejudicasse o desempenho; por fim, foi analisado que era necessário que ocorresse a padronização do tamanho do dispositivo, de modo que este se tornasse universal, possibilitando o uso para os diferentes tipos e tamanhos de pés. Na figura 1 é possível visualizar o protótipo:



**Figura 01**

Protótipo do dispositivo de Férula de Harris



**Figura 02**  
Dispositivo final da Férula de Harris

Para o dispositivo final foram realizados os ajustes necessários, e fez-se uso dos materiais: couro sintético maleável; couro sintético grosso; 20 rebites; 11 centímetros de elástico grosso; linha de costura e velcros. Neste momento, foi possível identificar que a tração realizada foi efetiva para o padrão de lesão do nervo fibular, sendo possível utilizar com os pacientes hansenianos. Na figura 2, é possível visualizar a Férula de Harris, sendo o dispositivo final:

## RESULTADOS

A priori, o presente trabalho sobre o desenvolvimento de uma nova férula de Harris, um recurso já existente, visa analisar o diferencial da órtese no tratamento da disfunção conhecida como pé caído ou pé equino. A análise foi baseada nos aspectos biomecânicos do movimento de dorsiflexão realizado no plano sagital, eixo lateral e suas possíveis variáveis, tais como a arquitetura do pé e a marcha (HALL, 2016).

Ademais, com o uso da férula em pacientes que possuem a lesão do nervo fibular, pode-se observar que o uso da férula proporciona que o pé fique em um nível próximo do ângulo de 20° para a execução da marcha de maneira correta (ARAUJO et al., 2007).





**Figura 03**

Exemplo da disfunção do pé caído ou pé equino.

A motilidade executado pela férula é em consequência dos elásticos que induzem uma deformação produzindo uma tensão a qual é a força de tração que irá deslocar os dedos do pé em direção a parte anterior da perna, essa força é exercida entre os pedaços de couro, principalmente no que está localizado abaixo das falanges, próximo da articulação metatarsofalangeana, evitando pontos de pressão maiormente na proeminência do hálux (MOORE; DALLEY; AGUR, 2014).



**Figura 04**

Exemplo explicitando a deformação, tração e posicionamento dos couros.

Para avaliar a amplitude de movimento (ADM) foi realizado a verificação do movimento de flexão plantar utilizando o goniômetro para mensurar o ângulo e dessa forma elaborar a comparação do movimento com e sem o uso da férula de Harris. Com o pé em flexão plantar e sem uso do dispositivo pode-se aferir por meio do goniômetro que o movimento realizado saiu da posição neutra (90°) e foi para 60°. Já com a utilização do recurso foi possível corrigir a mobilidade de flexão plantar, tendo em vista que saiu dos 60° e foi até 90°, possibilitando a execução da marcha devido o recurso executar o movimento de dorsiflexão.

Exemplificando na tabela abaixo:

Sem o recurso	Padrão equino de 120°
Com o recurso	Dorsiflexão de 90°

**Tabela 01**

Comparação do resultado com e sem o uso do recurso..

## CONCLUSÃO

A Férula de Harris é uma Tecnologia Assistiva que possui um grande impacto positivo na vida de pacientes hansenianos. Isso ocorre devido ao fato de que o dispositivo proporciona uma melhora expressiva na mobilidade dos pacientes com lesão no nervo fibular ao posicionar corretamente o pé durante a marcha.

A mobilidade é uma característica importante para a autonomia dos seres humanos. Visto que, a capacidade de deslocar-se de um lugar para o outro está presente em diversas atividades realizadas durante o dia, como o ato de fazer compras e buscar os filhos na escola. Assim, o uso da TA comentada possibilita a retomada da rotina dos pacientes com “pés equinos”.

É válido comentar que o trabalho em questão, ao propor uma Férula de baixo custo, acrescenta significativamente para a comunidade científica preocupada com a saúde pública. Isso ocorre, pois, a hanseníase é uma doença que apresenta um expressivo número de casos até hoje. Dessa forma, os recursos com custos reduzidos, como a TA desenvolvida, promovem qualidade de vida para um número maior de pessoas.

## REFERÊNCIAS

APARECIDA, L et al. Órteses de Membro Inferior. In: FONSECA, M.C. R. et al. Órteses e Próteses: indicações e tratamentos. São Paulo: Águia de Ouro, 2015.p.67- 96.

- ARAÚJO, A.E.R.A et al. Complicações neurais e incapacidades em hanseníase em capital do nordeste brasileiro com alta endemicidade. **Rev. Bra. de epidemiologia**, v. 17, p. 899-910, 2014.
- ARAÚJO, R.M.S et al. Análise do perfil epidemiológico da hanseníase. **Rev. de Enferm.**, v.1.n1. p.1-10,2017.
- ELUI, V.M.C.; SANTANA, C.S. Tecnologia Assistiva. In: FONSECA, M.C. R et al. Órteses e Próteses: indicações e tratamentos. São Paulo: Águia de Ouro, 2015.p. 263-295.
- GARCIA, R.R. **Hanseníase**: Conhecendo a doença, prevenindo incapacidades. 2014. 76 F. Tese (Mestrado em educação nas profissões da saúde). São Paulo: Pontifícia Universidade Católica-Faculdade de Ciências Medicas e da Saúde.
- HALL, S. J. **Biomecânica básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- LASTÓRIA, J.C.; ABREU, M. A. M. M. Hanseníase: diagnóstico e tratamento. **Diagn Tratamento.**, v. 17, n. 4, p. 173-9, 2012.
- MOORE, K. L; DALLEY, A. F; AGUR, A. M. R. **Moore Anatomia orientada para clínica 7 edição**. Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 2014.
- MORAES, Clécione Araújo de et al. A UTILIZAÇÃO DE ÓRTESES EM PACIENTES COM HANSENIASE. **Uni Salesiano.**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.1-6, jan. 2007.
- OPROMOLLA, P.A.; LAURENTI, R. Controle da hanseníase no Estado de São Paulo: análise histórica. **Rev. de Saúde Pública.**, v.45, n.1, p.2-6.2011.
- CARVALHO R.M.F; MAZZER N; BARBIERI C.H. Análise da confiabilidade e reprodutibilidade da goniometria em relação à fotogrametria na mão. **Acta Ortop Bras.**, [S.l], v.20, n.3,p. 139-49, 2012.

# Adaptação de lápis modelo pera para auxílio na grafomotricidade de crianças com disfunções neuromotoras

**Marcelino, Juliana<sup>1</sup>; Martins, Manuela<sup>2</sup>; Melo, Ana Paula<sup>3</sup>; Cabral, Ana Karina<sup>4</sup>; Costa, José Ângelo<sup>5</sup>; Nascimento, Mineu<sup>6</sup>; Martins, Laura<sup>7</sup>**

1 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPE, juliana.marcelino@ufpe.br

2 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPE, manuelamartins30@outlook.com

3 – Terapeuta Ocupacional, UFPE, ana\_oliver22@hotmail.com

4 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFPE, anakarina.cabral@ufpe.br

5 – Departamento Acadêmico de Controle e Sistemas Industriais – IFPE, angelocosta@recife.ifpe.edu.br

6- Departamento Acadêmico de Controle e Sistemas Industriais – IFPE, mineulins@icloud.com,

7- Departamento de Design, UFPE, bmartins.laura@gmail.com

\* Correspondência: Av. Jornalista Aníbal Fernandes, 273, Departamento de Terapia Ocupacional, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brasil, CEP 50740-560.

## RESUMO

A Paralisia Cerebral (PC) é uma disfunção neuromotora, cujo comprometimento motor afeta as habilidades manuais e o grafismo, no qual a apreensão do lápis pode ser facilitada por produtos assistivos. Este trabalho apresenta a importância da grafomotricidade no desenvolvimento da criança e o auxílio funcional da adaptação modelo pera impressa em 3D. Foi realizado levantamento de adaptações de lápis em banco de dados de patentes e mercado online. O projeto foi desenvolvido interdisciplinarmente (terapeutas ocupacionais, designers e engenheiros), resultando diversos desenhos, selecionado, este, por ergonomia e atratividade. O uso desta adaptação poderá ser descontinuado quando a escrita (tipo pega tripé dinâmica) for realizada sem seu auxílio.

**Palavras-chave:** *grafomotricidade, tecnologia assistiva, adaptação de lápis.*

## ABSTRACT

*Cerebral Palsy (CP) is a neuromotor dysfunction, which i motor impairment affect manual skills and graphics, in which the grip of the pencil can be facilitated by*

*assistive products. This work presents the importance of graphomotricity in the child's development and the functional help of the 3D printed model adaptation. A survey of pencil adaptations was carried out in patent database and online market. The project developed interdisciplinarily (occupational therapists, designers and engineers), resulting in several designs, selected, this one, for ergonomics and attractiveness. The use of this adaptation may be discontinued when writing (like a dynamic tripod handle) is performed without your assistance.*

**Keywords:** *graphomotricity, assistive technology, pencil adaptation.*

## INTRODUÇÃO

Entende-se como disfunções neuromotoras o grupo de deficiências causadas por lesões nos centros e vias nervosas que comandam os músculos. A Paralisia Cerebral (PC) é uma disfunção neuromotora muito prevalente, e é compreendida como um complexo de sinais e sintomas, mais do que uma doença específica, que abrange desordens com comprometimento dos movimentos, decorrentes de lesões ou anomalias do cérebro, antes, durante ou depois do nascimento (BALADI; CASTRO; MORAIS FILHO, 2007).

A incoordenação motora dessas crianças compromete as habilidades manuais, o que pode dificultar o grafismo. Para favorecer o desempenho do indivíduo nessa atividade, produtos assistivos podem ser utilizados para facilitar a preensão do lápis. De acordo com Toyoda, Cruz e Lourenço (2009), quando a criança não consegue segurar adequadamente um lápis, por algum tipo de dificuldade motora ou incoordenação, haverá necessidade de intervenção de um profissional para auxiliá-lo na tarefa de superar a dificuldade apresentada, por meio de um dispositivo assistivo, seja de médio ou baixo custo.

A Tecnologia assistiva (TA) tem papel fundamental no processo grafomotor, uma vez que, como área de conhecimento, contribui com a funcionalidade da população com deficiência, por meio de produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2009).

Os produtos assistivos podem ser adquiridos ou produzidos pelo professor, terapeuta ocupacional ou aluno (TOYODA; CRUZ; LOURENÇO, 2009). Adaptações para lápis são feitas através de um pré conhecimento do avaliador sobre o desenvolvimento da preensão e, por isso, o terapeuta ocupacional tem um papel tão importante nesse processo. Com base nesse conhecimento prévio foi confeccionado um protótipo de adaptação de lápis com um design semelhante ao de uma pera, impresso em 3D, para facilitar a preensão do usuário.

O design desta adaptação de lápis propõe respeitar a anatomia da mão da criança, que a ajudará na realização das suas tarefas grafomotoras, principalmente na escola. Na Terapia Ocupacional, esse auxílio se faz importante para a inserção dessa criança no ambiente escolar, pois a educação escolar é considerada uma ocupação importante para o desenvolvimento da mesma. De acordo com Alves e Matsukura (2011), na escola, a criança desenvolve diversas habilidades e é o contexto por onde ela se insere na sociedade.

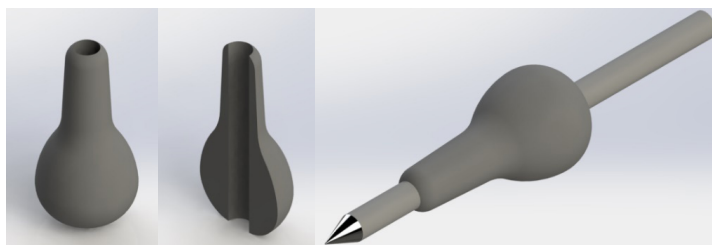
O presente trabalho tem como objetivo apresentar a importância da grafomotricidade para o desenvolvimento da criança e como a adaptação modelo pera impressa em 3D pode auxiliar nessa função.

## DESENVOLVIMENTO

Para levantamento de modelos de adaptações de lápis, foram realizadas pesquisas em banco de dados de patentes e no mercado online, e assim, confirmada a inovação do produto. Também foram realizados estudos sobre a importância dos dispositivos assistivos no auxílio à grafomotricidade. Os requisitos do projeto do produto tiveram uma grande contribuição da pesquisa de usabilidade de adaptações de lápis de Marcelino (2018). Logo após, uma equipe interdisciplinar composta por terapeutas ocupacionais, designers e engenheiros fizeram um brainstorming que resultou em diversos desenhos e, após análise, foi escolhida a adaptação que mais respeitava a anatomia da mão e que fosse esteticamente atraente para a criança. Um modelo escolhido foi desenhado no CAD SolidWorks e, com isso, o protótipo da adaptação de lápis foi impresso em 3D para fins de testes.

Este estudo trata-se de um relato técnico que visa descrever a adaptação de lápis modelo pera e como ela pode auxiliar a grafomotricidade de crianças com disfunções neuromotoras.

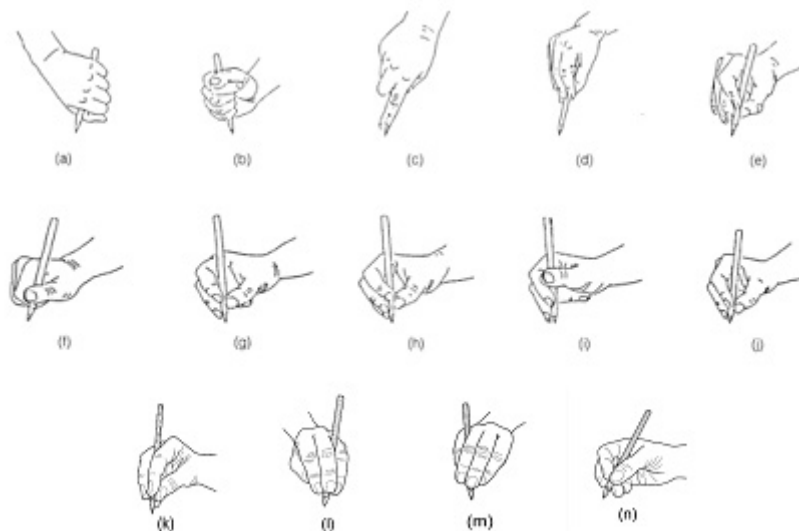
## RESULTADOS



**Figura 1**

Adaptação de lápis modelo pera. Fonte: acervo próprio

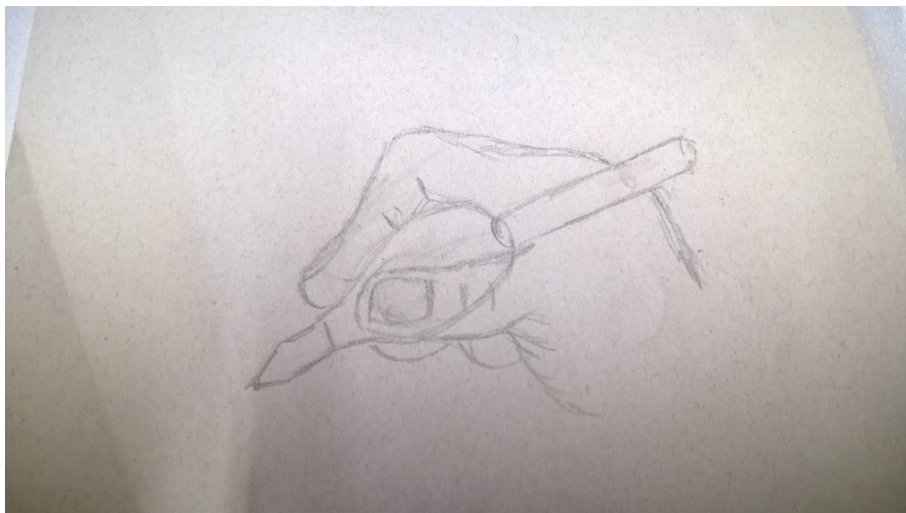
O dispositivo assistivo classificado como adaptação de lápis modelo pera (Figura 1) pode ser confeccionado em três tamanhos diferentes, conforme a antropometria da mão da criança. Quanto à mão, o estudo de Esteves et al. (2005) descreve suas medidas antropométricas classificando-a em pequena, média e grande e, com essa classificação, é possível prescrever o dispositivo assistivo adequado.



**Figura 2**  
Tipos de pega de lápis. Fonte: MARCELINO (2018).

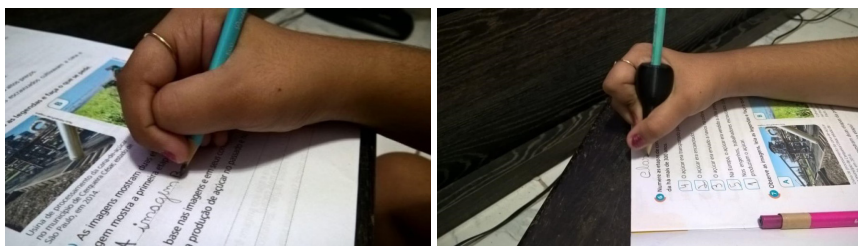
As pegas da figura 2, de acordo com Schneck e Henderson (1990) e Tseng (1998) são as seguintes: a= pega transpalmar radial; b= pega palmar voltada para cima; c= pega digital voltada para baixo, somente o indicador estendido; d= pega pincel; e= pega com os dedos estendidos; f= pega transversal ao polegar; g= pega em tripé estático; h= pega de quatro dedos; i= pega em tripé lateral; j= pega em tripé dinâmico; k= Interdigital 2º e 3º; l= Interdigital 3º e 4º; m= Interdigital 4º e 5º dedos; n= quadrúpede com apoio no 4º dedo.

A adaptação modelo pera respeita o arco formado pela pega do tipo tripé dinâmico, em que a criança irá apoiar o lápis com o auxílio de três dedos. O produto apresenta duas extremidades, uma mais larga e outra mais estreita. A extremidade larga serve para apoio do arco palmar e a extremidade estreita serve para a pega (Figura 3).



**Figura 3**

Desenho da adaptação modelo pera: pega em tripé dinâmico. Fonte: acervo próprio.



**Figuras 4 e 5**

Teste de usabilidade – observação da preensão- preensão atípica e direcionamento para pega em tripé dinâmico. Fonte: acervo próprio.

A adaptação de lápis modelo pera foi projetada para ajudar a criança a desenvolver o arco indicado pela seta vermelha. Pelas figuras 4 e 5, pode-se perceber como a preensão (pega) manual da criança, que era atípica, foi alterada para uma pinça mais funcional.

A adaptação modelo pera é classificada como um dispositivo facilitador do treino da escrita para a criança. Ela também gera informação sensorial proprioceptiva para a mão da criança e essa informação é levada ao cérebro gerando um aprendizado motor. O sistema proprioceptivo tem como função controlar a posição do corpo e a percepção espacial do corpo sobre o espaço. É por meio desse sistema que se inicia o contato com meio externo; a postura e o



equilíbrio são essenciais para a aprendizagem, assim, o sistema proprioceptivo ajuda na linguagem falada e escrita (FRANCO; PANHOCA, 2008).

## CONCLUSÕES

A partir das discussões e do desenvolvimento do produto, nota-se a importância do mesmo para auxiliar o treino da escrita da criança, podendo ser um meio para a transmissão da informação proprioceptiva, em que será gravada esta informação a nível cerebral.

Este recurso irá auxiliar a criança na escrita, propiciando maior independência na realização das atividades, o que é foco do terapeuta ocupacional. A parceria desse profissional com os demais (engenheiros e designers) no projeto foi fundamental para o desenvolvimento do produto.

Os usuários da adaptação de lápis modelo pera poderão, aos poucos, ir diminuindo seu uso, até perceber que estará realizando a escrita com tipo pega tripé dinâmica sem o auxílio da mesma.

Sugere-se que os usuários tenham sua adaptação modelo pera na cor que for de preferência, visto que deve ser levada em consideração a autonomia do usuário.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado e assistido com a parceria do CNPQ, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Universidade Federal de Pernambuco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.C.J.; MATSUKURA, T.S.; Tecnologia assistiva no contexto da escola regular: relatos dos cuidadores de alunos com deficiência física. **Distúrb Comun**, São Paulo, 23(1): 25-33, abril, 2011.

BALADI, A.B.P.T.; CASTRO, N.M.D.; MORAIS FILHO, M.C. Paralisia Cerebral. In: FERNANDES, A.C. et al. (Org.). **AACD Medicina e Reabilitação**: princípios e práticas. São Paulo: Artes Médicas, 2007. cap. 2.

BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva. Brasília: **CORDE**, 2009. 138 p. Disponível em:<<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/livro-tecnologia-assistiva.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2020.

ESTEVES, A. C. et al. Força de preensão, lateralidade, sexo e características antropométricas da mão de crianças em idade escolar. **Rev. bras. cineantropom. desempenho hum**, v. 7, n. 2, p. 69-75, 2005.

FRANCO, E. S.; PANHOCA, I. Sintomas vestibulares em crianças com queixa de dificuldades escolares. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 13, n. 4, p. 362-368, 2008.

MARCELINO, J.F.Q. **Avaliação da usabilidade de adaptações de lápis para a grafomotricidade de crianças e adolescentes com paralisia cerebral discinética**. 2018. Tese (Doutorado em Design)- Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

MARTIN, A. *et al.* **School function assessment** - manual do usuário. Belo Horizonte: UFMG, 2001.

SCHNECK, C.M.; HENDERSON, A. Descriptive analysis of the developmental progression of grip position for pencil and crayon control in nondysfunctional children. *American Journal of Occupational Therapy*, v. 44, n. 10, p. 893-900, oct. 1990.

TOYODA, C. Y.; CRUZ, D.M.C.; LOURENÇO, G.F. Tecnologia assistiva de baixo custo: relato de consultoria colaborativa. In: Congresso Brasileiro Multidisciplinar de Educação especial, 5. **Anais...**Londrina, 3 a 6 de novembro de 2009.

TSENG, M. H. Development of pencil grip position in preschool children. **Occupational Therapy Journal of Research**, v. 18, n. 4, p. 207-224, oct. 1998.

# Mouse+: acionador de comandos para crianças com paralisia cerebral

Bueno, Tainá<sup>1</sup>; Nishida, Jonathan<sup>2</sup>; Nassar, Victor<sup>3</sup>; Ilha, Amanda<sup>4</sup>; Vieira, Milton<sup>5</sup>; Cinelli, Milton<sup>6</sup>

1 – Departamento de Design, UFSC, tainabueno@gmail.com

2 – Departamento de Design, UFSC, jounishida@gmail.com

3 – Departamento de Design, UFSC, victornassar@gmail.com

4 – Departamento de Design, UDESC, amandasilha@gmail.com

5 – Departamento de Design, UFSC, milton.vieira@ufsc.br

6 – Departamento de Design, UDESC, milton.cinelli@udesc.br

\*Correspondência: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Sala 101, Bl. A, Centro de Comunicação e Expressão (CCE), Trindade, Florianópolis/SC, Brasil, 88040-970.

## RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um acionador de comandos de computador, a ser utilizado por crianças com paralisia cerebral, auxiliando em atividades de aprendizado, interações sociais e estímulos sensoriais. Como resultado, obteve-se um produto adaptado ao contexto dos usuários, solucionando dificuldades que haviam na interação com mouse tradicional, ocasionado pelas formas e superfícies, que implicavam em dificuldades de utilização. Além disso, o aparelho enquadra-se como uma tecnologia social de baixo custo, possibilitando a sua replicação de modo livre, valorizando a inclusão social e melhoria das condições de vida dos pacientes.

**Palavras-chave:** *paralisia cerebral, tecnologia social, design.*

## ABSTRACT

*This work presents the development of a computer command trigger, to be used by children with cerebral palsy, assisting in learning activities, social interactions and sensory stimuli. As a result, we obtained a product adapted to the users' context, solving difficulties that existed in the interaction with traditional mouse, caused by the shapes and surfaces, which implied difficulties in use. In addition, the device*

*fits as a low-cost social technology, allowing it to be freely replicated, valuing social inclusion and improving patients' living conditions.*

**Keywords:** *cerebral palsy, social technology, design.*

## 1. INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (OMS), estima que em todo o mundo, mais de um bilhão de pessoas apresenta algum tipo de deficiência, segundo o Portal Brasil, e por falta de condições, uma pessoa em cada cinco têm sua vida dificultada.

Segundo Löbach (2001), o Design é o processo de adaptação do ambiente as necessidades da sociedade, sendo assim, o Design que visa incluir pessoas com deficiência é tratado como Design Centrado no Usuário (DCU), que segundo Norman (2013) coloca as necessidades humanas, capacidades e comportamentos em primeiro lugar. A Tecnologia Assistiva (TA), tem como principal objetivo proporcionar habilidades funcionais promovendo ou ampliando a inclusão social. (BERSCH, PELOSI, 2006)

Crianças que possuem paralisia cerebral usam computador em diferentes atividades para aprendizado, interações sociais e desenvolvimento de estímulos sensoriais. Conforme a situação de cada paciente, pode haver determinada dificuldade na utilização de aparelhos periféricos, como teclado e mouse, de acordo com o desenho de formas e superfícies impróprias ao uso do produto em si.

Assim, a ergonomia pode auxiliar na adaptação dos artefatos ao contexto do usuário, proporcionando uma melhor qualidade de vida, por meio de interações projetadas com mais eficiência no uso de equipamentos, no ambiente de trabalho e respectivas atividades (IIDA, 2005). Desse modo, o design é uma área que engloba uma transformação de elementos, como a informação, o conhecimento e os processos de concepção e comunicação. Entende-se o design como um mediador da interação e que pode provocar modificações significativas no modo de atuar dos métodos e processos para desenvolvimento de novos produtos e serviços (VIANNA et al., 2012).

Com isso, o design contribui no desenvolvimento das chamadas tecnologias sociais, que são instrumentos solucionadores da realidade das pessoas, compreendendo produtos, técnicas ou metodologias capazes de proporcionar a transformação na comunidade e na própria identidade dos indivíduos (BONILHA E SACHUK, 2011). A tecnologia social representa a integração entre os problemas da comunidade e soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida (ITS BRASIL, 2004).

Nesse sentido, a iniciativa para a criação de uma tecnologia social deste trabalho ocorre após estudo em parceria com o Centro Catarinense de Reabilitação

(CCR), com informações sobre os métodos de trabalho dos profissionais envolvidos na terapia e adaptação dos portadores de necessidades especiais decorrente de paralisia cerebral. A partir disso, percebeu-se lacuna quanto aos recursos utilizados para facilitar as atividades dos profissionais nas etapas de terapias aplicadas em seus pacientes. Assim, este artigo apresenta o desenvolvimento de um acionador de comandos de computador, para facilitar a interface entre o sistema e crianças com paralisia cerebral.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Este visa propor ao usuário a disponibilidade de um produto cuja principal função seja facilitar a comunicação entre pessoas com necessidades especiais, decorrente de paralisia cerebral, e os softwares de desenvolvimento utilizados em sessões de terapia, trazendo consigo um design funcional, prático, contemporâneo e de baixo custo, que possa ser feito em casa pela família do usuário, no modelo *DIY (do it yourself)*.

O Mouse+ foi desenvolvido utilizando uma **Análise das Funções do Produto**, que segundo Baxter (2011) é uma técnica que visa a percepção do consumidor sobre o produto. O produto utilizado para a análise foi o mouse existente utilizado pelo CCR (figura 1), para que fosse adaptado e melhorado no contexto repassado pela equipe de profissionais: a deficiência de recursos das famílias, além de combinar ergonomia e praticidade para o usuário.

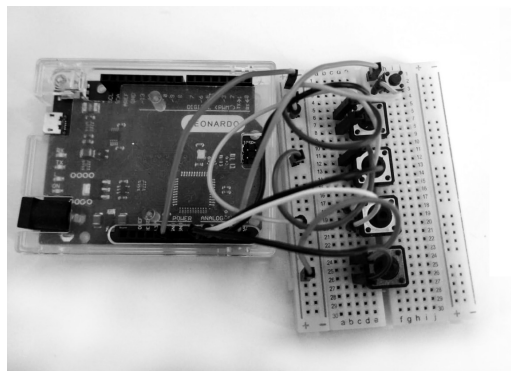


**Figura 01**

Mouse utilizado pelo CCR, valor em torno de \$ 125 USD.

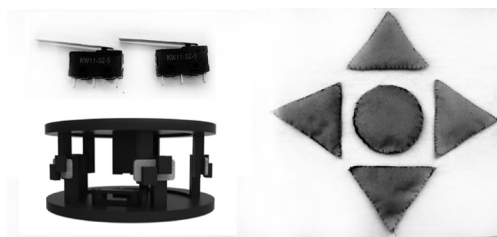
Diante das etapas de projeto, propõe ser um objeto cuja principal função é ser um conjunto de superfícies que serão acionados por força de pressão; e, ao ser movimentado, provoque deslocamento análogo a um cursor na tela do computador. Além da principal função de cursor e acionador, exerça as funções estética e simbólicas, com aplicação de reentrâncias, textura e cores que remetem a funções padrões e inclinações adequadas para facilitar o movimento.

A construção do protótipo incluiu um Arduino Leonardo (figura 2), preferencialmente o Leonardo Pro Micro que é um microcontrolador baseado em ATmega32u4 que possui comunicação USB integrada, permitindo que o Leonardo apareça em um computador conectado como mouse e/ou teclado (ARDUINO, 2020).



**Figura 02**  
Teste dos botões com Arduino Leonardo.

Um acionador plástico moldado e impresso em impressora 3D (figura 3) para acomodação do interruptor micro *switch* (KW11-3Z-5) on/off que emite o sinal para o computador. Além das partes eletrônicas, há também os botões desenvolvidos em feltro (figura 1) para aumentar a área de acionamento, podendo ser disposto ao alcance das mãos da criança com a paralisia. O acoplamento das partes do protótipo deve ser feito com cabos maleáveis plugados no Arduino por meio de solda.



**Figura 03**  
Micro switch e acionador e os botões em feltro.

Na parte de código, para que os botões funcionem como mouse, fora utilizado o a IDE do Arduino para compilar o código para a memória interna do Arduino Leonardo. Os códigos utilizados fazem parte da biblioteca *keyboard.h* do Arduino para acionamento de teclas (figura 4).

```

keyboard_CBTA §
#include "Keyboard.h" // Esta biblioteca só funciona com o Arduino Leonardo

int pino[]={18,19,20,21,22}; // Pinos 20 e 21 são os pinos analógicos A2 e A3
int tempoDeResposta = 200; // Aqui você ajusta o tempo de resposta do teclado
void setup(){

  for (int x=0; x<=5; x++) {
    pinMode(pino[x],INPUT_PULLUP); // Declara de todos os pinos como entradas.
  }
  Keyboard.begin();
}

void loop(){

  if (digitalRead(18)== LOW) {
    Keyboard.press(KEY_RIGHT_ARROW);
    Keyboard.releaseAll();
    delay(tempoDeResposta);
  }

  if (digitalRead(19)== LOW) {
    Keyboard.press(KEY_LEFT_ARROW);
    Keyboard.releaseAll();
    delay(tempoDeResposta);
  }

  if (digitalRead(20)== LOW) {
    Keyboard.press(KEY_UP_ARROW);
    Keyboard.releaseAll();
    delay(tempoDeResposta);
  }

  if (digitalRead(21)== LOW) {
    Keyboard.press(KEY_DOWN_ARROW);
    Keyboard.releaseAll();
    delay(tempoDeResposta);
  }

  if (digitalRead(22)== LOW) {
    Keyboard.press(176);
    Keyboard.releaseAll();
    delay(tempoDeResposta);
  }
}

```

**Figura 04**  
Código do acionador.

Os comandos utilizados para o acionador mouse, foram os comandos do teclado conhecidos como *joystick*: direita, esquerda, para cima, para baixo e enter. Tendo sido implementada a lógica a fim de verificar o funcionamento. O comando `delay()` é utilizado controlar o tempo de resposta, visto que o movimento fino é debilitado.

### 3. RESULTADOS

Do ponto de vista funcional e estético, o mouse desempenha a função que lhe foi proposta, visto que funciona em diversos ambientes pedagógicos por ser interpretado pelo computador como um mouse comum, apresenta interface física lúdica com botões de feltro colorido e textura agradável ao toque, além do uso de cores. Segundo Rogers e colaboradores (2013) um dos principais objetivos do design de interação é reduzir os aspectos negativos da experiência do usuário e melhorar os pontos positivos, no desenvolvimento de produtos que sejam interativos, sejam fáceis de aprender e usar, eficazes e agradáveis do ponto de vista do usuário.

Do ponto de vista da viabilidade econômica, o valor deste mouse pode ser aproximadamente cinco vezes menor do que o mouse que se encontra no mercado para crianças com o mesmo tipo de deficiência. Na questão de montagem, requer uma noção básica de eletrônicos e informática, porém seu passo-a-passo é simples.

O projeto se propõe a deixar um guia com toda a explicação e passo a passo no link [mouse+](#) para que seja feito em casa (caso se tenha as ferramentas adequadas). Caso não seja possível ser feito em casa, pode ser facilmente montado em qualquer loja de eletrônica.

## 4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um acionador de comandos de computador, mouse+, para ser utilizado por crianças com paralisia cerebral. Além disso, o mouse desenvolvido visou auxiliar a comunicação da criança com seus cuidadores e responsáveis. Como resultado da pesquisa, obteve-se o desenvolvimento de baixo custo, evidenciando a possibilidade do uso desta tecnologia social de modo livre, podendo ser replicado sem custo, valorizando o pensamento integrativo e colaborativo necessários à transformação social.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) em parceria com o departamento de Design e Laboratório DesignLab da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e o departamento de Design da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO. **Arduino Leonardo**. Disponível em: <[http://www.arduino.cc/en/Main/Arduino\\_BoardLeonardo](http://www.arduino.cc/en/Main/Arduino_BoardLeonardo)>. Acesso em 13 fev. 2020.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**: Guia prático para o design de novos produtos. Blucher, 2011.

BERSCH, R. de C. R.; PELOSI, M. B. **Portal de ajudas técnicas para educação**: Equipamento e material pedagógico para educação, capacitação e recreação da pessoa com deficiência física. Secretaria de Educação Especial - Brasília: ABPEE - MEC: SEESP, 2006. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/tecnologia\\_assistiva.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/tecnologia_assistiva.pdf)>. Acesso em: 3 jan. 2016.



BONILHA, Máira Coelho; SACHUK, Maria Iolanda. **Identidade e tecnologia social:** um estudo junto às artesãs da Vila Rural Esperança. Cad. EBAPE.BR [online]. vol.9, n.2, 2011.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** Edgard Blucher, 2005.

ISO 9999. **Organização Internacional de Normalização.** Disponível em: <[http://www.siva.it/ftp/en\\_iso\\_9999.zip](http://www.siva.it/ftp/en_iso_9999.zip)>. Acesso em: 22 jan. 2016.

ITS BRASIL. **Caderno de Debate – Tecnologia Social no Brasil.** São Paulo: ITS. 2004.

LÖBACH, Bernd. **Design industrial.** São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

NORMAN, Don. **The Design of Everyday Things.** Revised e Expanded Edition. New York: Basic Books, 2013.

OMS. **Organização Mundial da Saúde.** Disponível em: <<https://www.who.int>>. Acesso em 15 jan. 2016.

ROGERS, Y.; SHARP, H; PREECE, J. **Design de Interação:** Além da interação humano-computador. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

VIANNA, M. et al. **Design Thinking: inovação em negócios.** Rio de Janeiro: MJV, 2012.

# Dispositivo de Suporte Visual para portadores do Transtorno do Espectro Autista e atraso no desenvolvimento cognitivo

Costa, Álvaro Júnior<sup>1</sup>; Silva, Raphael Diego Comesanha e<sup>2</sup>;  
Silva, Oriana Comesanha e<sup>3</sup>

1 – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIFAP, d cet@unifap.br

Correspondência: Rod. Juscelino Kubitschek, km 02, Jardim Marco Zero, Macapá, AP, Brasil, 68903-419.

## RESUMO

O projeto disposto neste relatório apresenta um sistema desenvolvido para auxiliar no tratamento de portadores do Transtorno do Espectro Autista (TEA) e atrasos no desenvolvimento cognitivo. A proposta visa ajudar pacientes com dificuldades de comunicação e aprendizagem na realização de atividades cotidianas como, escovar os dentes e tomar banho. No início do projeto foi aplicada a técnica de comunicação alternativa utilizando imagens através de um aplicativo móvel. No período deste relatório o aplicativo apresenta-se funcional para testes com pacientes, pois conta com ferramentas de armazenamento, registro e estratégias de intervenção para auxiliar no tratamento de pessoas com atrasos cognitivos.

**Palavras-chave:** TEA, suporte visual, tecnologia assistiva.

## ABSTRACT

*The project provided in this report presents a system developed to assist in the treatment of patients with Autistic Spectrum Disorder (ASD) and delays in cognitive development. The project proposal aims to help patients with communication difficulties and perform daily activities such as dressing and bathing. The project was developed by applying the alternative communication technique using images through a mobile application. Preliminarily the application is functional for testing with patients, as it has storage and recording tools. In this context, the project brings intervention strategies to assist in the treatment of people with cognitive delays.*

**Keywords:** ASD, visual support, assistive technology

## 1. INTRODUÇÃO

O seguinte projeto tem seu desenvolvimento na área da tecnologia assistiva, utilizando diversas ferramentas das áreas da engenharia, da psicologia e da educação para o desenvolvimento do aplicativo móvel, estas etapas que se aplicam na definição da Secretaria Estadual de Direitos Humanos quanto a TA, ao afirmar que a mesma diz respeito à pesquisa e utilização de equipamentos, recursos ou estratégias utilizadas para melhoria de habilidades funcionais das pessoas com deficiência (p.e.: PARAGUAY et al , 2009, p.11)

As pesquisas foram realizadas acerca dos comportamentos de pessoas portadoras do Transtorno do Espectro Autista, que apresentam traços de isolamento social, problemas de linguagem e atitudes repetitivas. Estas condutas fazem com que o portador do TEA possua dificuldades para se comunicar com outras pessoas, algo que prejudica também o cotidiano com tarefas como: escovar os dentes, lavar as mãos e tomar banho. Estas situações têm sido objeto de estudos de profissionais de diversas áreas, objetivando a melhoria do convívio social dessas pessoas, lhes trazendo qualidade de vida.

Dentre as inúmeras técnicas desenvolvidas no âmbito do tratamento de portadores do autismo, se encontra a Comunicação Alternativa que é o conjunto de diferentes modos de um sujeito se comunicar, por isso é uma ferramenta extremamente útil para pessoas com dificuldade de comunicação oral. A técnica de Comunicação alternativa tem o objetivo de inteirar a fala, de modo que o indivíduo já faça uso de alguma linguagem, podendo até mesmo substituir totalmente em caso de impedimento do uso da linguagem oral, como afirma (p.e.: AVILA et al., 2013, p.117) em estudo publicado na revista RELATEC (Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa).

Nas atividades envolvendo esta técnica são muito utilizadas as pranchas de comunicação, que são quadros que apresentam figuras ilustrativas contendo, objetos, pessoas, animais, alimentos e atividades cotidianas. Essas figuras ajudam portadores do TEA na memorização de situações, objetos e também na comunicação direta ao desejar algo ou até mesmo expressar um sentimento.

Sendo assim, o projeto buscou aliar a comunicação alternativa e a tecnologia assistiva, fazendo uso de pranchas de comunicação para auxiliar pessoas com autismo e/ou atraso no desenvolvimento cognitivo no aprendizado da execução de atividades cotidianas. Anexando diversas figuras como forma de tutoriais em um aplicativo móvel para que o usuário assimile e memorize as atividades propostas.

A utilização das tecnologias para melhorar a vida de pessoas com autismo ainda não é uma prática comum, porém é possível encontrar pesquisas acerca de seu comportamento diante destes dispositivos, gerando debates quanto aos

benefícios de tais recursos tecnológicos. Em seus estudos (p.e.: AVILA et al., 2013, p.118) também aborda algumas facilidades trazidas pelas plataformas móveis no uso das pranchas de comunicação, dentre elas destaca-se os recursos audiovisuais que podem incentivar os usuários durante as atividades.

No caso do sistema desenvolvido o trabalho foi realizado buscando mais artifícios, como: mobilidade e efeitos de áudio. O intuito destes recursos foi complementar a intervenção nas situações apresentadas, deixando claro o objetivo do projeto que busca melhorias no processo de aprendizagem e memorização dos portadores do TEA em atividades habituais.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A essência do projeto é pautada nas técnicas da Comunicação Alternativa, para isso foram pesquisadas pranchas com situações cotidianas favoráveis para uma análise mais apurada. A primeira atividade escolhida foi a de “lavar as mãos” que na prancha é ilustrada da maneira que mostra a figura abaixo:



**Figura 01**

Ilustração de lavar as mãos. Fonte: O autor (2020)

Após o estudo das tarefas a serem executadas foram realizados os primeiros testes com o aplicativo através da plataforma do MIT App Inventor. Esta ferramenta faz uso da programação em bloco para realizar aplicações, trazendo também artifícios de customização para aplicativos, permitindo a utilização de imagens, animações e efeitos sonoros.

Com a parte visual do aplicativo pronta foi implementada a lógica da atividade para que a aplicação fosse funcional. Desta maneira, o princípio de funcionamento iniciou-se com a apresentação de todas as imagens da atividade a ser realizada, posteriormente o usuário deveria “clicar” em cima da imagem que ilustrava a primeira ação a ser executada. Ao acertar este primeiro processo, o mesmo escutaria o som de aplausos como forma de incentivo, caso contrário, se clicasse na figura errada nenhum efeito seria acionado até que o utente acertasse até finalizar a tarefa.

Com a lógica da atividade planejada, a programação foi montada e o esquema inicial ficou da seguinte maneira:



**Figura 03**

Esquema montado no aplicativo para lavar as mãos. Fonte: O autor (2020).

Como mencionado anteriormente, este é o momento inicial onde o usuário se depara com a sequência completa da atividade que vai exercer. A imagem abaixo mostra esta etapa que já conta com o efeito sonoro adicionado para o caso de acerto:



**Figura 03**

Sequência ilustrada no aplicativo após o primeiro acerto do usuário. Fonte: O autor (2020)

O efeito sonoro foi adicionado com o intuito de incentivar o utilizador durante a aplicação, sendo assim, o som de aplausos foi utilizado com um volume moderado para não causar desconforto. Quando a tarefa é finalizada também há o efeito sonoro de aplausos, como uma forma de gratificação pela atividade completada.

Posteriormente, realizando testes de desempenho do aplicativo sob a plataforma App Inventor, foi possível observar alguns problemas, como a baixa velocidade na execução de ações e também o travamento do app após cliques contínuos. Estes contratempos poderiam causar ao utente uma situação de estresse.

Desta maneira, o aplicativo foi remanejado de plataforma, passando a ser desenvolvido no Android Studio, uma IDE (Integrated Development Environment) de código aberto para aplicativos Android que é aprimorado na ferramenta de programação JAVA IntelliJ IDEA.

Com a utilização dos recursos desta plataforma ocorreram mudanças significativas no desempenho do aplicativo, algo que possibilitou também a melhoria no visual do aplicativo com o uso da função Layout. Além da evolução gráfica, também foi possível implementar uma função de registros muito significativa. Pois após o fechamento da atividade, é mostrado na tela o relatório da tarefa com a quantidade de vezes que o usuário precisou tocar nas figuras até

acertar a ordem correta. Além de contar com um campo de “anotações”, onde o responsável do utilizador tem a opção de descrever o comportamento do mesmo durante a execução. Estes dados são repassados ao profissional responsável pelo tratamento para que este possa ter um mapeamento da evolução do paciente e também planejar estratégias para melhoria de seu desempenho.

### 3. RESULTADO

O projeto apresentou resultados significativos quanto a sua performance, com a velocidade na troca das telas, o volume adequado nos efeitos sonoros, a melhoria na qualidade das figuras e também a adição de registros das atividades. Estes resultados foram obtidos principalmente após a utilização da plataforma Android Studio que agregou mais recursos à aplicação e diminuiu o número de erros durante a aplicação.

Plataforma	Nº de toques na tela	Nº de erros no aplicativo
App Inventor	54	7
Android Studio	54	0

**Tabela 01**

Número de erros do aplicativo durante a atividade após 54 toques na tela e nos botões.

Logo, os resultados obtidos são essenciais, pois no sistema completo do projeto o objetivo é dispor de um painel interativo automatizado contendo pranchas de comunicação e possuindo recurso de registros do tempo e dos resultados. Porém, esta etapa ainda se encontra em fase de desenvolvimento, enquanto o aplicativo móvel já apresenta resultados significativos com funcionalidade para testes.

### 4. CONCLUSÕES

Ao final desta etapa do projeto foi possível concluir alguns questionamentos quanto a praticidade do sistema desenvolvido, pois apesar de se tratar de um sistema em desenvolvimento alguns objetivos foram alcançados, já que proposta desse aplicativo móvel era a de servir como uma atividade de complemento ao tratamento realizado em consultório pelo psicólogo, onde o mesmo futuramente com o sistema completo poderá dispor do painel interativo automatizado contendo as mesmas atividades do aplicativo.

O app não foi testado pelos pacientes, entretanto alguns psicólogos puderam observar o potencial da aplicação, com a velocidade, os efeitos de transição e também os registros. Concluindo que o tratamento poderá ser mais completo com o acompanhamento diário do paciente, mesmo em sua residência, através dos recursos de observações e registros.

Desta maneira, o projeto foi apresentado com sua proposta inicial e posteriormente alguns aperfeiçoamentos serão realizados, como a mudança do aplicativo para uma plataforma híbrida (Android e IOS) possibilitando uma adesão maior de usuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA, BARBARA GORZIZA et al. Usabilidade em tecnologia assistiva: estudo de caso num sistema de comunicação alternativa para crianças com autismo. **RELATEC**, Porto Alegre, v.12, n.2, p. 115-129, dez. 2013.

DYBJERG, Pernille; VERDEL, Maria. **Everyday Education: Visual Support for Children with Autism**. London: JKP, 2007.

PARAGUAY, ANA ISABEL BRUZZI BEZERRA et al. **Tecnologia Assistiva**. Brasília, Secretaria Estadual de Direitos Humanos, 2009.

SILVA, LUCIANO ALVES DA. **Apostila de Android: Programando passo a passo**. AGBOOK, 2015.

TENÓRIO, MYLENA CARLA ALMEIDA et al. Autismo: A tecnologia como ferramenta assistiva ao processo de ensino e aprendizagem de uma criança dentro do espectro. CINTEDI, ed. 1, 2014, Campina Grande. **Anais eletrônicos**. Campina Grande: Realize, 2014.



# Proposta de elaboração de dispositivo de tecnologia assistiva para auxílio de deslocamento de paciente em situação de leito

Thomas, Carmine <sup>1</sup>; Machado, Rafaela<sup>2</sup>; Medeiros, Ramon<sup>3</sup>; Fernandes, Tânia<sup>4</sup>

1 – Instituto Integrado de Saúde, UFMS, carminethomas97@gmail.com

2 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFMS, rafacostamachado1@gmail.com

3 – Departamento de Engenharia Mecânica, UFMS, ramon.bombaja@gmail.com

4 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFMS, drataniaf@yahoo.com.br

\* - Correspondência: Avenida Costa e Silva, s/n, Unidade 12 - UFMS, Bairro Universitário, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, 79070-900.

## RESUMO

Tecnologias assistivas (TA) são dispositivos que promovem maior independência, autonomia e qualidade de vida a pessoas que apresentam alguma deficiência, incapacidade ou mobilidade reduzida. O estudo traz uma proposta de T.A. para deslocamento de paciente com Traumatismo Crânio Encefálico. Para sua elaboração, foi feita análise e discussão do caso, parceria com um aluno da Engenharia Mecânica, escolha de materiais, coleta de dados, elaboração do projeto, confecção e adequação, reavaliação e entrega. Portanto, o dispositivo possibilitará a inserção integral do indivíduo na rotina familiar e de sua comunidade, proporcionando-lhe novos cotidianos, e possível redução da sobrecarga do cuidador.

**Palavras-chave:** *Tecnologia Assistiva 1, Terapia Ocupacional 2, Quadriparesia 3.*

## ABSTRACT

*Self-Help Devices (SHD) are devices that promote greater independence, autonomy and quality of life for people who have some disability or reduced mobility. The study brings a proposal of SHD for the displacement of a patient with Traumatic Brain Injury. For its elaboration, it was made: analysis and discussion of the case, partnership with Mechanical Engineering student, choice of materials, data collect, project elaboration, confection and adequacy, revaluation and delivery. Therefore, the device will allow the*

*individual to be fully integrate into the family and community routine, providing him with a new daily lives, and possible reduction of the caregiver's burden.*

**Keywords:** *Self-Help Devices 1, Occupational Therapy 2, Quadriplegia 3.*

## 1. INTRODUÇÃO

Como profissão da área de saúde, a Terapia Ocupacional realiza a sua intervenção com suas diretrizes voltadas para a atenção, prevenção, educação em saúde, promoção da saúde, maximização das potencialidades e a reabilitação de indivíduos com desordens temporárias ou crônicas, seja elas de ordem física, sensorial, emocional, mental ou social, a fim de promover ou recuperar as condições de saúde do ser humano, habilitando-o a se engajar nos papéis, tarefas e atividades com significado em seu cotidiano. A profissão foca na constituição de um processo transformador de contextos e das pessoas nelas envolvidas, por meio da produção do máximo de independência e funcionalidade na vida, no lar e no ambiente de trabalho ou escola.

Tem, portanto, como objeto de estudo o fazer humano e como foco de interesse a construção de estratégias que venham contribuir para que o ser humano possa desempenhar as atividades significativas para a sua vida com o máximo de autonomia e independência possível. Assim, se preocupa com “o resultado da interação pessoa-ambiente-ocupação e o desempenho ocupacional, a experiência dinâmica da pessoa engajada em atividades propositais e tarefas dentro de seu ambiente” (ELUI, 2001, p. 111).

O trabalho do terapeuta ocupacional frente a uma pessoa com disfunções físicas visa atividades de promoção à reabilitação (prevenindo contraturas e deformidades), a reinserção social e confecção de dispositivos de tecnologia assistiva, se for de desejo e necessidade do sujeito, conforme De Carlo *et al* (2004). Anson (2004) aponta que, os dispositivos de tecnologia assistiva auxiliam as pessoas com limitações físicas e funcionais a realizarem suas tarefas cotidianas. De acordo com (CAT, 2007 *apud* FILHO, 2013) tem-se como conceito de Tecnologia Assistiva (TA), o conhecimento de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Portanto, o objetivo deste artigo é apresentar uma proposta de confecção de um dispositivo de tecnologia assistiva, para deslocamento de uma paciente com seqüela de Traumatismo Cranioencefálico (TCE) e Quadriplegia, com conseqüente diminuição do esforço e sobrecarga de sua cuidadora.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A proposta de confecção de um dispositivo de TA surgiu, durante o desenvolvimento das atividades do Estágio Supervisionado em Terapia Ocupacional, do sétimo e oitavo semestres, no campo da Saúde Coletiva, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no período de agosto a dezembro no ano de 2019. Vale destacar que, as atividades realizadas no estágio curricular obrigatório do curso de Terapia Ocupacional estão previstas no Projeto Pedagógico do Curso e nas Diretrizes Curriculares do Curso, celebrado por meio de Termo de Compromisso de Estágio Obrigatório. As intervenções, neste campo de atuação, ocorreram em uma Unidade Básica de Saúde (UBS), de um município localizado na região central do Rio Grande do Sul.

O dispositivo de tecnologia assistiva, denominado “carrinho de locomoção”, foi pensado para uma paciente de 29 anos que, aos 4 anos de idade, sofreu um acidente de trânsito. Por conta desse acidente, a paciente teve um traumatismo cranioencefálico (TCE), causando uma ruptura em todo seu cotidiano e na realização de suas atividades de vida diária (AVDs). Atualmente, ela encontra-se restrita ao leito.

De acordo com anamnese realizado com a paciente e com sua cuidadora, sendo estas feitas durante os primeiros encontros, percebeu-se que: a paciente é totalmente dependente na realização das suas AVDs, o que faz com que ocorra uma sobrecarga sobre a cuidadora principal, que se queixa de dores na coluna, dificultando o deslocamento da paciente.

A fim de compreender melhor suas demandas e assim poder traçar seu plano de tratamento, inicialmente os atendimentos da paciente eram realizados por meio de técnicas de escuta qualificada e de coleta de história de vida com sua mãe e com sua cuidadora. Pensando nas demandas trazidas nesses momentos, foi proposto a elaboração de um dispositivo de tecnologia assistiva para deslocamento. Deste modo, já que a paciente reside juntamente com a cuidadora, seria possível o deslocamento da paciente aos demais cômodos da casa, permitindo a ela realizar outras atividades, como por exemplo assistir televisão, participar das refeições em família na mesa, passear na calçada, entre outros, sempre a estimulando cognitivamente, fisicamente e socialmente.

Atualmente a paciente possui uma cadeira de rodas, porém seu uso é raro pela dificuldade encontrada para chegar até ela, pois a casa em que reside possui pouco espaço, o que inviabiliza seu uso. Aliado a isso, existe a impossibilidade de a cuidadora carregar a paciente até fora da casa para colocá-la na cadeira por conta de seus problemas de coluna, onde a mesma relata sentir fortes dores. Levando em consideração estas questões, o dispositivo a ser desenvolvido consiste em um “carrinho” com apoio de tronco - pois a paciente não possui controle deste.

Diante da impossibilidade de se locomover, ficando restrita ao leito, a paciente não se socializa, não participa da rotina domiciliar, ficando à margem das atividades familiares, pois a cuidadora não consegue deslocá-la para os outros cômodos da casa.

Analisando as demandas trazidas pela família, foi proposto a elaboração de um “carrinho de locomoção” para o deslocamento da paciente, para que assim seja possível incluir a paciente nas diversas atividades realizadas pela família, tanto dentro quanto fora domicílio.

Ademais, faz-se uma reflexão sobre a possibilidade de o dispositivo promover a melhora da qualidade de vida da paciente, no que tange a realização de atividades que favoreçam a estimulação cognitiva, física, social e emocional, ampliando suas possibilidades e ações cotidianas. Para melhoria da qualidade de vida da cuidadora, observa-se a possibilidade de melhor posicionamento da altura do carrinho em relação à altura dela e deslizamento da paciente para ele, diminuindo o grau de força necessário para transferi-la.

Para a elaboração do dispositivo, foram traçados os seguintes passos: 1) Análise das necessidades da família em relação aos cuidados com a paciente e discussão sobre possibilidades de intervenção;

2) Apresentação à família de uma proposta de confecção de um dispositivo para auxílio na locomoção: foi apresentado a elas um pré-projeto do dispositivo, bem como os materiais a serem utilizados e quais benefícios essa tecnologia traria, por considerar que a realização das ações juntamente com a família constrói-se uma parceria de qualidade para o bem estar do paciente. Diante das propostas que foram apresentadas, após o aceite da família, iniciou-se a processo de realização da próxima etapa.

3) Estabelecimento de parceria com um aluno do curso de Engenharia Mecânica: objetivando um tratamento baseado nos princípios da intervenção multidisciplinar, estabeleceu-se uma parceria com um aluno do curso de engenharia mecânica na terceira etapa do processo;

4) Reflexão sobre os materiais necessários para a confecção do dispositivo: a escolha de materiais baseou-se na construção de uma estrutura que fosse leve, resistente e lavável para ser de fácil higienização.

5) Coleta de dados (história de vida, avaliação, medidas da paciente e do domicílio): a história de vida foi coletada por meio de anamnese detalhada construída pelas estagiárias e para as medidas da paciente e do domicílio utilizou-se de fita métrica e caderno de anotações. Foi realizada a medição completa da casa da cuidadora, para que o carrinho de locomoção possuísse as medidas adequadas, possibilitando o deslocamento em todos os cômodos da casa;

6) Elaboração do projeto: A modelagem 3D do projeto foi realizada no Software de projeto CAD 3D SolidWorks, para melhor visualização e compreensão de todas as etapas do processo.

7) Confeção e adequação do dispositivo: atualmente o projeto encontra-se nesta fase. O carrinho está em fase de construção, os materiais para seu desenvolvimento estão sendo arrecadados.

8) Reavaliação e entrega: após a confecção, o dispositivo será entregue e serão realizados ajustes, se necessário.

### **3. RESULTADOS**

Para a fabricação da estrutura do carrinho, o material escolhido foi o alumínio. Este justifica-se por ser um material de baixa densidade e de alta resistência a corrosão - esses fatores permitem que o dispositivo entre em contato com água, tendo maior durabilidade e pouca massa, tornando-o leve, assegurando sua praticidade na locomoção. Sua base será construída com quatro rodas giratórias de 100 mm de diâmetros com excelente resistência química e revestidas em borracha para proteção do piso. O assento será feito com Nylon, sua escolha justifica-se pela fácil higienização, contendo também um cinto transversal condicionado maior segurança ao paciente. Pensando em quem irá deslocá-lo, o encosto do assento possuirá pegadores de borracha para maior firmeza e aderência da mão no momento de empurrá-lo. O carrinho de locomoção também conta com regulagem de altura, para se adequar ao melhor posicionamento da cuidadora. Ao todo serão três regulagens de trabalho, permitindo que a altura seja de 85 centímetros até 1,1 metros de distância do chão. Com essa estrutura, o carrinho terá capacidade para suportar até 85 quilogramas.

Os materiais para a construção do dispositivo serão arrecadados por meio de doações, para que assim não haja custos à família. Por conta disso, foram escolhidos materiais de baixo custo e de fácil acesso.



**Figura 01**  
Modelagem 3D do carrinho de locomoção.

## 4. CONCLUSÕES

Entende-se que locomover-se pode fazer com que o indivíduo, que possa estar vivendo uma situação de exclusão, inclua-se socialmente, assim promovendo a sua qualidade de vida. Com esta proposta de elaboração de um dispositivo de tecnologia assistiva, pretende-se promover uma melhora na qualidade de vida da paciente ao possibilitar a locomoção nos diversos espaços tanto no domicílio quanto fora dele, pois, o carrinho de locomoção permitirá a transferência da paciente, do leito para a cadeira de rodas ou para outros móveis, com sofá, cadeira fixa e quintal.

Assim, a ampliação do uso da cadeira de rodas, permitirá saídas para fora de casa redescobrimo o seu território e o restabelecimento de uma nova rotina de vida, fazendo com ela seja inserida integralmente na rotina familiar e de sua comunidade.

Além disto, entende-se que, com a utilização deste recurso, ao utilizar o carrinho para realizar as transferências, poderá ocorrer a diminuição da sobrecarga da cuidadora, visto que tal fato é uma queixa constante da mesma.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANSON, D. Tecnologia Assistiva. In: EARLY, M. B.; PEDRETTI, L. W.; Terapia Ocupacional: Capacidades Práticas para Disfunções Físicas. São Paulo: Roca. 2004.

DE CARLO, M.M.R.P et al. Terapia Ocupacional em Reumatologia: Princípios e Perspectivas. In: De Carlo MMRP, Luzo MCM. Terapia Ocupacional: Reabilitação Física e Contextos Hospitalares. São Paulo: Roca, 2004.

ELUI, V.M.C.; OLIVEIRA, M.H.P.; SANTOS, C.B. Órteses: um importante recurso no tratamento da mão em garra móvel de hansenianos. Hansenologia Internationalis, v. 26, n. 2, 2001.

FILHO, G.; ALVES, T.. A construção do conceito de Tecnologia Assistiva: alguns novos interrogantes e desafios. Revista da FACED-Entreideias: Educação, Cultura e Sociedade, v. 2, n. 1, p. 25-42, 2013.

# Protótipo de dispositivo como proposta para auxiliar pessoas com Parkinson sob forma de colher

Dantas, Matheus F. do Nascimento<sup>1</sup>; Silva, Marcelo Martins<sup>2</sup>; Lopes, João L. Cruz<sup>3</sup>; Silva, João H. dos Santos<sup>4</sup>; Aguilar, Paulo A. Cavalcante<sup>5</sup>; Andrade, Roberta Dutra<sup>6</sup>; Nunes, Maria S. Mendes<sup>7</sup>

1- Campus Quixadá -, UFC, matheus\_fernandes@alu.ufc.br

2- Campus Quixadá -, UFC, mmartins@alu.ufc.br

3- Campus Quixadá -, UFC, lucascruz.joao@gmail.com

4- Campus Quixadá -, UFC, johhen.silva12@gmail.com

5- Campus Quixadá -, UFC, cavalcante.aguilar@gmail.com

6- Campus Quixadá -, UFC, robertadutra@hotmail.com

7- Campus Quixadá -, UFC, projetos@quixada.ufc.br

Av. José de Freitas Queiroz, 5003, Cedro Novo, Quixadá, Ceará, Brasil, 63900-000.

## RESUMO

A Doença de Parkinson é uma patologia neurológica crônica e degenerativa que afeta 1% da população mundial, somado a 220 mil casos estimados no Brasil. O avanço de Tecnologias Assistivas contribui para o processo de inclusão, auxiliando na execução de atividades que antes não poderiam ser executadas. O objetivo deste trabalho é apresentar um sistema que auxilia pessoas acometidas pela Doença de Parkinson que possuem dificuldade na manipulação de uma colher. Dessa forma, a combinação dos componentes possibilitou a construção de um protótipo, podendo apresentar resultados positivos em laboratório para auxiliar na utilização de utensílios no processo de alimentação.

**Palavras-chave:** *Doença de Parkinson, Tecnologia Assistiva, Inclusão.*

## ABSTRACT

*Parkinson's disease is a chronic and degenerative neurological disease that affects 1% of the world population, adding 220,000 estimated cases in Brazil. The advancement of Assistive Technologies contributes to the inclusion process, helping to carry out*



*activities that previously could not be performed. The aim of this work is to present a system that helps people affected by Parkinson's Disease who have difficulty handling a spoon. Thus, the combination of components made it possible to build a prototype, which can present positive results in the laboratory to assist in the use of utensils in the feeding process.*

**Keywords:** *Parkinson's disease, Assistive Technology, Inclusion.*

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em seu censo de 2010, há no Brasil mais de 45 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência. Dentre elas, podemos destacar a deficiência motora, que afeta pelo menos 3,15 milhões de pessoas (IBGE, 2010). Dos acometimentos que podem afetar a saúde física do ser humano, podemos destacar a Doença de Parkinson (DP) que é uma patologia neurológica crônica e degenerativa do sistema nervoso central, que de acordo com a Organização Mundial de Saúde afeta 1% da população (DOS SANTOS STEIDL; ZIEGLER; FERREIRA, 2016). No Brasil, a notificação da DP não é compulsória, o que leva a números estimados de sua prevalência no país em 220 mil pacientes (BOVOLENTA; FELÍCIO, 2016). Vale ressaltar que há estudos internacionais que sugerem que este número mais que dobrará até 2030 (DORSEY *et al.*, 2007).

DP é caracterizada pela redução de dopamina na via nigro-estriatal, resultante da morte de neurônios da substância negra cerebral. A etiologia específica não é conhecida, porém, durante os últimos anos, tem-se considerado fatores hereditários, infecciosos, tóxicos, genéticos e ambientais (SOUZA *et al.*, 2011). Dessa forma, a Doença de Parkinson vem prejudicando muitos indivíduos em todo o mundo, afetando os neurônios que controlam diretamente a coordenação e os movimentos voluntários do corpo humano, ou seja, ela causa tremores que impactam a qualidade de vida das pessoas que tem essa doença

A literatura mostra que os acometidos com essa doença estão em sua grande maioria na terceira idade (DE ARAÚJO RUBERT; DOS REIS; ESTEVES, 2007). As pessoas que têm essa doença não conseguem fazer atividades simples do dia-a-dia como, por exemplo, alimentar-se com as próprias mãos, pois é necessário ter autonomia motora no ato de conduzir uma simples colher até a boca.

A inclusão é um direito e a tecnologia tem permitido que se torne real. Encontrar caminhos para que esse direito esteja presente no dia a dia do deficiente ou dos que sofrem distúrbios do sistema nervoso, como Parkinson, dá autonomia a estas pessoas para realizarem tarefas do cotidiano e possibilitam que estejam em condições mais análogas às demais pessoas e com maior qualidade de vida.

Decorrente do avanço tecnológico, destacamos o que chamamos de Tecnologia Assistiva (TA), que tem como um dos seus principais objetivos possibilitar e/ou auxiliar na realização de atividades que se encontram inviabilizadas devido a algum tipo de deficiência ou mobilidade reduzida.

Bersch (2008) aponta que a Tecnologia Assistiva - TA - deve ser entendida como um auxílio que promoverá a ampliação de uma habilidade funcional deficitária ou possibilitará a realização da função desejada e que se encontra impedida por circunstância de deficiência ou pelo envelhecimento. Dessa forma, a TA objetiva proporcionar à pessoa com deficiência maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho. Radabaugh (1993) conceitua Tecnologia Assistiva com o seguinte pensamento: “Para as pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis”.

Em Fernandes *et al.*, (2014) propõe-se a conhecer as dificuldades reais de um usuário com a doença de mal de Parkinson em seu trabalho, foi realizado o processo de produção de uma pega antropomórfica personalizada para um usuário acometido pelo mal de Parkinson e avaliou-se seu desempenho em uma tarefa de barbear-se. Já o trabalho de Amaral *et al.*, (2017), é descrever o processo de avaliação e desenvolvimento de produtos de TA em 3D para pessoas com déficit de função manual por Doença de Parkinson. Silveira *et al* (2016), é realizado um levantamento com terapeutas ocupacionais para o desenvolvimento de um novo utensílio de alimentação para pessoas com a doença de Parkinson com base na integração das metodologias QFD e TRIZ.

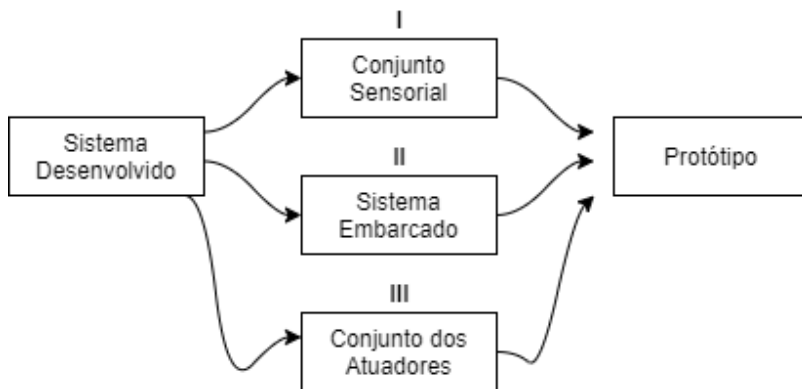
Nesse sentido, este trabalho apresenta o conceito de Controlador Proporcional Integral Derivativo (ou controlador PID), com aplicação para pessoas com Doença de Parkinson. O PID é embarcado em uma colher inteligente projetada para simplificar uma atividade tão simples, porém tão importante, para o ser humano, que é o poder se alimentar sem ajuda de terceiros.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Dispositivos Eletrônicos

O sistema é composto por três partes principais. A primeira é um conjunto sensorial, formado por um giroscópio e um acelerômetro, responsáveis pela coleta de variações da colher sob o próprio eixo. A segunda é constituída por um sistema embarcado, composto por um microcontrolador e um *software* que realizam o

processamento dos dados coletados pelo giroscópio e o acelerômetro de modo a acionar de modo proporcional os atuadores, visando a estabilidade do objeto. Por fim, a terceira parte é o conjunto dos atuadores que é composto por servomotores incumbidos de corrigir fisicamente os movimentos involuntários do usuário. A Figura 01 dispõe da organização da arquitetura do Protótipo desenvolvido.



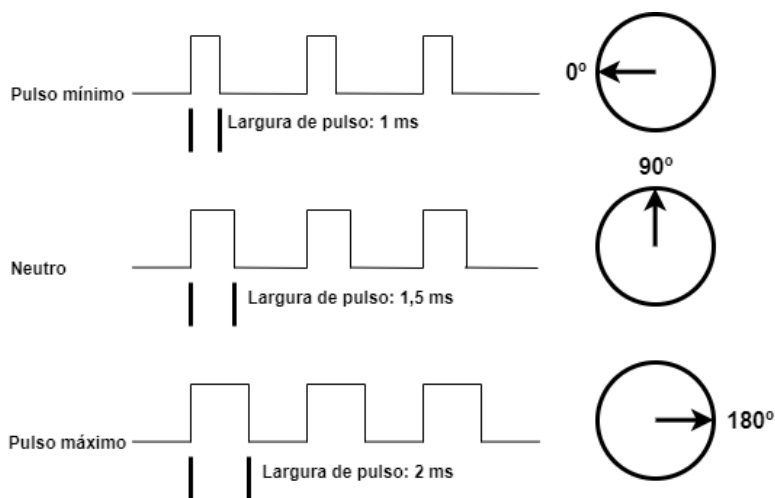
**Figura 01**  
Arquitetura do Sistema  
**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Para o sensoriamento foi escolhido o módulo IMU MPU6050 que combina em uma mesma placa: (a) um giroscópio de três eixos; (b) um acelerômetro de três eixos e (c) um processador digital de movimento integrado (DMP) que permitem acompanhar com precisão os movimentos do usuário. Devido ao seu tamanho e fácil uso, o IMU MPU6050 foi selecionado para o projeto (INVENSENSE, 2013).

Para o sistema embarcado foi utilizado: (a) um *software* embarcado escrito em linguagem C e C++ utilizando conceitos de engenharia de controle e automação, como controlador proporcional integral derivativo - PID (NISE, 2007), responsável pelos cálculos dos movimentos de correção do projeto; (b) um Arduino Uno Rev. 3. Baseado no ATmega328P, o Arduino UNO possui: 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM); 6 entradas analógicas; um cristal de quartzo de 16MHz; uma conexão USB; um conector de energia; um conector ICSP e um botão de *reset*. O Arduino Uno foi escolhido para o desenvolvimento do projeto pelo baixo custo e fácil uso, basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo a um adaptador *AC-to-DC* ou bateria para estar operante. Assim como todas as placas Arduino, possui uma plataforma de desenvolvimento, Arduino IDE. Isso significa que a placa pode ser conectada a um computador e ser programada através do próprio *software* do Arduino (MCROBERTS, 2015).

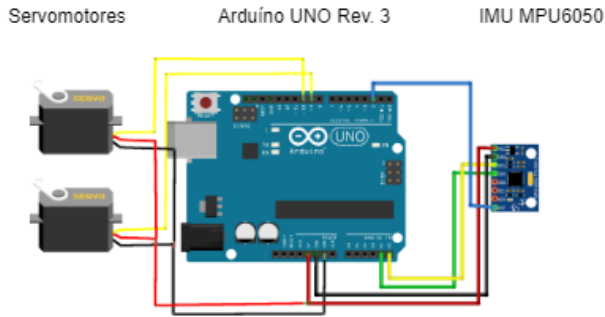
Para os Servo motores, foram selecionados dois do modelo Micro Servo 9g SG90 *TowerPro*. Dentre outros motivos, a escolha se deu por seu porte diminuto e fácil controle. São servomotores pequenos e leves, mas de alta potência de saída que podem girar aproximadamente 180 graus (90 em cada direção). Há inúmeras bibliotecas e códigos livres para o uso deste dispositivo, sendo controlado via PWM (PRO, 2015).

No sistema são usados dois servomotores de correção de movimentos involuntários: uma para movimentos verticais e outro para horizontais. A Figura 02 expõe seu controle via PWM.



**Figura 02**  
PWM Motor Utilizado  
**Fonte:** Elaborada pelo autor.

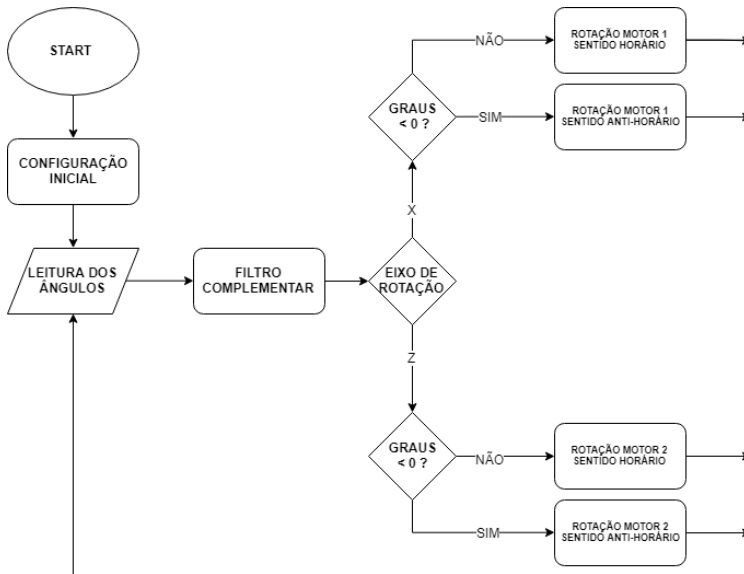
A arquitetura de componentes eletrônicos do protótipo foi possibilitada a partir da junção dos componentes eletrônicos abordados e mencionados anteriormente. A Figura 03 dispõe da organização dos componentes eletrônicos selecionados para o desenvolvimento.



**Figura 03**  
Organização de Componentes  
**Fonte:** Elaborada pelo autor

## 2.2 Funcionalidades

Para que a aplicação funcione, foi desenvolvido um algoritmo aplicando o conceito de controlador Proporcional Integral Derivativo (PID), para isso foi aplicado um filtro complementar. O Funcionamento do Sistema é apresentado no Fluxograma da Figura 04.

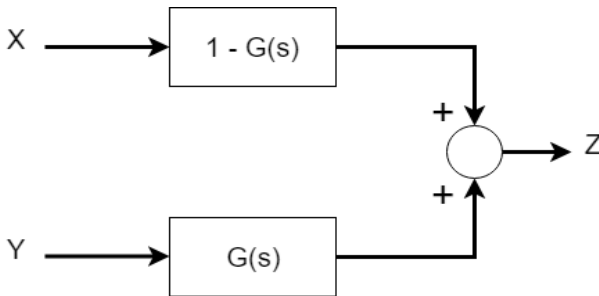


**Figura 04**  
Fluxograma de Funcionamento  
**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Com base na concepção do sistema, a Figura 04 explica que o sistema desenvolvido realiza uma leitura de ângulos utilizando o IMU MPU 6050 (acelerômetro e giroscópio) para o processo de localização espacial da concha da colher.

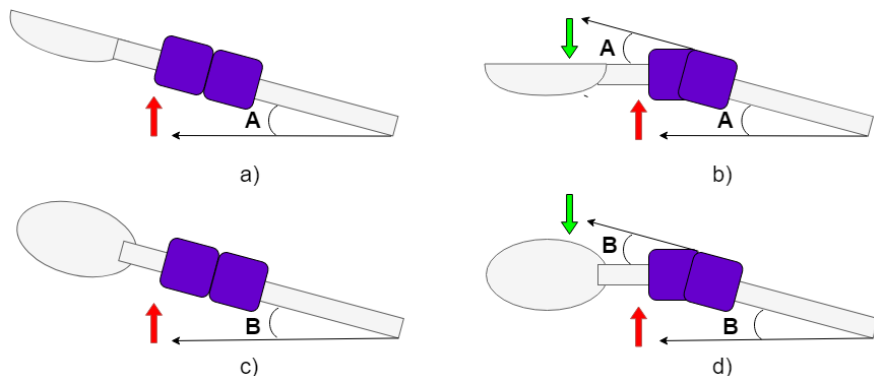
Em seguida, esses dados são lidos pelo *software* presente no microcontrolador Arduino UNO. Uma vez que o IMU MPU6050 apresenta ocasionalmente valores que são incoerentes com alta variância, para obter valores adequados, isto é, valores claros, foi necessário a implementação, via *software*, de um filtro complementar.

Um filtro complementar consiste de dois filtros, um passa baixa e um passa alta. A Figura 05 mostra um diagrama de blocos em que  $Y$  é um sinal de alta frequência e  $X$  é um sinal de baixa frequência passando, respectivamente, por um filtro passa baixa,  $G(s)$ , e um filtro passa alta,  $1 - G(s)$ , resultando em um sinal filtrado  $Z$  (NISE, 2007).



**Figura 05**  
Diagrama de blocos do Filtro Utilizado  
**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Após a filtragem, o *software* analisa angulações sofridas pela colher, oriundas de movimentos involuntários do usuário. Movimentos involuntários verticais (eixo X) e horizontais (eixo Z). Em seguida, de posse de um controlador proporcional integral derivativo, são calculadas as angulações necessárias para estabilizar o objeto. Então, com base nestas angulações, o microcontrolador Arduino envia comandos rotacionais corretivos para os motores, via PWM. A Figura 06 ilustra as angulações corretivas.



**Figura 06**

- a) Movimento vertical de uma colher sem estabilização (movimentos involuntários representados pela seta vermelha).
- b) Movimento vertical de uma colher com estabilização (movimentos involuntários representados pela seta vermelha e movimentos de correção representados pela seta verde).
- c) Movimento horizontal de uma colher sem estabilização (movimentos involuntários representados pela seta vermelha).
- d) Movimento horizontal de uma colher com estabilização (movimentos involuntários representados pela seta vermelha e movimentos de correção representados pela seta verde).

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

### 3. RESULTADOS

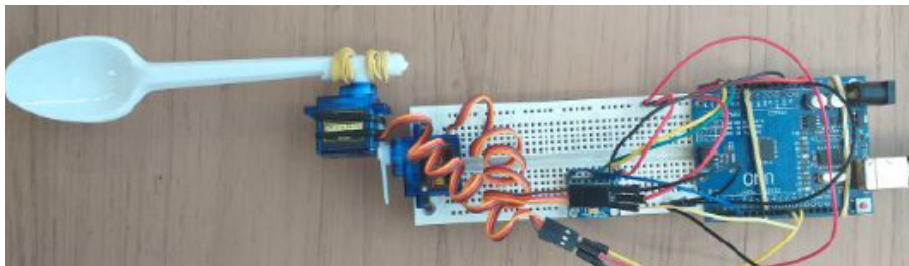
Um fator importante no desenvolvimento de tecnologias assistivas é a sua eficiência. Para isso, é necessário que seja feita uma avaliação, pois, de acordo com Barbosa & Silva (2010), conhecer critérios de qualidade e seguir processos de fabricação que buscam criar produtos adequados a esses critérios nem sempre resulta em produtos de qualidade.

Em particular, quando estamos trabalhando com sistemas interativos, os problemas costumam ocorrer na coleta, interpretação, processamento e compartilhamento de dados entre os interessados no sistema (*stakeholders*), e até na fase de implementação (BARBOSA; SILVA, 2010).

Para a avaliação do sistema proposto, seguimos o método de avaliação por Inspeção em Interação Humano-Computador, descrito por Barbosa & Silva (2010). Ao inspecionar uma interface os avaliadores devem tentar se colocar no lugar de um determinado perfil, com um certo conhecimento e experiência em algumas atividades, para então tentar identificar problemas que os usuários podem vir a ter

quando interagirem com o sistema e quais formas de apoio o sistema oferece para ajudá-los.

O trabalho propõe um sistema de controle sobre um utensílio e para fins de validação foi construído um protótipo para reproduzir as funções do sistema proposto utilizando os materiais citados anteriormente. A montagem do protótipo foi feita em laboratório, tal qual foram feitos os testes, ajustes e correções de *software* e *hardware*. A Figura 07 apresenta o protótipo.



**Figura 07**

Protótipo do dispositivo para testes

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

A partir do protótipo os resultados iniciais objetivam verificar a precisão do giroscópio em medir as inclinações verticais e horizontais e a precisão e limite dos Servo motores em reproduzir os comandos enviados pelo microcontrolador.

A partir desses resultados, ajustes de *hardware* foram feitos para que o arranjo físico pudesse representar de forma fidedigna o resultado das ações de movimento a serem executadas pelos motores, com as esperadas de um produto final. O *software* também foi modificado para obedecer aos limites de operação dos Servo motores.

## 4. DISCUSSÃO

O projeto apresenta fundamentos da teoria de controle já bem conhecidos e aplicados acadêmica e industrialmente, porém, sendo voltados ao desenvolvimento de tecnologias assistivas e, portanto, tendo que lidar com as dinâmicas e especificidades dessa área.

O protótipo desenvolvido evidencia que a construção elaborada de um dispositivo que consiga reproduzir as funções do sistema proposto e de proporções semelhantes ao do utensílio original é completamente viável tendo em vista que há disponível no mercado componentes de dimensões menores do que as dos usados e também com limites de operação mais restritos, o que diminui custos de produção.



O projeto apresenta fundamentos similares aos de Amaral et al., (2017), Fernandes et al., (2014) e Silveira et al., (2016) que também apresentam algum dispositivo para minimizar a ação de tremores no uso de objetos. Em Amaral et al., (2017) e Fernandes et al., (2014), porém, o dispositivo, que é um adaptador para outros utensílios, atua garantindo uma superfície de manejo mais cômodo e não contrapondo os movimentos involuntários do usuário.

Em Silveira et al., (2016) é feito um levantamento com terapeutas ocupacionais sobre desenvolvimento de um novo utensílio de alimentação para pessoas com a doença de Parkinson e propõe um novo dispositivo que agrega os pontos positivos e minimizar os pontos negativos obtidos através de uma matriz de correlação do QDF dos requisitos de usuário e parâmetros técnicos.

Diferente de Amaral et al., (2017) e Fernandes et al., (2014) em Silveira et al., (2016) a solução desenvolvida apresenta um desempenho de maior robustez e algum grau de estabilidade após confecção do dispositivo.

A solução proposta neste trabalho carrega a dinamicidade e adaptabilidade de uma solução computacional o que a permite realizar diversas outras tarefas como monitorar e se adaptar ao avanço dos movimentos involuntários dos usuários, detectar quedas e atender as necessidades de mais de um usuário.

## 5. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi desenvolvido um sistema de estabilização automática para uma colher que coleta e processa informações diretamente do manuseio do utensílio (inclinações verticais e horizontais), através de sensores que captam os dados e atuam através de motores na estabilização da mesma. O algoritmo de controle PID atendeu de forma satisfatória a proposta de uma colher estabilizadora que consegue perceber os movimentos involuntários do usuário e atuar para que a concha da colher mantenha a orientação correta durante o movimento de uso do utensílio.

É importante destacar que o protótipo, embora necessite de melhorias de *hardware*, reproduz com bastante precisão o sistema teórico apresentado e, portanto, é necessário realizar pesquisas com o intuito de refinar o *hardware* e *software* apresentados, assim como os requisitos funcionais e não funcionais de um sistema dessa natureza e procurar compreender e explicar a interação entre sistemas embarcados e tecnologias assistivas para que se torne mais um passo em direção a uma sociedade mais inclusiva.

Pesquisas de mercado para encontrar componentes que atendam melhor os requisitos do sistema, além de melhorias de *software* como um refinamento do algoritmo PID e aplicação de soluções que melhorem seu desempenho de atuação como a técnica *anti windup* da ação integral, são uma parte da ampla gama de

possibilidades que o aprofundamento na pesquisa desse sistema nos traz. Além disso, como trabalhos futuros, iremos aplicar as técnicas de Desenho Industrial para uma versão de Design da colher, para fins de realização de novos testes do dispositivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Daniela Salgado et al. Tecnologia assistiva em 3D para pessoas com déficit de função manual por doença de parkinson/Assistive Technology in 3d for people with manual function deficit in parkinson's disease. **Revista Interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional-REVISBRATO** , v. 1, n. 4, p. 465-474, 2017.

BARBOSA, Simone; SILVA, Bruno. **Interação humano-computador**. Elsevier Brasil, 2010.

BERSCH, RITA; TONOLLI, J. C. Introdução ao conceito de Tecnologia Assistiva e modelos de abordagem da deficiência. **Bengala Legal**, 2006.

BOVOLENTA, Tânia Maria; FELÍCIO, André Carvalho. O doente de Parkinson no contexto das Políticas Públicas de Saúde no Brasil. **Einstein (São Paulo)**, v. 14, n. 3, p. 7-9, 2016.

DE ARAÚJO RUBERT, Vanessa; DOS REIS, Diogo Cunha; ESTEVES, Audrey Cristine. Doença de Parkinson e exercício físico. **Revista Neurociências**, v. 15, n. 2, p. 141-146, 2007.

DOS SANTOS STEIDL, Eduardo Matias; ZIEGLER, Juliana Ramos; FERREIRA, Fernanda Vargas. Doença de Parkinson: revisão bibliográfica. **Disciplinarum Scientia Saúde**, v. 8, n. 1, p. 115-129, 2016.

DORSEY, ERL et al. Projected number of people with Parkinson disease in the most populous nations, 2005 through 2030. **Neurology**, v. 68, n. 5, p. 384-386, 2007.

FERNANDES, Stefan Von Der Heyde; DA SILVA, Fábio Pinto; DA SILVA, Tânia Luisa Koltermann. PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE EMPUNHADURA PERSONALIZADA PARA USUÁRIOS COM MAL DE PARKINSON. **Blucher Design Proceedings** , v. 1, n. 4, p. 2387-2399, 2014.

IBGE. Censo Demográfico 2010. **Brasília**, 2010.

INVENSENSE. MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4. 3.4 Sunnyvale: Invensense, 2013.

MROBERTS, Michael. **Arduino Básico-2ª edição: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino**. Novatec Editora, 2015.

NISE, Norman S. CONTROL SYSTEMS ENGINEERING, (With CD). **John Wiley & Sons**, 2007.

PRO, Tower. SG 90 9g Micro Servo. 2015.

RADABAUGH, M. P. NIDRR's Long Range Plan-Technology for access and function research section two: NIDRR Research Agenda Chapter 5: Technology for access and function. 1993.

SILVEIRA, Zilda de Castro et al. Melhoria de um utensílio de auxílio à alimentação para portadores da Doença de Parkinson com base na integração das metodologias QFD e TRIZ. **Anais**, 2016.

SOUZA, Cheylla Fabricia M. et al. A Doença de Parkinson e o Processo de Envelhecimento Motor. **Revista Neurociências**, v. 19, n. 4, p. 718-723, 2011.

# Redesign de Dispositivo para Reabilitação Respiratória Infantil

Silva, Danilo Corrêa<sup>1</sup>; Hounsell, Marcelo da Silva<sup>2</sup>

1 – Departamento de Design, UNIVILLE, danilo.correa@univille.br

2 – Departamento de Ciência da Computação, UDESC, marcelo.hounsell@udesc.br

\* - Correspondência: Rua Paulo Malschitzki, 10, Zona Industrial Norte, Joinville, Santa Catarina, Brasil, 89219-710.

## RESUMO

O processo de reabilitação respiratória infantil depende dos profissionais envolvidos, da tecnologia disponível e da aceitação das crianças. O objetivo desse artigo é relatar o processo de redesign de um dispositivo para reabilitação respiratória infantil (Pitaco). A metodologia empregada envolveu uma etapa teórica para familiarização com o tema, estudo do dispositivo e das condições clínicas. Posteriormente, houve uma etapa projetual, na qual ocorreu o redesenho e fabricação do dispositivo. Os resultados apontam que o redesenho possivelmente facilitará fabricação e uso do produto, bem como melhorar a sua aceitação, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos usuários.

**Palavras-chave:** *reabilitação respiratória, design, dispositivo pitaco.*

## ABSTRACT

*The process of respiratory rehabilitation on children depends on the professionals involved, the technology available and the children's acceptance. The purpose of this article is to report the process of redesigning a device for children's respiratory rehabilitation (Pitaco). The methodology involved a theoretical approach to familiarize with the theme, study of the device and clinical conditions. Subsequently, there was a design stage, in which the device was redesigned and manufactured. The results indicate that the redesign will possibly facilitate the manufacture and use of the product, as well as improving its acceptance, and contributing to the improvement of the users' quality of life.*

**Keywords:** *respiratory rehabilitation, design, pitaco device.*

# 1. INTRODUÇÃO

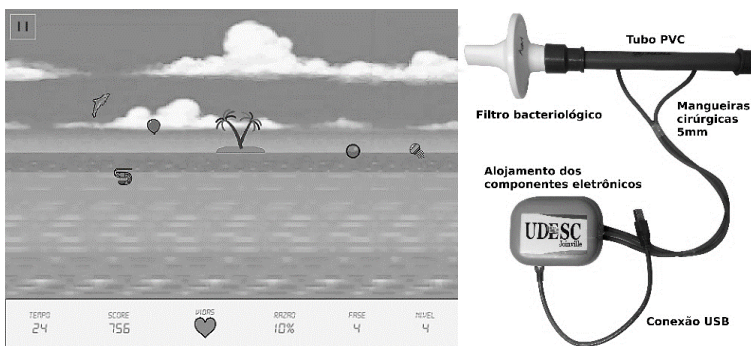
Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2007), as doenças respiratórias crônicas (DRCs) são responsáveis por cerca de 7% das mortes relativas a doenças crônicas evitáveis. As DRCs incluem a asma e as alergias respiratórias, doenças pulmonares ocupacionais, apneia do sono entre outras. Esse tipo de doença atinge milhões de pessoas de todas as idades em todos os países do mundo. Segundo a OMS (2007) a ocorrência de DRCs está aumentando, em especial entre as crianças e os idosos.

As crianças são particularmente vulneráveis, não somente por fatores sociais, mas também porque limitações de ordem física dificultam o desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais, motoras e linguísticas que seriam facilitadas por meio da manipulação de objetos, jogos e brincadeiras (COOK; ADAM, 2010).

Fisioterapia para crianças com distúrbios ou doenças respiratórias geralmente são classificáveis em três grandes áreas que comumente se sobrepõem: liberação de vias aéreas; exercícios de respiração e treino; e condicionamento físico, com exercícios aeróbicos, de força e outros exercícios para o tórax (TECKLIN, 2015).

Assim, Grimes (2018) desenvolveu junto ao Laboratório de Pesquisas em Aplicações Visuais da Universidade do Estado de Santa Catarina (Larva - UDESC), um sistema biomédico denominado “I blue it”, a ser utilizado em um programa de reabilitação respiratória.

Tal sistema inclui um dispositivo batizado de “Pitaco”, o qual é capaz de medir o fluxo respiratório por meio de um sensor diferencial de pressão. Ao ser soprado pelo usuário, tal dispositivo permite controlar o movimento de um golfinho em um jogo sério especialmente desenvolvido para esse fim. A Figura 1 ilustra os componentes do sistema.



**Figura 1**  
Sistema “I blue it”, jogo sério e dispositivo controlador “Pitaco”.  
Fonte: Adaptado de Grimes (2018, p. 71, 76)

Embora o sistema tenha sido avaliado por fisioterapeutas, ainda restaram algumas melhorias para trabalhos futuros. Nesse sentido restou o desafio de criar um maior engajamento por meio de melhorias na apresentação, tanto do jogo quanto do dispositivo controlador (Pitaco).

Cook, Polgar e Livingston (2010) relatam que ações repetitivas em brinquedos tendem a lavar a criança a perder o interesse. Assim, o abandono de tecnologias assistivas (TAs) ocorre mesmo que ela ainda seja necessária. Além disso, um fator adicional é o significado atribuído à tecnologia assistiva pelo usuário.

Nesse sentido, Cook, Polgar e Livingston (2010) descrevem um modelo de desenvolvimento de TA que considera o humano, a atividade, o ambiente e a tecnologia assistiva (*Human Activity Assistive Technology* - HAAT). Segundo os autores, tal modelo pode ser utilizado no design, seleção e avaliação de tecnologias, bem como um modelo conceitual para explorar a influência da TA nas atividades da vida diária dos usuários.

Com isso, o objetivo desse artigo é relatar o processo de redesign de um dispositivo para reabilitação respiratória infantil (Pitaco). Tal processo envolveu a familiarização com o tema, por meio de revisão teórica, reuniões e participações em eventos, bem como métodos de desenvolvimento de produtos guiados pelo método HAAT (COOK; POLGAR; LIVINGSTON, 2010) e *Design Thinking* (BROWN, 2010).

## 2. DESENVOLVIMENTO

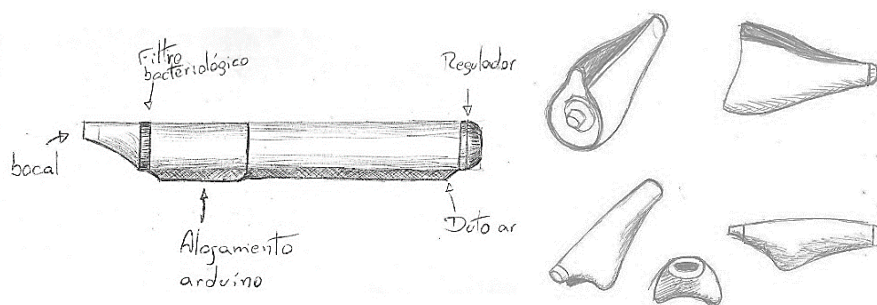
Todo o desenvolvimento foi pautado nos fundamentos do *Design Thinking* (BROWN, 2010), especificamente por meio do método do Duplo Diamante (DESIGN COUNCIL, 2015). A primeira etapa desse método (Descobrir) correspondeu à uma etapa de revisão teórica e reuniões do grupo de pesquisa. Além disso, também subsidiou as considerações do método HAAT.

Com isso, após essa etapa houve a definição (etapa Definir) das características estruturais do produto e seu método de fabricação, resultando em requisitos para o redesign do dispositivo, a saber: ser convidativo para crianças entre 6 e 12 anos de idade; manter a identidade com o projeto e o respectivo jogo; ser desmontável, principalmente para facilitar a limpeza e esterilização (hipoclorito de sódio); alojar e proteger os equipamentos eletrônicos.

Considerando que o projeto original previu a fabricação fácil e autônoma, optou-se pelo uso da manufatura aditiva no redesign desse dispositivo. Como a tecnologia por deposição de filamento fundido (*Fused Filament Fabrication* - FFF) é amplamente difundida e acessível, optou-se por utilizá-la. Essa definição é essencial uma vez que a tecnologia utilizada influencia no processo de design.

Esse processo permite explorar formas orgânicas complexas. Por outro lado, possui limitações, como a geração de suportes para determinadas inclinações de superfície (ângulos rasos ou elementos sobressalentes), bem como limitações na reprodução de detalhes (p. ex. furos com pequeno diâmetro) e espessuras de parede. As considerações projetuais para esse processo foram obtidas na obra de Redwood, Schöffner e Garret (2017).

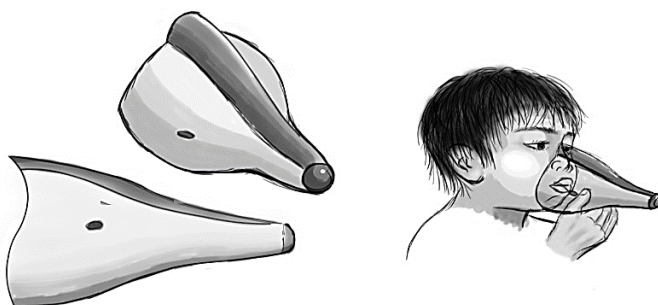
Uma vez estabelecidos os requisitos, foi iniciada a ideação, na qual foram elaborados diversos desenhos e propostas para o design do dispositivo considerando a tecnologia a ser utilizada (etapa Desenvolver). Na figura 2 são apresentadas algumas ideias exploradas no processo.



**Figura 2**

Alguns desenhos explorando ideias para o dispositivo. Fonte: o autor

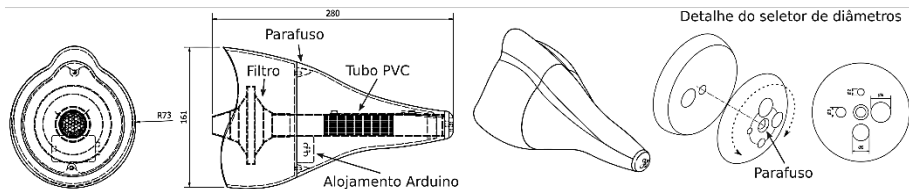
As propostas foram debatidas em reuniões e encontros dos pesquisadores. Assim, a seleção da proposta foi realizada conjuntamente com o líder do NAVI. A proposta selecionada está destacada na figura 3, e corresponde a um tipo de máscara em formato de golfinho (avatar do jogador), na qual se inserem os equipamentos utilizados no dispositivo.



**Figura 3**

Proposta selecionada

A proposta final foi modelada no software *Autodesk™ Inventor® 2019 Educational*. Cada componente foi modelado individualmente e, em seguida, montado o conjunto no ambiente de montagem desse software. Para atender a requisitos de manufatura aditiva, a carenagem foi dividida em duas partes para facilitar a sua manufatura em impressoras 3D, bem como para facilitar o acesso aos equipamentos e os procedimentos de limpeza. Além disso, em sua extremidade foi projetado um sistema de regulagem rápida de vazão de ar. A figura 4 apresenta um detalhamento da proposta.



**Figura 4**  
Detalhamento da proposta selecionada

Os aspectos dimensionais foram obtidos na Interface Antropométrica Digital para o público infantil (SILVA; PASCHOARELLI; SPINOSA, 2006), bem como os requisitos dimensionais de espaço para os componentes eletrônicos do sistema (Arduíno nano).

No refinamento da proposta houve a consideração de detalhes técnicos, relativos à fabricação por impressão 3D, como as espessuras de parede, posição de impressão (e eventual geração de suportes) e material do filamento. Em relação ao material, optou-se pelo Ácido Polilático (PLA), visto que é amplamente utilizado e, em teste preliminar, não foi atacado quimicamente pelo agente de limpeza (hipoclorito de sódio).

### 3. RESULTADOS

A impressão de uma unidade piloto foi essencial para avaliar o produto e sua manipulação, além de ser preponderante na definição do acabamento. As peças do sistema foram impressas em uma impressora modelo Delta do Laboratório de Pesquisa em Design da Universidade da Região de Joinville (Univille).

Os componentes foram impressos em perfil de alta resolução (0,1 mm por camada) e densidade interna (*infill*) de 25% com paredes (*shell*) de 1mm. A tabela 1 apresenta a ficha técnica dos componentes impressos em 3D. Em seguida cada uma delas passou por etapas de acabamento e limpeza. A superfície flocada resultante apresenta aspecto aveludado e agradável ao toque.

Item	Descrição	Massa (kg)	Tempo de Impressão
1	Máscara anterior	0,117	23h48min
2	Máscara posterior	0,099	21h12min
3	Colmeia	0,011	04h03min
4	Suporte das mangueiras	0,03	00h37min
5	Base do seletor de diâmetro	0,03	00h33min
6	Seletor de diâmetro	0,02	00h24min
	<b>Total</b>	<b>0,307</b>	<b>50h37min</b>

**Tabela 1**

Ficha técnica dos componentes impressos 3D. Fonte: o autor

Também houve a definição do acabamento do produto, uma vez que a impressão por filamento resulta em uma superfície rugosa devido à sobreposição das camadas do filamento fundido. Assim, foi proposta a flocagem da superfície, que é uma técnica de revestimento de superfícies por meio da colagem de flocos coloridos de poliamida (*Nylon*<sup>®</sup>).

Por fim, o dispositivo foi montado e encontra-se pronto para receber os componentes eletrônicos e ser testado junto ao público-alvo. A figura 5 apresenta o dispositivo montado.



**Figura 5**

Componentes e dispositivo montado. Fonte: o autor

## 4. CONCLUSÕES

O dispositivo Pitaco foi desenvolvido por Grimes (2018) com envolvimento de diversos profissionais e a avaliação de um grupo de 32 profissionais de fisioterapia. Na ocasião, esse produto se mostrou promissor no processo de reabilitação



respiratória. A complexidade do projeto tornou o desenvolvimento do dispositivo funcional, mas pouco convidativo ao público ao qual se dirige.

Assim, o redesign proposto colabora com questões de uso intuitivo e ágil, como determinado na seleção dos diâmetros do orifício de saída, processo de fabricação e montagem. Além disso, apresenta um alojamento para os componentes eletrônicos e conexões, bem como com uma estética mais convidativa aos seus usuários finais.

Todas essas características permitem concluir o alcance do objetivo proposto. O novo design do dispositivo considerou o método HAAT e pode reduzir um possível abandono da tecnologia bem como o seu uso mais efetivo, contribuindo na prática terapêutica e na reabilitação respiratória das crianças envolvidas.

Ainda restam etapas a vencer nesse processo, como a avaliação junto ao público infantil. Essa etapa é essencial, mas acabou sendo prejudicada por diversos fatores, entre eles a quarentena e isolamento social decretado no primeiro semestre de 2020. A avaliação final do produto, bem como possíveis adequações serão realizadas tão logo quando possíveis. Assim que finalizado, o projeto será disponibilizado na íntegra em plataformas de compartilhamento de modelos 3D.

## REFERÊNCIAS

BROWN, TIM. **Design Thinking**: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas idéias. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010

COOK, Albert M.; ADAMS, Kim. The Importance of Play: AT for Children with Disabilities. In: OISHI, Meeko Mitsuko K.; MITCHELL, Ian M.; LOOS, H. F. Machiel van Der. **Design and Use of Assistive Technology**: Social, Technical, Ethical, and Economic Challenges. Nova Iorque: Springer, 2010. Cap. 4. p. 33-40.

COOK, Albert M.; POLGAR, Jan Miller; LIVINGSTON, Nigel J. Need- and Task-Based Design and Evaluation. In: OISHI, Meeko Mitsuko K.; MITCHELL, Ian M.; LOOS, H. F. Machiel van Der. **Design and Use of Assistive Technology**: Social, Technical, Ethical, and Economic Challenges. Nova Iorque: Springer, 2010. Cap. 5. p. 41-49.

DESIGN COUNCIL. Design methods for developing services. 2015. Disponível em: <[https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/DesignCouncil\\_Design%20methods%20for%20developing%20services.pdf](https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/DesignCouncil_Design%20methods%20for%20developing%20services.pdf)>. Acesso em: 30 jun. 2019.

GRIMES, Renato Hartmann. **Sistema Biomédico (com Jogo Sério e Dispositivo Especial) para Reabilitação Respiratória**. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica - Área: Automação de Sistemas). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Joinville, 2018. 189 p.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Vigilância global, prevenção e controle das Doenças Respiratórias Crônicas**: Lisboa: Ciscos, 2007. 158 p. Disponível em: <[https://www.who.int/respiratory/publications/global\\_surveillance/en](https://www.who.int/respiratory/publications/global_surveillance/en)>. Acesso em: 05 fev. 2019.

REDWOOD, Ben; SCHÖFFER, Filemon; GARRET, Brian. **The 3D Printing Handbook**: Technologies, Design and Applications. Amsterdam: 3D Hubs B.V. 2017.

SILVA, J. C. P. da; PASCHOARELLI, Luis Carlos ; SPINOSA, Rodrigo Martins de Oliveira. **Interface Antropométrica Digital**: Público Infantil; Pré-escola ao Ensino Fundamental. Bauru: Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação UNESP, 2006.

TECKLIN, Jan Stephen. Pulmonary and Respiratory Conditions in Infants and Children. In: TECKLIN, Jan Stephen. **Pediatric Physical Therapy**. 5ª. ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2015. Cap. 20. p. 679-716.

# Proposta de Órtese de Mão para prevenção da perda de função por idosos acamados

Araújo, Gael Carlos de<sup>1</sup>; Moura, Bruno Santos<sup>2</sup>; Cordeiro, Débora Maria<sup>3</sup>; Santos, Tatiane Kelly Ferreira dos<sup>4</sup>; Pichler, Rosimeri Franck<sup>5</sup>

1 – Universidade Federal de Pernambuco, gael.arj7@gmail.com

2 – Universidade Federal de Pernambuco, brunomoura00@hotmail.com

3 – Universidade Federal de Pernambuco, deborabj77@gmail.com

4 – Universidade Federal de Pernambuco, tatianelkellyferreiradossantos@gmail.com

5 – Universidade Federal de Pernambuco, rosi.pichler@gmail.com

Correspondência: Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 – Nova Caruaru, PE, 55014-900.

## RESUMO

Este relato apresenta uma proposta de órtese estática de mão para prevenção da perda de função por idosos acamados. Para seu desenvolvimento, adotou-se a metodologia de Löbach (2001), e sua avaliação foi realizada por três especialistas da área da saúde, que relataram ser um modelo satisfatório e indicaram melhorias a serem implementadas.

**Palavras-chave:** *Design, Tecnologia Assistiva, Síndrome de imobilidade.*

## ABSTRACT

*This report presents a proposal for a static hand orthosis to prevent loss of function by elderly in prolonged bed rest. For its development, the methodology of Löbach (2001) was adopted, and its evaluation was carried out by three specialists in the health area, who reported to be a satisfactory model and indicated improvements to be implemented.*

**Keywords:** *Design, Assistive Technology, Immobility Syndrome.*

## 1. INTRODUÇÃO

A imobilidade é uma síndrome geriátrica que acarreta na supressão dos movimentos articulares, comprometendo o sistema osteomuscular e levando a

limitações funcionais, que na prática diária pode acontecer com mais de três dias de restrição ao leito ou devido a não movimentação na cama, transferências ou deambulação (FREITAS et al, 2013; LAKSMI et al, 2008 apud MORIGUCHI et al, 2013). A imobilidade prolongada leva à deterioração funcional progressiva dos vários sistemas do corpo humano, podendo atingir, sem o adequado tratamento, à Síndrome de Imobilidade (RUIZ E PARDO, 2001).

Neste sentido, as mãos dos idosos podem sofrer alterações de movimento e comprometimento de sua biomecânica. As mãos são compostas por vinte e sete ossos, músculos extrínsecos e intrínsecos e três articulações que permitem os movimentos de flexão, extensão, hiperextensão, abdução, adução e oposição, permitindo aos dedos cerca de vinte graus de liberdade (GASPAR, 2010; OLIVEIRA, 2016). Segundo Oliveira (2016), a utilização da Tecnologia Assistiva, como órteses e exoesqueletos, é uma ferramenta aplicável para reabilitação do movimento deste membro.

De acordo com o Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (LEHM, 2020), a órtese é um dispositivo utilizado para suportar, imobilizar, corrigir e/ou prevenir deformidades, podendo ser estáticas, dinâmicas seriadas e progressivas. Mediante o panorama apresentado, este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de órtese estática para correção da posição das mãos de idosos acamados, a fim de prevenir deformações e minimizar os efeitos da imobilidade e consequente perda de funcionalidade.

Para a execução deste projeto foi aplicada a metodologia de Löbach (2001), a qual se divide em quatro fases distintas: Preparação, Geração, Avaliação e Realização. Atrélado à Fase de Preparação, incluiu-se a técnica de criação de persona, e na Fase de Geração, utilizou-se a Biomimética – que busca na analogia às formas e estruturas da natureza, inspiração para o desenvolvimento de produtos – e a Matriz Morfológica – técnica que amplia as possibilidades de solução, por meio de combinações e recomposições entre as alternativas geradas (KANDA; SOUZA; HELD, 2018). Cabe salientar que o processo foi acompanhado por um fisioterapeuta que orientou tecnicamente o desenvolvimento da órtese. Ao final, o modelo de órtese foi avaliado por 3 especialistas da área da saúde quanto à sua materialização, compatibilidade, necessidade de força, dimensionamento, advertência e adaptabilidade.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

O projeto foi desenvolvido tendo como persona Dona Líris, uma idosa acamada de 80 anos, usuária de fármacos, hipertensa, que apresenta Síndrome da Imobilidade decorrente de um Acidente Vascular Encefálico (AVE), cujas

ocorrências incidiram sobre a biomecânica das mãos, deformando-as. A definição da persona teve com base a literatura e a observação de uma usuária idosa acamada.

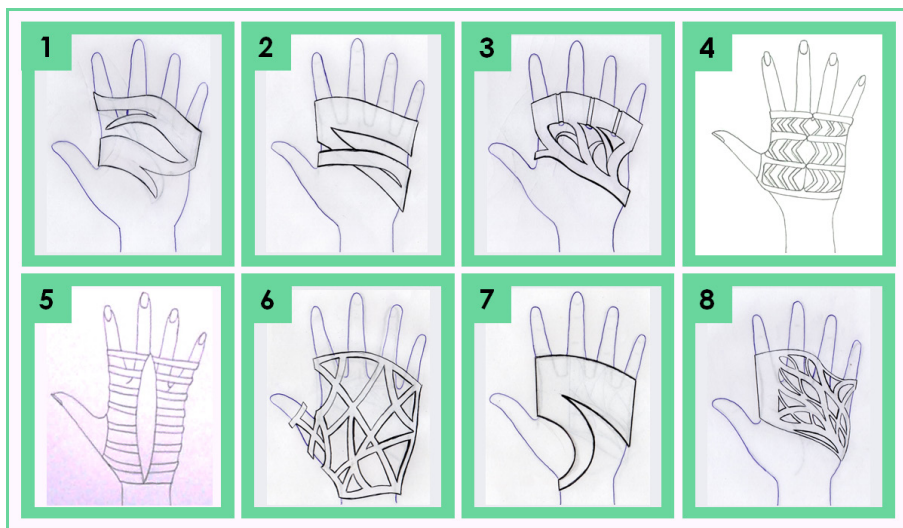
Com a análise funcional, estabeleceu-se duas funções principais: o reposicionamento anatômico neutro das mãos, evitando o fechamento contínuo (flexão dos dedos); e a promoção da ventilação e transpiração natural durante o uso. Na análise da relação social, observou-se que o produto tem interação direta com o idoso, que fará uso contínuo e intermitente, a cada duas horas de uso, e indireta com terceiros (familiares, cuidadores) que auxiliarão na colocação, limpeza e armazenagem da órtese.

Na análise sincrônica foram identificadas órteses e talas semelhantes, que se utilizam das novas tecnologias para oportunizar maior conforto, estética agradável e funcionalidade, como por exemplo as órteses produzidas pela *Fix it*, localizada na Vila Mariana em São Paulo. Na análise estético-formal, definiu-se que a órtese deverá se adequar a assimetria dimensional da mão humana, e possuir superfície interna e externa, macia e rugosa. Quanto ao material e processo de fabricação, a proposta é utilizar filamento polimérico flexível, obtendo-se a forma por processo aditivo em camadas do material derretido (impressão 3D), o qual oportuniza liberdade de criação e a reprodução de formas complexas.

Concluídas as análises, foram definidos como requisitos: Estabilização anatômica neutra, envolvendo metade dos metacarpos e falanges proximais dos dedos, exceto o polegar; Ventilação da pele, evitando abafamento e calor excessivo; Adaptabilidade à assimetria da mão; Design e material leve; Confortabilidade, promovendo sensação de maciez, flexibilidade e frescor; Estética agradável, gerando efeitos psicoemocionais positivos; Personalizável, ajustando-se às dimensões do usuário e cor pretendida antes da produção; e Produção por adição de camadas, oportunizando a produção sob encomenda.

Na Fase de Geração, utilizou-se a biomimética como fonte de inspiração, retirando soluções dos sistemas presentes no exoesqueleto de animais invertebrados e nas formas entrelaçadas das raízes e galhos de árvore, buscando imitar sua função e forma. Logo, com a Matriz Morfológica, os elementos extraídos da biomimética foram combinados, gerando novas alternativas. Ao final, obteve-se oito alternativas consideradas satisfatórias (Figura 1).

Com isso, na Fase de Avaliação, aplicou-se a Matriz de Decisão, que culminou com a escolha da alternativa 8, a qual atendeu a quase totalidade dos requisitos projetuais, tornando esta, a opção mais compatível com as necessidades levantadas. Assim, a alternativa foi prototipada em papel e posteriormente, modelada com auxílio de software de modelagem tridimensional - Rhinoceros 3D.

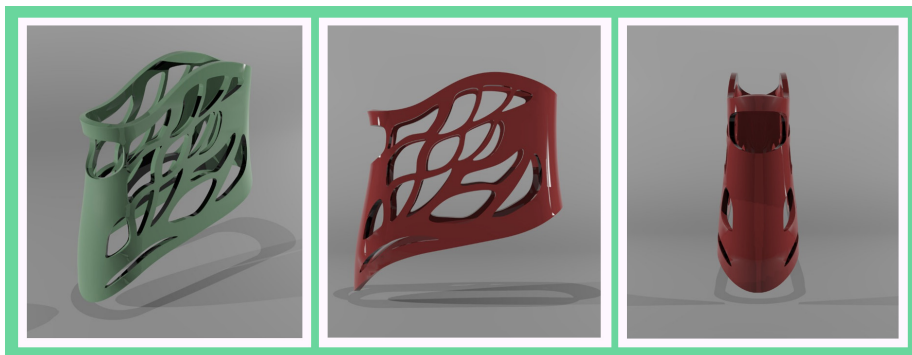


**Figura 01**  
Geração de alternativas com base nos requisitos.

### 3. RESULTADOS

A proposta final de órtese de mão possui estrutura inspirada em modelos da natureza (exoesqueleto de animais, raízes e galhos), sendo constituída por corpo único e sem partes conectadas (Figura 2). Apresenta forma orgânica, complexa e irregular, compatível a assimetria anatômica das mãos, tendo recortes vazados distribuídos por toda estrutura, além de elementos entrelaçados e suaves que imitam galhos de árvore. A órtese comporta-se como um exoesqueleto, envolvendo parte da mão, auxiliando no posicionamento funcional neutro/repouso, onde os dedos assumem uma postura entre a extensão e a flexão.

Assim, o objetivo da órtese é o de retardar e prevenir o processo de deformação das mãos e dedos. Ainda, como função secundária, a órtese promove ventilação à pele, permitindo a troca de calor com o ambiente. É importante destacar, que a estética amigável visa colaborar com o tratamento, reduzir o estigma e influenciar na autoestima através do apreço pelo objeto.



**Figura 02**  
Modelagem 3D da proposta de órtese de mão.

O modelo desenvolvido foi avaliado por três especialistas, uma Terapeuta Ocupacional com 12 anos de atuação na área, e dois Fisioterapeutas, um com 14 e outro com 16 anos de atuação na área. Ambos destacaram pontos satisfatórios da órtese, bem como melhorias a serem implementadas para aumentar a abrangência de usos e aplicações.

Seu dimensionamento fora o ponto mais satisfatório, onde foi ressaltada a capacidade de se ajustar aos diferentes tamanhos de mãos e os vazados, que permitem a circulação de ar, evitando lesões a pele (escaras). Quanto à higienização, levantaram a preocupação quanto a possível aderência de sujeira nas áreas vazadas, sendo indicado para estes casos a imersão da órtese em alguma solução e/ou uso de escova.

O material, visualmente, aparenta agradar, uma vez que é flexível, mas é preciso comprovação. Quanto a força, aparentemente não exige, tornando-a rápida e fácil de utilizar. Mas alertaram que a necessidade de muita força para o manuseio pode tornar a órtese inadequada, pois a rigidez do material poderia gerar compressão tecidual. Advertiram ainda que a órtese não deve ser demasiadamente apertada para evitar feridas.

Quanto a função de corrigir a posição das mãos, foi indicado abranger a base do polegar e o punho, para evitar deformidades por inadequação de posicionamento. Além disso, foi indicado o ajuste no ângulo de flexão das articulações metacarpofalangeanas, que deve ser aumentada, diminuindo a situação de extensão que este modelo parece favorecer. Sobre a adaptabilidade, foi citado o uso do modelo proposto para qualquer paciente que teve AVE, já que é comum adotarem este padrão espástico em um lado do corpo, estando disponíveis no mercado modelos de órteses muito rudimentares.

Cabe salientar que testes com usuários reais serão realizadas, a fim de validar e implementar possíveis melhorias na solução proposta.

## 4. CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento do presente projeto, obteve-se uma proposta de órtese estática para correção da mão de idosos acamados, a fim de minimizar deformações e consequente perda das funções motoras.

Considerando os resultados das avaliações dos profissionais, o modelo proposto neste artigo, apresenta-se pertinente como órtese para tratamento preventivo de padrões posturais indesejáveis às mãos de idosos acamados acometidos pela Síndrome da Imobilidade. Cabe-se salientar o potencial para atendimento de alguns pacientes com AVE. A órtese ajusta-se adequadamente ao tamanho da mão e proporciona boa ventilação na região, evitando úlceras de pressão e lesões à pele (escaras). A fácil higienização promove uma utilização livre de exposição a condições sanitárias insalubres, além de que sua forma traz praticidade ao manuseio do artefato.

Contudo, observou-se a necessidade de adaptação do modelo para abranger também o polegar e o punho, com a finalidade de prover um posicionamento e estabilização mais adequados dos dedos indicador, médio, anelar e mínimo. Como também, maximizar sua característica anatômica, para além de respeitar a assimetria da mão humana, proporcionar a leve flexão articular metacarpofalangeanas.

Como próxima etapa do projeto, objetiva-se a materialização do modelo e a realização de testes com usuários reais, a fim de implementar melhorias e identificar as melhores formas de uso. Além disso, objetiva-se também, definir as etapas de fabricação da mesma, evidenciando a facilidade de colocação no usuário, formas de acabamento, facilidade de limpeza e de manutenção da órtese.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), ao Centro Acadêmico do Agreste (CAA), ao Núcleo de Design e Comunicação (NDC), aos Laboratórios de Tecnologia em Design (LabTec) e de Design Inclusivo (LabDIn) e aos voluntários da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FREITAS, E. V. de; PY, L.; CANÇADO, F. A. X.; DOLL, J.; GORZONI, M. L. Tratado de geriatria e gerontologia. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 3 ed. 2013.

GASPAR, H. M. da S. Estudo da biomecânica da mão por aplicação do método dos elementos finitos. 2010. 79 p. Dissertação de mestrado em Engenharia Biomédica - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.



KANDA, G. B.; SOUZA, R. O.; HELD, M. S. B. Matriz morfológica e biomimética: geração de alternativas em design. *Projética*, v.9, n.1, Jan/Jun. 2018.

LEHM, V. L. M. Órteses de Mãos. Disponível em: [http://www.crefito10.org.br/cmslite/userfiles/file/ORTESES%20DE%20MAOS%20-%20Dra\\_%20Vera%20Lucia%20Mendes%20Lehm%20-%20Terapeuta%20Ocupacional.pdf](http://www.crefito10.org.br/cmslite/userfiles/file/ORTESES%20DE%20MAOS%20-%20Dra_%20Vera%20Lucia%20Mendes%20Lehm%20-%20Terapeuta%20Ocupacional.pdf). Acesso em: 04 de Maio de 2020.

LÖBACH, B. Design Industrial: bases para configuração dos produtos industriais. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2001.

MORIGUCHI, Y.; TERRA, N. L.; BÓS, A. J. G.; SCHNEIDER, R. H.; SCHWANKE, C. H. A.; CARLI, G, A. de; GOMES, I.; MYSKIW, J. de C. Entendendo as síndromes geriátricas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2013.

OLIVEIRA, B. Modelagem e desenvolvimento de dispositivo para reabilitação de dedos da mão. 2016. 102 p. Dissertação (Mestrado em Modelagem e Otimização) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.

RUIZ, J. P.; PARDO, J. L. Síndrome de desacondicionamiento físico em el paciente em estado crítico y su manejo. *Revista Medicina*, Bogotá, v. 23, n. 1, p. 29-34 Abr. 2001.

# Sistema assistivo para auxílio da pessoa com deficiência visual na seleção e compra de produtos de maneira autônoma

Silva, Andrei Luiz Demétrio e<sup>\*1</sup>; Fülber, Heleno<sup>2</sup>; Merlin, Bruno<sup>3</sup>; Lima, Eduardo Nascimento<sup>4</sup>; Veras, Adonney Allan de O.<sup>5</sup>

1 – Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, UFPA, andreidemetrio@hotmail.com

2 – Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, UFPA, fulber@gmail.com

3 – Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, UFPA, bruno.merlin@gmail.com

4 – Faculdade de Engenharia da Computação, UFPA, eduardolima384@gmail.com

5 – Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, UFPA, allanverasce@gmail.com

\* - Correspondência: Rodovia BR 422 km 13 – Canteiro de Obras UHE, Vila Permanente, Tucuruí, Pará, Brasil, 68464-000.

## RESUMO

Realizar compras em lojas pode parecer uma tarefa simples, mas para a pessoa com deficiência visual isso pode ser um grande desafio. Neste contexto, foi desenvolvido um sistema capaz de auxiliar o deficiente visual na identificação de produtos em uma loja. Através da construção de um dispositivo embarcado, utilizando a tecnologia de RFID, foram realizados testes com essas pessoas em um ambiente real. Os resultados obtidos foram de mais de 90% de precisão nos produtos selecionados. Com isso, foi possível demonstrar o potencial do sistema e consequente uma perspectiva no aumento na autonomia da pessoa com deficiência visual.

**Palavras-chave:** *Tecnologias Assistivas, Deficiência Visual, Sistemas Embarcados.*

## ABSTRACT

*Shopping in stores may seem simple, but for the visually impaired it can be quite a challenge. With necessity, a system was built capable of assisting the visually impaired in the identification of products in a store. Through the construction of an embedded device using RFID technology, a prototype was built and tests were carried out with these people. The results obtained were more than 90% accurate. With this, it was*

*possible to demonstrate the potential of the system and, consequently, a perspective on increasing the autonomy of the visually impaired person.*

**Keywords:** *Assistive Technologies, Visual impairment, Embedded systems.*

## 1. INTRODUÇÃO

Em 2019, foram estimados que 2,2 bilhões de pessoas possuam deficiência visual ou sejam cegas (WHO, 2019). Pessoas com diferentes níveis de deficiência visual podem encontrar diferentes dificuldades para realizar compras de mantimentos, desde de a preparação da lista de compras até sua navegação pelos corredores de uma loja, ou mesmo, selecionar e identificar itens em prateleiras (YUAN et al., 2017, p. 2).

Para essas pessoas, a realização de compras em uma loja pode apresentar vários sintomas, como a depressão e ansiedade. A ausência de produtos com descrições em Braille e a falta de qualificação dos funcionários também contribuem para o aumento da vulnerabilidade do deficiente visual e o torna dependente da ajuda de terceiros (FALCHETTI et al., 2016, p. 16-17).

As tecnologias assistivas são uma forma de auxiliar as pessoas com deficiência nas suas atividades cotidianas e de superar os limites existentes da infraestrutura social. Consistem em equipamentos, dispositivos e/ou sistemas que possibilitam vencer as barreiras de infraestrutura social e outras experimentadas por pessoas com deficiência (HERSH e JOHNSON, 2010, p.4).

Assim, a visão deste trabalho é o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de auxiliar a pessoa com deficiência visual a realizar tarefas de seleção como as realizadas em atividades de compras, disponibilizando informações referentes aos produtos explorados mediante um hardware acoplado com uma síntese vocal.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração desta pesquisa foi baseada em três etapas, conforme descrição a seguir:

### 2.1 Design Do Modelo

O modelo proposto, após análise das possíveis abordagens, consiste no uso de um dispositivo dotado de um leitor RFID<sup>1</sup>, com o uso de etiquetas para

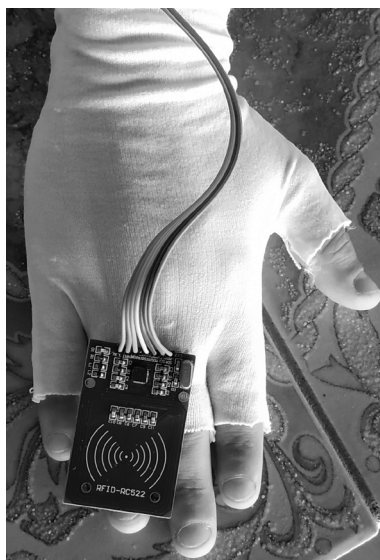
---

1 Radio Frequency IDentification (RFID - Identificação por Radiofrequência): Termo genérico para as tecnologias que utilizam a frequência de rádio para captura de dados.

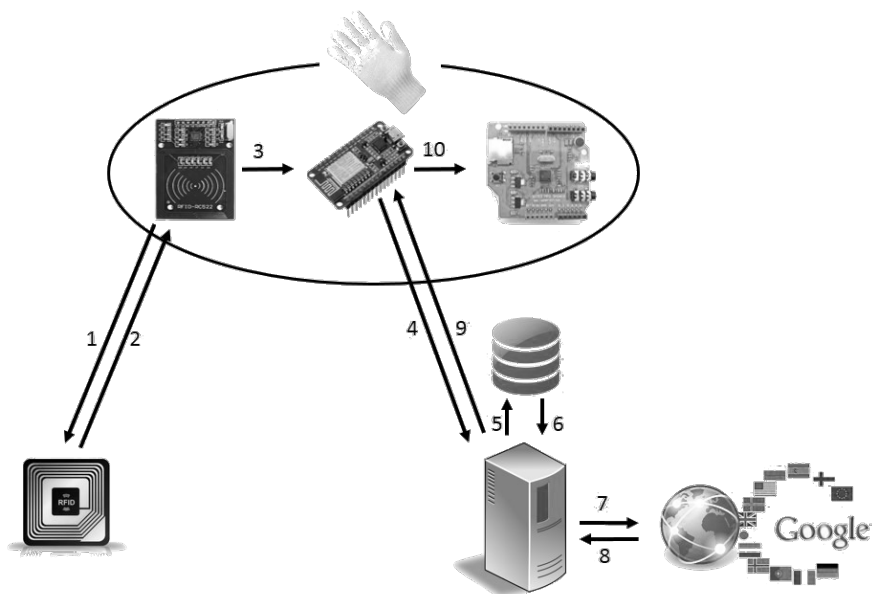
marcação/sinalização dos produtos no ambiente. O mesmo utilizou um protocolo de comunicação para enviar as informações coletadas a um servidor, que por sua vez consulta a base de dados do ambiente (supermercado) recuperando nome e preço do item. Após sintetização, um áudio é enviado via streaming de dados para o dispositivo que reproduz a informação para o deficiente visual.

## 2.2 Construção Do Protótipo Embarcado

Para implementação do modelo foram construídos um dispositivo vestível através do uso de um microcontrolador, sensores de RFID e reproduzidor de áudio. Uma aplicação JavaScript utilizando um ambiente de execução server-side permite solicitar por rede a conversão de texto em áudio (*Speech-To-Text*), fazendo uso da API (Application Programming Interface que em português significa: Interface de Programação de Aplicativos) Google Translate, finalizando com o envio deste áudio via streaming para o dispositivo vestível. Através dessa aplicação foi também possível efetuar a conexão com o banco de dados do ambiente e adequar a resposta áudio às requisições do dispositivo. O protótipo desenvolvido é apresentado nas Figuras 01 e 02.



**Figura 01**  
Protótipo construído



**Figura 02**  
Arquitetura construída a partir do modelo proposto

As etapas do funcionamento da arquitetura se baseiam em: (1) Indica o leitor MFRC-522 responsável pela leitura da etiqueta RFID; (2) A etiqueta possui capacidade de armazenamento de 1KB (Kilo Byte), nela é armazenado o número do código de barras do produto; (3) O código obtido da etiqueta é enviado ao microcontrolador NODENMCU; (4) Através de comunicação sem fio, o Microcontrolador realiza o envio do código para o servidor; (5) O servidor recebe o código e realiza busca no banco de dados através da Linguagem SQL; (6) O banco de dados retorna para o servidor informações sobre o produto em questão em formato textual; (7) Com o resultado da busca o servidor irá acessar a rede externa (Internet) e utilizar o serviço TTS (Text to Speech) do Google para a conversão do texto em voz; (8) O Servidor recebe streaming de áudio e redireciona ao Microcontrolador; (9) O Microcontrolador recebe o streaming de áudio e o encaminha para a placa de áudio; (10) Por fim, ao receber o streaming a placa de áudio faz a reprodução, finalizando o ciclo de consulta e retornando ao estado inicial de leitura do ambiente. Este ciclo é, em condições normais de funcionamento da rede, realizado de forma quase instantânea e em tempo real na percepção do usuário.

## 2.3 Estudo de caso

Uma etapa fundamental desta pesquisa foi a validação do sistema, através da realização de testes práticos de utilização. Para tal, a partir de parceria firmada com a Associação dos Deficientes Visuais e Amigos do Sudeste do Pará (ADVASP), foram selecionados cinco associados que manifestaram interesse e disponibilidade em participar dos testes práticos da pesquisa, todos cegos, cujo a perda da visão ocorreu em diferentes etapas de suas vidas. A fim de simular o comportamento de pessoas na condição de cegueira adquirida recentemente criou-se um segundo grupo de participantes, videntes que foram vendados antes da realização dos testes, em número igual ao de participantes do primeiro grupo.

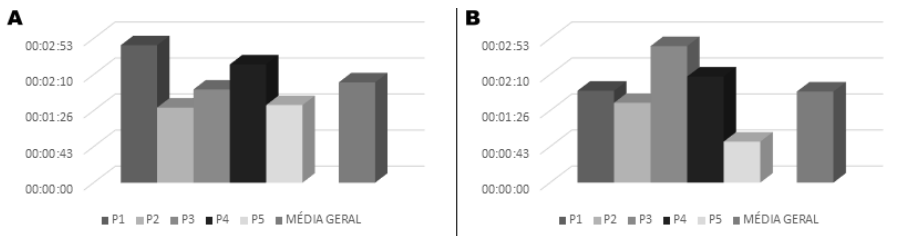
Em seguida, definiu-se pela realização em um supermercado, por ser comum ao cotidiano das pessoas já que consiste principalmente na venda de alimentos. Durante realização dos testes, foi escolhida a estante na qual ficam localizados os biscoitos, tal escolha se deveu pela similaridade desses produtos, pois em geral possuem o mesmo formato, tamanho e peso.

As etiquetas RFID (*tag*) foram posicionadas juntamente às etiquetas impressas que estão na estante e por cima destas foram colocadas um ponto com resina para se identificar que ali há uma tag que pode ser lida pelo protótipo. Para a realização dos testes, o ambiente foi preparado com a retirada de obstáculos entre as etiquetas, possibilitando que o participante percorresse pelas tags com sua mão sem dificuldades.

Um último ponto a ser observado foi percebido ainda no início do desenvolvimento do sistema durante testes em laboratório, que evidenciaram o fato de que a tecnologia de RFID é propensa a interferências em estantes metálicas. Desse modo, para a eliminação da interferência mencionada foi imprescindível a adaptação de material isolante junto às etiquetas.

## 3. RESULTADOS

Durante a realização dos testes foram avaliados aspectos quantitativos, como tempo e assertividade, e qualitativos, como o grau de satisfação na utilização do sistema e a forma como as pessoas com deficiência visual realizam compras em seu cotidiano. A figura 03 apresenta os gráficos coma média de tempo que cada participante levou para concluir o teste.



**Figura 03**

Gráfico do tempo médio de realização da busca por cada participante de cada grupo. Lado A, grupo com deficientes. Lado B, grupo de pessoas vendadas.

Ao todo foram realizadas buscas de 40 itens, com apenas 3 erros de identificação. A maioria dos participantes obteve 100% de acerto, sendo o pior resultado registrado com 75% de acertos. A observação e o diálogo entre avaliador e os participantes revelaram que todos os erros foram gerados pela ansiedade do participante em dar a resposta antes da reprodução completa do áudio com a descrição do produto, tendo sido identificados produtos similares, do mesmo fabricante, mas com sabores diferentes.

Observa-se, também, que não houve diferença significativa entre os resultados dos dois grupos e que a média geral de acertos foi de 92,5%.

Através de uma análise estatística utilizando o teste t de Student <sup>2</sup> com uma significância de 0,05 (95% de certeza) em relação ao tempo de realização, podemos dizer que estatisticamente não há diferença significativa entre os grupos.

A opinião dos participantes acerca da experiência de utilização do sistema foi coletada através do questionário de avaliação social e usabilidade demonstrando que apesar de o dispositivo embarcado tratar-se de um protótipo, em sua totalidade, os participantes consideraram a experiência de uso como excelente ou boa. Evidenciando, dessa forma, que a utilização do sistema pode ser considerada eficaz.

A aplicação do questionário de avaliação social e usabilidade, a partir dos dados apresentados, também revelou que os deficientes, na sua maioria, apenas realizam compras quando acompanhados, ou simplesmente não realizam compras. Questão que implica diretamente na dificuldade que é para a pessoa com deficiência realizar compras no cotidiano.

Outro ponto importante a ser destacado refere-se ao desempenho dos participantes na realização das atividades propostas. Assim, observou-se que durante a execução do estudo o desempenho dos participantes melhorava à medida

2 Teste T de Student é um teste de hipótese que usa conceitos estatísticos para rejeitar ou não uma hipótese nula quando a estatística de teste (t) segue uma distribuição t de Student

que iam realizando as atividades de busca. Com isso, entende-se que após as primeiras buscas os participantes começaram a desenvolver um “mapa mental” da localização dos produtos e assim “saltavam” algumas etiquetas a fim de economizar tempo durante a procura pelo item solicitado.

Este resultado, apesar de não esperado, mostrou-se relevante e positivo, pois agregou ao sistema a capacidade de auxiliar o deficiente visual na memorização e reconhecimento do ambiente.

#### 4. CONCLUSÕES

Dentre as contribuições deste trabalho, têm-se a melhora na autonomia do deficiente visual no ato de fazer compras, tendo em vista que isto se dá sem o auxílio de terceiros. Contudo, ainda existem dificuldades observadas que devem ser atendidas para melhor usabilidade da arquitetura, principalmente a remoção de itens pendurados e qualquer outro tipo de obstáculos que representem uma dificuldade no uso do equipamento.

Avalia-se ainda que o sistema desenvolvido se mostrou suficientemente robusto para implantação em larga escala, sendo possível sua adaptação para diversas finalidades em diferentes setores do comércio, como lojas de roupas, livrarias, farmácias, entre outros. Vislumbra-se assim a aplicação dessa tecnologia em conjunto com conceitos como o de casas inteligentes (Smart House) para assimilação de ambientes.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HERSH, Marion A., & JOHNSON, Michael A. **Assistive Technology for Visually Impaired and Blind People**. Londres: Springer, 2008.

WHO. World Health Organisation. **World report on vision**. In World health Organisation. v. 214, pg. 180-235, Geneva, 2019. Retriev from <https://www.who.int/publications-detail/world-report-on-vision>

Falchetti, C., Ponchio, M. C., Lúcia, N., & Botelho, P. Understanding the vulnerability of blind consumers: adaptation in the marketplace, personal traits and coping strategies. 1376 (Jenerio), (2016).

Yuan, C. W., Hanrahan, B. V., Lee, S., Rosson, M. B., & Carroll, J. M. (2019). Constructing a holistic view of shopping with people with visual impairment: a participatory design approach. *Universal Access in the Information Society*, 18(1), 127–140.



# Desenvolvimento de coleção de moda inclusiva com o Método *Co-Wear* e a Linguagem Tátil das Cores *See Color*

Brogin, Bruna <sup>1</sup>; Fernandes, Raquel dos Santos<sup>2</sup>; Marchi, Sandra Regina<sup>3</sup>

1 – Professora de Design de Moda, Unicesumar, brunabrogin@gmail.com

2 – Professora de Engenharia Elétrica, Unifacear, raquel\_sfernandes@hotmail.com

3 – Pós-doutoranda do Departamento de Design, UFPR, marchi.sandra@gmail.com

\* - Correspondência: Rua Urbano Lopes, 402, Cristo Rei, Curitiba, Paraná, Brasil, 80050-520.

## RESUMO

A Secretaria Especial da Pessoa com Deficiência de Curitiba – PR promoveu o desfile de moda 3º Boqueirão Fashion Day. O evento é anual e convida estilistas para apresentarem suas criações. Em 2019 as autoras propuseram uma coleção para pessoas com deficiência visual, física e intelectual que foi desenvolvida a partir do Método *Co-Wear* e usando a Linguagem Tátil das Cores *See Color*. Cinco looks inclusivos foram bem avaliados pelos modelos e desfilados no evento.

**Palavras-chave:** *Moda inclusiva, Co-Wear, See Color.*

## ABSTRACT

*The Special Secretariat for People with Disabilities in Curitiba - PR promoted the 3rd Boqueirão Fashion Day fashion show. The event is an annual event and invites stylists to present their creations. In 2019, the authors proposed a collection for people with visual, physical and intellectual disabilities that was developed using the Co-Wear Method and using the See Color Tactile Color Code. Five inclusive looks were well evaluated by the models and paraded at the event.*

**Keywords:** *Inclusive Fashion, Co-Wear, See Color.*

## 1. INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Curitiba possui 661.832 pessoas com deficiência segundo a Secretaria de Assuntos Metropolitanos (CURITIBA, 2015), o que

corresponde a 20,5% da população desta região, tendo destaque a quantidade de pessoas com deficiência visual, e pessoas entre 30 e 59 anos. Essas pessoas são auxiliadas pela Secretaria Especial da Pessoa com Deficiência (SEPCD) em relação ao amparo a assuntos de ordem pública, como: acesso ao transporte, atendimento psicossocial, serviços de Libras, apoio a empregabilidade, orientação jurídica, entre outros (CURITIBA, 2020).

A Secretaria de Turismo de Curitiba promove anualmente um dia de palestras e desfiles no bairro Boqueirão, conhecido espaço de comercialização de tecidos e serviços ligados à área têxtil. Este dia de eventos é conhecido como Boqueirão Fashion Day. A SEPCD entrou como parceira do evento em 2019 a fim de promover um desfile inclusivo, para atrair pessoas com deficiência a participarem do evento e se envolverem no mundo da moda.

A estilista Bruna Brogin e Raquel dos Santos Fernandes foram convidadas a participar do evento desenvolvendo uma coleção inclusiva. Ambas as pesquisadoras já atuavam na área. A primeira é autora do método Co-Wear: Método de Cocriação de Moda Funcional (BROGIN, 2019), a segunda pesquisa a área de *wearables* para pessoas com deficiência física, inserindo a nanotecnologia nos vestuários a fim de captar respostas corpóreas que auxiliem os cuidadores em suas atividades.

Em reunião com a SEPCD ficou definido que a coleção inclusiva atenderia duas pessoas com deficiência física, sendo uma cadeirante e uma com amputação, duas pessoas com deficiência visual, sendo uma cega e uma com baixa visão, e uma pessoa com deficiência intelectual (Síndrome de Down), sendo os modelos indicados pela SEPCD.

A partir da problemática de transformar um desfile de moda em um evento inclusivo, as pesquisadoras traçaram o seguinte objetivo: Desenvolver uma coleção de moda funcional e inclusiva com a temática Curitiba para pessoas com diferentes deficiências, e apresentar a coleção no desfile do 3ª Boqueirão Fashion Day 2019.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Silva e Menezes (2005) esta pesquisa tem Natureza Aplicada, ou seja, os conhecimentos são aplicados de maneira prática com sujeitos reais. A forma de abordagem é qualitativa, sendo a dinâmica entre o mundo objetivo e a subjetividade dos sujeitos não cabe nos números, mas sim nas interpretações dos fenômenos. O objetivo desta pesquisa é descritivo, pois descreve um fenômeno, desenvolvimento de moda inclusiva, e uma população, pessoas com deficiência, traçando relações entre eles. Os procedimentos técnicos são a pesquisa bibliográfica de material já publicado, e um quase-experimento, que é a aplicação do Co-Wear

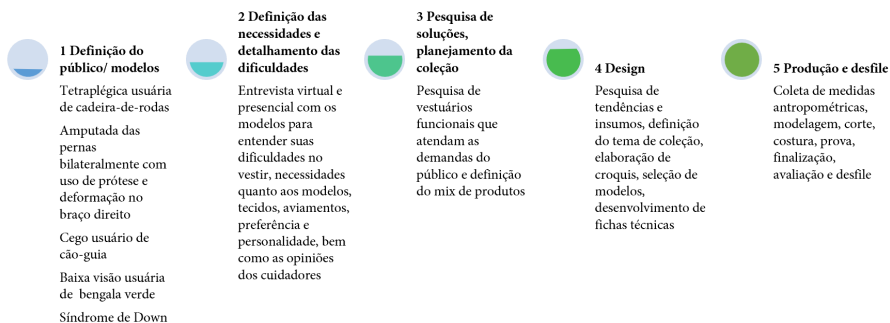
para o desenvolvimento da coleção de moda inclusiva para um grupo de cinco pessoas com diferentes deficiências.

Quanto aos materiais usados por esta pesquisa estão o Kit de Aplicação do Co-Wear e o Kit Pedagógico See Color. O primeiro é composto por uma série de ferramentas que guiam o desenvolvimento da atividade projetual do design de moda, é composto de questionários, amostra de tecidos e aviamentos, ferramentas de desenho e medição, entre outros. O Kit See Color é composto de um material que ensina o usuário a interpretar a linguagem e identificar as cores, moldes vazados para gravação das cores nas peças de roupa, adesivos com o código, ente outros (figura 01).



**Figura 01**  
Kit See Color. Fonte: Marchi, Brogin, Okimoto, 2020, p.7.

As etapas para o desenvolvimento desta pesquisa seguem na figura 02.



**Figura 02**  
Etapas para o desenvolvimento da pesquisa.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

Tendo em vista a necessidade de resolver demandas do vestir de pessoas com deficiência, designers de moda lançam mão da Tecnologia Assistiva. Ela é definida como “Qualquer item, equipamento ou sistema de produto, seja adquirido comercialmente, modificado ou personalizado, usado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais de pessoas com deficiência.” (UNITED STATES, 1998, tradução nossa). Na moda se traduz em produzir roupas que promovam segurança, saúde, autonomia, independência e qualidade de vida para pessoas com deficiência e seus cuidadores.

As tecnologias Assistivas podem ser produtos ou soluções voltadas ao vestuário, e para Gupta (2011) vestuários funcionais são definidos como vestuários ou modelagens especificamente construídas para entregar uma performance pré-definida ou funcionalidade ao usuário, para além das suas funções básicas de cobertura do corpo, proteção e estética.

Segundo São Paulo (2012) no “modelo de negócio” de moda para pessoas com limitações as adaptações nos vestuários exigem atenção, como por exemplo: a inserção de aviamentos de fácil manuseio; desenvolvimento de modelagem que facilitem o ato de vestir e despir por meio de aberturas que não demandem amplos movimentos de extensão de braços e pernas; aplicação de tecidos que são benéficos para o corpo, por exemplo, protegendo dos raios ultravioletas, favorecendo a cicatrização de feridas, retirando o suor do corpo.

Nos últimos anos novas empresas têm aderido o desenvolvimento de produtos de moda focados na acessibilidade para pessoas com deficiência, como é o caso de empresas Tommy Hilfiger (2017), que lançou coleções Tommy Adaptive para o público adulto e infantil a partir de 2016. A empresa Target (2017) segue na mesma linha, lançando uma linha de produtos infantis *for all* que em 2019 contava com quase 200 produtos, além de amplo marketing sob o nome de *Cat & Jack Adaptive Clothing*.

No Brasil se destacam algumas empresas deste segmento: Lado B Moda Inclusiva (2020), Aria Moda Inclusiva (2020), Equal Moda Inclusiva (2020) e Adapt Wear Roupas Inclusivas (2020). Todas atuam no segmento de moda casual, com tecidos, aviamentos e modelos pensados para proporcionar acessibilidades, autonomia a este público.

Uma inovação que pode ser aplicada a área é o Co-Wear: Método de Cocriação de Moda Funcional (BROGIN, 2019), método desenvolvido para auxiliar designers de moda no desenvolvimento de coleções funcionais e inclusivas, indagando e deixando que os próprios usuários participem do processo, dando sugestões, validando soluções e avaliando os produtos, para que realmente sejam funcionais, esteticamente belos e promovam a autonomia e qualidade de vida dos usuários.

Outra inovação que pode ser aplicada é a Linguagem Tátil das Cores See Color (MARCHI, 2019), sendo uma solução tátil baseada na Teoria das Cores e no Braille, que possibilita que pessoas com deficiência visual, cegos, com baixa visão e daltônicos, percebam a cor por meio do tato. Cerca de 105 códigos de cores já foram desenvolvidos e podem ser aplicados em diferentes produtos e superfícies, contribuindo com a acessibilidade das cores em artigos do vestuário.

## 4. RESULTADOS

Os modelos que aceitaram participar deste trabalho foram uma jovem tetraplégica usuária de cadeira de rodas acompanhada pela cuidadora, uma modelo com amputação bilateral das pernas e deformidade no braço direito, uma modelo com baixa visão e usuária de bengala verde, um modelo com Síndrome de Down acompanhado pela cuidadora, e um modelo cego, usuário de cão-guia.

Para todos os participantes foi enviada uma pesquisa para ser respondida virtualmente, com questões iniciais que levantaram requisitos de projeto relativos ao modelo das peças, tamanhos, tecidos, aviamentos, facilidade de vestir e desvestir a roupa, posição para se vestir, informações importantes nos vestuários e como obtê-los, entre outros.

Após a entrevista virtual foi feita uma reunião presencial com os participantes, onde foram coletadas algumas medidas corporais, foram checadas informações referentes ao questionário, foi ensinada a Linguagem Tátil das Cores See Color para os participantes, a fim de que todos pudessem usufruir da tecnologia presente nas peças, e os participantes foram indagados sobre quais peças do vestuário gostariam de usar no desfile, a fim de tentar conciliar gostos pessoais, requisitos estilísticos, funcionais e de moda.

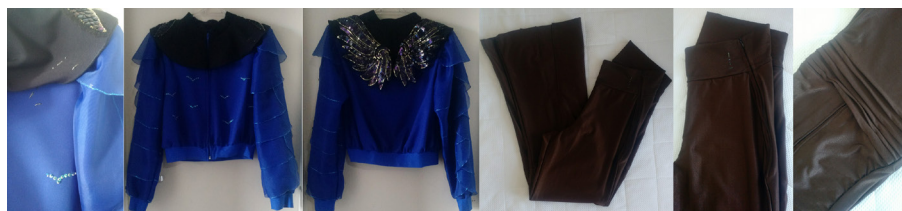
A partir da conversa das estilistas e das informações recebidas dos participantes definiu-se sobre o desenvolvimento de uma calça com casaco para modelos cadeirantes, uma saia e uma blusa para a modelo amputada, uma saia e uma blusa para a modelo com baixa visão, uma calça e uma blusa no estilo mais confortável para o modelo com Síndrome de Down, e um conjunto social para o modelo cego, com uma roupa para o **cão-guia**.

Na etapa de Design foram pesquisadas tendências internacionais de moda para outono/ inverno 2019 e gerado um painel de tendências, apresentando como referências muitos babados, mangas e calças com aberturas amplas, como boca de sino, decotes em “V”, transpasses, cintura alta e comprimento midi para saias. Para moda masculina coleções mais confortáveis apresentaram o moletom em modelos de calça jogger e peças mais formais masculinas em brim e sarja.

A cidade de Curitiba foi eleita como tema da coleção, imagens de seus principais pontos turísticos e referências formaram um painel de tema de coleção. Foi realizada uma pesquisa de tecidos e aviamentos no bairro Boqueirão, em Curitiba, a fim de selecionar os tecidos que iriam fazer parte da coleção. A Inova Têxtil e a ACR Malhas e Tecidos deram para as estilistas os tecidos e aviamentos que iriam ser usados na coleção: moletom, moletinho, lycra, oxfordine, sarja, poliviscose, ribana, tricoline, Neoprene. Os aviamentos utilizados foram, linhas de costura, elástico, zíper, fita de cetim, missangas, tinta de tecido para estampar, papel termocolante, velcro.

Na sequência foram realizados os croquis ilustrativos da coleção com a finalidade de apresentar aos modelos as peças que iriam ser desenvolvidas e validar os requisitos de acessibilidade, e os desenhos técnicos, a fim de auxiliar as estilistas na modelagem e confecção das peças.

Na etapa de Produção e Desfile as estilistas modelaram, cortaram e costuraram as peças. A figura 3 apresenta detalhes das peças desenvolvidas a fim de ajudar a explicar as funcionalidades e questões estéticas.



Código azul e preto See Color, bordado em relevo de "gralha azul"

Casaco frente com bordado e detalhes em crepe com glitter nas mangas

Casaco costas com aplicação de assas em paetê

Calça marrom de tecido com elástico, costuras reforçadas

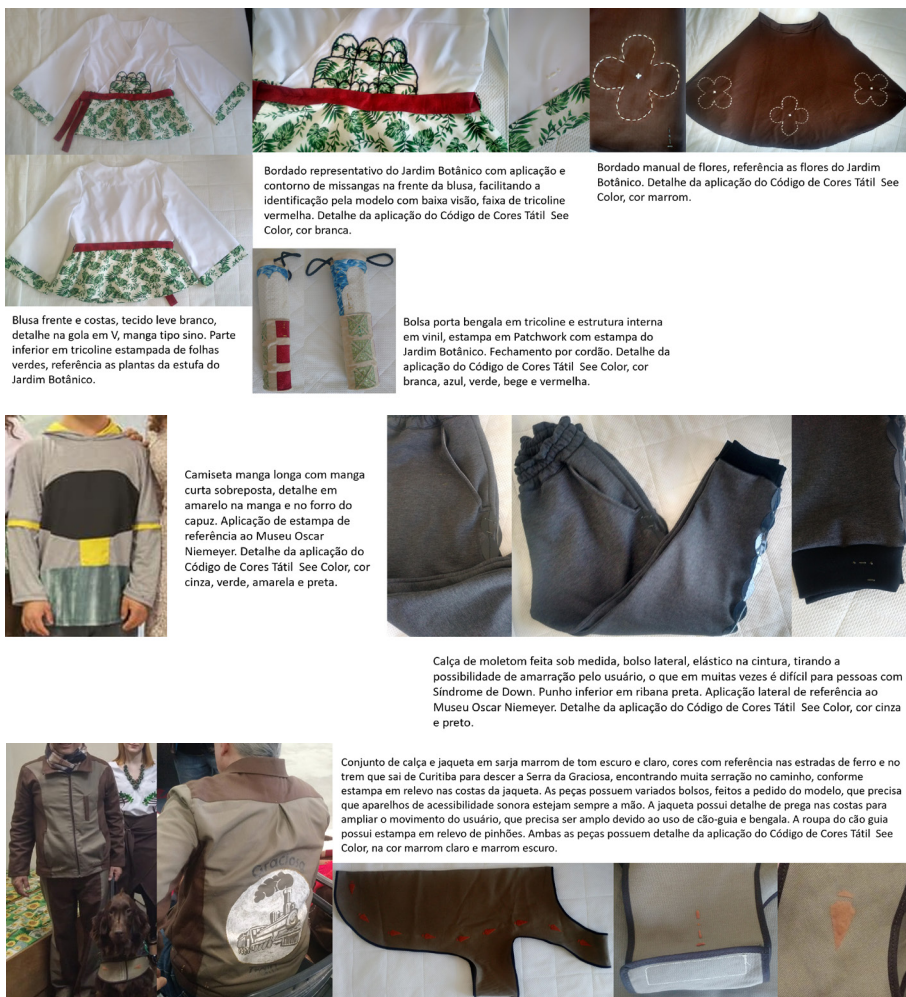
Cós bem alto nas costas para acomodar o corpo sentado e código marrom See Color

Detalhe no joelho frente, e recorte no joelho costas retirando excesso de tecido



Blusa frente e costas, tecido leve branco, detalhe na gola em V, mangas em tamanhos diferentes, seguindo o tamanho dos braços da modelo, estampa de petit pavê de pinhões, referencia da cidade de Curitiba, aplicação de detalhe de crochê em verde nas mangas, antes da abertura. Estampa de Araucárias em cetim em relevo na frente da blusa, bordado de "gralha azul" com paetê e missangas.

Saia frente com zíper lateral e detalhe decorativo com amarração no cós. Detalhe com aplicação do Código de Cores Tátil See Color, cor marrom.



Bordado representativo do Jardim Botânico com aplicação e contorno de missangas na frente da blusa, facilitando a identificação pelo modelo com baixa visão, faixa de tricoline vermelha. Detalhe da aplicação do Código de Cores Tátil See Color, cor branca.

Bordado manual de flores, referência as flores do Jardim Botânico. Detalhe da aplicação do Código de Cores Tátil See Color, cor marrom.

Blusa frente e costas, tecido leve branco, detalhe na gola em V, manga tipo sino. Parte inferior em tricoline estampada de folhas verdes, referência as plantas da estufa do Jardim Botânico.

Bolsa porta bengala em tricoline e estrutura interna em vinil, estampa em Patchwork com estampa do Jardim Botânico. Fechamento por cordão. Detalhe da aplicação do Código de Cores Tátil See Color, cor branca, azul, verde, bege e vermelha.

Camiseta manga longa com manga curta sobreposta, detalhe em amarelo na manga e no forro do capuz. Aplicação de estampa de referência ao Museu Oscar Niemeyer. Detalhe da aplicação do Código de Cores Tátil See Color, cor cinza, verde, amarela e preta.

Calça de moletom feita sob medida, bolso lateral, elástico na cintura, tirando a possibilidade de amarração pelo usuário, o que em muitas vezes é difícil para pessoas com Síndrome de Down. Punho inferior em ribana preta. Aplicação lateral de referência ao Museu Oscar Niemeyer. Detalhe da aplicação do Código de Cores Tátil See Color, cor cinza e preto.

Conjunto de calça e jaqueta em sarja marrom de tom escuro e claro, cores com referência nas estradas de ferro e no trem que sai de Curitiba para descer a Serra da Graciosa, encontrando muita serração no caminho, conforme estampa em relevo nas costas da jaqueta. As peças possuem variados bolsos, feitos a pedido do modelo, que precisa que aparelhos de acessibilidade sonora estejam sempre a mão. A jaqueta possui detalhe de prega nas costas para ampliar o movimento do usuário, que precisa ser amplo devido ao uso de cão-guia e bengala. A roupa do cão guia possui estampa em relevo de pinhões. Ambas as peças possuem detalhe da aplicação do Código de Cores Tátil See Color, na cor marrom claro e marrom escuro.

**Figura 03**

Detalhes das peças desenvolvidas para coleção Curitiba.

Antes do desfile todos os modelos experimentaram as peças, pequenos ajustes necessários foram realizados. Todos os modelos gostaram dos tecidos, do modelo das peças, das estampas e bordados, da facilidade de colocar e tirar as peças, do conforto e do estilo. Antes do desfile os modelos foram convidados a ir ao espaço do mesmo, a rua da cidadania do Boqueirão em Curitiba, a fim de fazer ajustes no percurso e verificar a acessibilidade para as demandas de cada modelo. A pista consistia em uma faixa reta, dois lances de rampas em zigue-zague, outra faixa reta e a repetição deste percurso para a volta.

A modelo usuária de cadeira de rodas, o modelo com Síndrome de Down e a modelo com baixa visão fizeram o percurso sem ajustes. O modelo usuário de cão guia precisou treinar o cão com antecedência para fazer o percurso com atenção, visto que as luzes, o som alto e o excesso de pessoas o assustaram. A modelo com prótese nas pernas preferiu trocar as rampas pela escada, a fim de ter firmeza no andar, visto que subir e frear na descida em um percurso longo, cerca de 200 metros, poderia ser cansativo tendo em vista, também, o nervosismo do momento e fatores externos, como cinegrafistas e fotógrafos cruzando a passarela e acompanhando os modelos.

## 5. CONCLUSÕES

A partir do objetivo proposto e do trabalho apresentado conclui-se que foi desenvolvida uma coleção de moda funcional e inclusiva com a temática Curitiba para pessoas com deficiência física, visual e intelectual por meio do Método Co-Wear, e culminando na apresentação de um desfile no 3º Boqueirão Fashion Day, em 17 de julho de 2019 na Rua da Cidadania do Boqueirão, em Curitiba.

As demandas de projeto foram coletadas por meio de questionários e conversas com os modelos com deficiência, foi realizada uma pesquisa de mercado que levantou soluções já existentes em peças do vestuário para acessibilidade, indicando soluções em modelagens, aviamentos e inserção de Linguagem Tátil das Cores See Color, que possibilitou que pessoas com deficiência visual tivessem acesso as cores dos vestuários.

Além das pesquisas de soluções funcionais foi realizada uma pesquisa de tendências, que contribuiu para que a coleção tivesse requisitos estéticos de moda, fortalecendo a auto imagem do público com deficiência e fazendo com que se sentissem incluídos na moda. Foram usados insumos, tecidos e aviamentos, recebidos de lojas de moda parceiras, que refletiam o tema da coleção, chamada Curitiba. Os looks desenhados sob a temática refletiam as belezas da capital paranaense: o Jardim Botânico, o Museu Oscar Niemeyer, a gralha azul, os pinhões, o trem que passa pela Serra da Graciosa.

Os desenhos dos looks foram aprovados pelos participantes, medidas antropométricas foram coletadas, os vestuários foram modelados, cortados, costurados e experimentados nos modelos. As principais acessibilidades presentes nas peças foram: Cós de calça alto para pessoa cadeirante, reforço de costuras, tecidos com elastano e leves, peças seguindo a assimetria corporal para pessoas com amputação, roupas sob medida para pessoa com Síndrome de Down, inserção de estampas com relevo e código tátil de cores para pessoas cegas e com baixa visão sentirem e compreenderem as peças com maior autonomia, desenvolvimento de peças para cão-guia e bolsa para bengala.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAPT Wear Roupas Inclusivas. 2020. Disponível em <<https://www.adaptwear.com.br/>>. Acesso em 19 de maio de 2020.

ARIA Moda Inclusiva. 2020. Disponível em <<https://ariamodainclusiva.com.br/>>. Acesso em 19 de maio de 2020.

BROGIN, Bruna. Método de Design para cocriação de moda funcional para pessoas com deficiência. **Tese**. Programa de Pós Graduação em Design de Universidade Federal do Paraná. 2019.

CURITIBA. Secretaria Especial da Pessoa com Deficiência. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.curitiba.pr.gov.br/>>. Acesso em 19 de maio de 2020.

CURITIBA. Publicado em 19 de junho de 2015. Disponível em: <<https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/estudo-de-populacao-com-deficiencia-ajuda-a-definir-politicas-de-inclusao-na-rc/36760>>. Acesso em 19 de maio de 2020.

EQUAL Moda Inclusiva. 2020 Disponível em < <https://equalmodainclusiva.com.br/>>. Acesso em 19 de maio de 2020.

GUPTA, D. Functional Clonthing – Definition and Classification. **Indian Journal of Fiber and Textile Research**, Índia, v.36, p.321-326, 2011, Dez.

LADO B Moda Inclusiva. 2020. Disponível em < <http://ladobmodainclusiva.com.br/>>. Acesso em 19 de maio de 2020.

MARCHI, Sandra. Design Universal de Código de Cores Tátil: Contribuição de Acessibilidade para Pessoas com deficiência Visual. **Tese**. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. 2019.

MARCHI, Sandra; BROGIN, Bruna; OKIMOTO, Maria Lucia. Aplicação do Kit Pedagógico do Código Tátil See Color como Ferramenta Inclusiva em Turmas de Ensino Fundamental. **Anais...** 3ª Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva. Caxias do Sul. 2020.

SÃO PAULO. Secretaria dos Direitos das Pessoas com Deficiência de São Paulo. **Moda Inclusiva**. 2012.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4.ed. rev. atu. Florianópolis: UFSC, 2005.

TARGET. **Target Kid's Adaptive Clothing**. 2017. Disponível em: < <https://www.target.com/c/kids-adaptive-clothing/-/N-11aue>>. Acesso em 19 de maio de 2020.

UNITED STATES. **Public Law 108-364**. Assistive Technology Act, 1998, 29 U.S.C. § 3001. Disponível em: < <https://www.ataporg.org/ATActSummary>>. Acesso em: 17 jan. 2019.

TOMMY HILFIGER. **Tommy Adaptive**. 2017. Disponível em: < <https://usa.tommy.com/en/tommy-adaptive>>. Acesso em 19 de maio de 2020.

# Museu e recursos táteis para pessoas cegas: acessibilização da Sala Aldemir Martins no Museu de Arte da UFC (MAUC)

**Vieira, Roberto Cesar Cavalcante<sup>1</sup>; Araújo, Vera Lúcia Santiago<sup>2</sup>; Abud, Janaina Vieira Taillade<sup>3</sup>; Oliveira, Georgia Tath Lima de<sup>4</sup>; Rocha, Saulo Moreno<sup>5</sup>; Siqueira, Graciele Karine<sup>6</sup>; Campos, Maria Carlizeth da Silva<sup>7</sup>**

1 – Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Design (DAUD)/Oficina Digital, UFC, robertovieira@daud.ufc.br

2 – Programa de Pós-Graduação em Linguística Aplicada (PosLA)/LATAV/LEAD, UECE, vera.santiago@uece.br

3 – Doutoranda PosLIN/UFGM/LEAD/LATAV, janataillade@gmail.com

4 – Mestre em Linguística Aplicada/Mestranda PPGE/UECE/LEAD/LATAV, georgia.tath@aluno.uece.br

5 – Museu de Arte da UFC (Mauc), smr.museologo@ufc.br

6 – Museu de Arte da UFC (Mauc), graciele@ufc.br

7 – Museu de Arte da UFC (Mauc), carlizethcampos@gmail.com

\* - Correspondência: MAUC - Avenida da Universidade, 2890, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60020-181.

## RESUMO

A acessibilidade de obras de arte é um campo acadêmico e profissional ainda pouco explorado. Assim, este projeto objetivou acessibilizar o acervo do pintor Aldemir Martins, pertencente ao Museu de Arte da Universidade Federal do Ceará (Mauc). As estratégias utilizadas foram a audiodescrição da obra do artista e sua representação tátil. Como metodologia, elaborou-se, coletivamente e com consultoria, a AD de uma obra e sua respectiva peça tátil. Em uma pesquisa-ação, o roteiro foi discutido, permitindo a construção de critérios para audiodescrever arte. Os resultados lançam as bases para futuras exposições artísticas acessíveis e abrem a porta para novas pesquisas.

**Palavras-chave:** *Pintura Tátil, Rastreamento de Toque, Audiodescrição.*

## ABSTRACT

*Accessibility of art works is a still little explored field, both academically and professionally. Thus, this project aimed at making accessible the collection of painter Aldemir Martins, belonging to the Art Museum of the Federal University of Ceará (Mauc). The strategies used were audio description of the artist's work and its tactile representation. As to the Methodology, the project prepared tactile paintings and ADs, collectively and with consultants. In an action research, the script was discussed, allowing construction of criteria to audio-describe art. The results lay the foundations for future accessible artistic exhibitions and open the door for new research.*

**Keywords:** *Tactile Painting, Tracking, Audio description.*

## 1. INTRODUÇÃO

O Museu de Arte da Universidade Federal do Ceará (Mauc/UFC), órgão suplementar vinculado ao Gabinete do Reitor, possui uma sala dedicada ao pintor cearense Aldemir Martins. Essa sala integra o circuito expositivo de longa duração do Mauc e conta com 22 obras disponíveis ao acesso do público, entre pinturas acrílicas, desenhos e gravuras doadas à instituição pelo próprio artista em 1979. No escopo do projeto Tecnologia Assistiva da UFC, a Oficina Digital do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Design (DAUD) e o Mauc, em parceria com o grupo Legendagem e Audiodescrição (LEAD) da Universidade Estadual do Ceará (UECE), irão acessibilizar às pessoas com deficiência visual (PcDVs) o acervo disponível na sala por meio de audiodescrição (AD), pinturas materializadas (táteis) e rastreamento tátil.

A AD de uma obra de arte é a tradução em palavras dessa obra e, sobre esse tema, existem poucas publicações. As primeiras foram realizadas na Europa por De Coster e Mühleis (2007) e Holland (2009). De Coster e Mühleis (2007) são pesquisadores e museólogos que pesquisaram sobre acessibilidade em museus na Bélgica. Com base nessa pesquisa, elencaram quais seriam as características da AD para uma obra de arte. Para os autores, a AD deveria dialogar com os elementos sensoriais da obra, os quais nomeiam de intensidade visual. As sensações táteis deveriam ser privilegiadas para que o visitante PcDV sentisse que estava tocando a obra. A AD, então, funcionaria não só como tradução da linguagem visual para a verbal, mas como uma forma de interação entre imagem e sensação tátil a ser colocada em palavras. Outra menção à importância do toque para a fruição da arte para PcDVs foi vista em Mayer (2018). Para a autora, o toque nos objetos da exposição “Desvio para o Vermelho: Impregnação, Entorno, Desvio”, de Cildo

Meireles, em Inhotim, possibilitou às PcDVs várias experiências relacionadas ao vermelho. Algumas de incômodo, outras de opressão e uma de violência.

Já Holland (2009) propõe que a AD vá além das descrições das características físicas da obra, em que as partes são contempladas, mas o todo (a arte) fica de fora. A AD deve ter como objetivo chegar ao coração de uma obra de arte e criar uma experiência dessa obra, trazendo-a à vida. Sua principal função seria permitir que o espectador construa uma relação com a obra. Os autores reconhecem a importância do tato para as PcDVs, mas ressaltam também a possibilidade de o acesso acontecer, no caso daquelas peças que não podem ser tocadas, pela AD, com uma linguagem que privilegie a sensação tátil. Embora estejamos de acordo com os autores, eles não forneceram instruções para os aprendizes sobre como audiodescrever, analisar ou revisar uma AD de obras de arte visuais.

Por essa razão, utilizamos o mapa de linguagem visual de O'Toole (2011), que trabalhou com leitura, descrição e análise de imagens para videntes, para audiodescrever uma obra de arte. Os modelos propostos pelo autor ajudam a guiar o olhar do audiodescritor, preparando-o para a priorização de informações visuais na AD de obras de arte. Nossa proposta envolve o acesso tátil com a criação de pinturas materializadas para cada uma das obras, harmonizadas com a AD e o rastreamento tátil, no qual a PcDV ouve a AD completa e, em seguida, com um adesivo reflexivo no dedo, pode percorrer com a mão a superfície da peça materializada.

Este texto visa detalhar essa proposta. Além desta introdução, o trabalho conta com mais 4 seções: a segunda contextualiza a obra de Aldemir Martins; a terceira aborda a metodologia; a quarta apresenta os resultados; e a quinta, as conclusões.

## **2. A PINTURA DE ALDEMIR MARTINS**

Buscar acessibilizar as obras de Aldemir Martins às PcDVs é adentrar o universo do pintor, desenhista, ilustrador e gravador cearense, assim como buscar parâmetros adequados para que as ADs reflitam a riqueza e a complexidade de sua obra, proporcionando uma imersão estética e poética nos horizontes materiais e espirituais de sua produção (SANTOS, 2015).

Aldemir Martins nasceu em 8 de novembro de 1922, em Ingazeiras, distrito de Aurora, Vale do Cariri cearense, região conhecida pela riqueza de suas expressões culturais e patrimônios. Foi membro ativo da geração de artistas e intelectuais modernistas e responsável pela renovação nas artes cearenses (FIRMEZA, 1983), contribuindo com a constituição do campo artístico local. Em 1945, mudou-se para o Rio de Janeiro e, um ano depois, para São Paulo, onde se integrou ao circuito artístico nacional e internacional, atuando em jornais, museus e expondo

em inúmeras mostras, obtendo reconhecimento e inúmeras premiações (TARDIN, 2017).

Incentivado por Estrigas, em 1979 Aldemir doou uma coleção de desenhos, gravuras, pinturas e esculturas ao Mauc. Parte das obras era oriunda do Mini-Museu Firmeza e passou a integrar a Sala Aldemir Martins do circuito expositivo de longa duração. Assim, Aldemir nos presentearia com rendeiras, cangaceiros, beatos, jogadores de futebol, personagens da literatura internacional, manifestações populares folclóricas, fauna e flora, retratando a origem do artista e a essência do ambiente nordestino brasileiro.

## 2.1 Construindo o mapa da linguagem visual de Aldemir Martins

Como guia para o olhar sobre a obra de Aldemir Martins, buscamos aporte em O'Toole (2011). O autor traz para a arte as metafunções hallidayanas da linguagem, compreendendo que cada comunicação tem três funções principais, as quais renomeia como: Modal, quando engaja nossa atenção ou interesse; Representacional, quando informa sobre a realidade; e Composicional, quando estrutura tudo isso em uma forma de texto visual coerente.

Como níveis de análise a serem considerados, O'Toole aponta: o trabalho, os episódios, as figuras e os membros. O trabalho se refere à obra inteira. Os episódios são agrupamentos significativos de personagens ou objetos retratados. As figuras são esses personagens ou objetos. Os membros são detalhes menores que cumprem um papel importante no significado.

Dentro desse sistema de análise, O'Toole sugere que se inicie qualquer fala sobre arte pela função Modal. A partir da obra de Aldemir Martins, o *Gato* oferece exemplo de olhar para o espectador. Na função Representacional, O'Toole contempla os elementos representados na pintura, procurando entender as ações dos personagens que traçam possíveis narrativas. Ao audiodescrever, procura-se retratar as figuras centrais e suas possíveis ações. Na função Composicional, o autor volta-se para os arranjos das formas, dentro do espaço pictórico, que contribuam para melhor representar os elementos e torná-los mais dinâmicos na relação com o espectador. Por exemplo, na obra *Gato* as proporções chamam a atenção para a composição.

O'Toole separa as três funções somente para fins de análise, porém, ao longo da explicação de seu modelo, ele ressalta constantemente como cada uma está imbricada nas demais. Essa inter-relação se confirma nas obras de Aldemir Martins, conforme foram contempladas na AD produzida no projeto.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto consiste num estudo descritivo-exploratório de natureza qualitativa. No que diz respeito ao aspecto descritivo, envolveu a elaboração de roteiro de AD e a materialização de um quadro de Aldemir Martins pertencente ao acervo do Mauc. Quanto ao aspecto exploratório, envolveu uma intervenção do tipo pesquisa-ação num curso de formação com toda a equipe de pesquisadores, parceiros e os consultores PcDV em AD.

#### 3.1. Materiais de pesquisa

Os materiais de pesquisa serão os roteiros de AD e as peças táteis, somados aos dados das entrevistas da pesquisa de recepção, a serem realizadas com PcDVs após resolução do comitê de ética. Para este artigo, apresentamos, apenas, os dados da obra *Gato* (1979) (Figura 1).



**Figura 1**  
Quadro Gato (Aldemir Martins, 1979). Fonte: Acervo Mauc.

#### 3.2. Participantes

Participaram do projeto pesquisadores, museólogos, bolsistas e PcDVs que atuaram como consultores.

### 3.3. Procedimentos: elaboração da audiodescrição

Elaboramos o roteiro de AD a partir de discussões com os audiodescritores em formação, tendo este sido submetido aos consultores em AD de obras de arte, também em formação. No Quadro 1 (seção 4 – Resultados), apresentamos a proposta de AD elaborada após essas discussões e consultoria.

#### 3.3.1. Materialização e toque na peça tátil

Os processos de materialização utilizados fazem uso de métodos de fabricação digital. Tais métodos se caracterizam pelo uso de maquinário controlado por computador, tornando o processo mais automatizado e preciso. Neste trabalho, para a construção da peça tátil, foi utilizada uma metodologia de empilhamento de camadas de MDF de 3 mm produzidas em máquina de corte a *laser*, o que pode facilitar a compreensão do toque (Figura 2).



**Figura 2**

Peça tátil do quadro *Gato* (1979) e teste de toque na peça. Fonte: Acervo DAUD.

A fase inicial de planejamento da peça é fundamental. Cada camada representa elementos destacados nos planos da fotografia ou detalhes de um mesmo elemento. Determina-se inicialmente quais são os planos da imagem e quais elementos fazem parte de cada um deles, estabelecendo a importância dos objetos a serem retratados. Em geral, os elementos no primeiro plano podem ser divididos em maior número de camadas, para que suas partes sejam mais bem definidas. Já elementos mais ao fundo podem ser reduzidos a uma única camada com gravações superficiais.

O passo seguinte consta da utilização de *softwares* de vetorização para definição de cada curva de corte. Além dessas curvas, podem ser utilizados padrões de texturas para gravação de detalhes. Por se tratar de um método de empilhamento,

cada camada superior deve possuir uma base que será cortada juntamente com a camada imediatamente inferior.

### 3.3.2. Sistema de rastreamento do toque

Com o objetivo oferecer maior autonomia às PcDVs, foi desenvolvido um sistema de rastreamento com mapeamento das peças táteis para que o sistema execute áudios de áreas exploradas pelo usuário. Esse sistema foi pensado para ser versátil no que diz respeito à troca das peças, fácil de ser fabricado e de código livre. Toda a parte física foi idealizada para ser feita também por meio da fabricação digital, permitindo o compartilhamento do projeto para execução por outras pessoas. A parte física consiste em uma base para fixação das peças táteis no formato A3 e uma haste para fixação de uma *webcam* (Figura 3).



**Figura 3**

Base e haste do sistema de rastreamento do toque. Fonte: Acervo DAUD.

O sistema de rastreamento foi desenvolvido utilizando-se linguagem e ambiente de programação *Processing*, que permite a identificação de pontos e raios de influência em áreas circulares. Para cada peça é possível definir tais pontos em tempo de execução, mapeando áreas de interesse para que áudios sejam executados no momento em que o usuário toca a área mapeada. O ponto a ser rastreado é o de maior brilho captado pela *webcam*, localizada no topo da haste. Para garantir que esse ponto esteja na ponta de um dos dedos do usuário, são utilizados adesivos reflexivos fixados na unha do dedo indicador. Quando o usuário explora a peça tátil, a *webcam* envia imagens ao sistema que as processa e identifica o local onde toca o dedo com adesivo. Se essa área corresponder a uma das mapeadas, é executado o áudio correspondente àquele elemento. Para definir as áreas mapeadas e os áudios, é necessário que as etapas de materialização da peça e AD já tenham sido executadas. A Figura 4 mostra, à esquerda, um exemplo de pontos mapeados e, à direita, o sistema de rastreamento em execução.





**Figura 4**

Áreas definidas para mapeamento e sistema em execução. Fonte: Acervo DAUD.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Proposta de AD para a obra de Aldemir Martins

No Quadro 1, apresentamos uma proposta de AD para a obra *Gato* (1979). Essa proposta foi elaborada pelas facilitadoras do curso e pelos audiodescriptores em formação após as aulas da formação em AD e, em seguida, submetida aos consultores também em formação.

Os critérios para a elaboração de ADs de obras de arte a que chegamos foram:

1. Descrição do todo da imagem às partes, sequência que facilita a compreensão mental da imagem, contextualiza a obra e explicita a perspectiva e os planos;
2. Descrição das cores, relacionando-as, se possível, às formas e aos volumes, bem como às sensações térmicas e às texturas, harmonizando AD e peça tátil;
3. Descrição das formas e linhas, relacionando-as, se possível, às cores e aos volumes;
4. Descrição das ações com detalhamento das figuras de destaque e não destaque;
5. Descrição do enquadramento e da posição das figuras de destaque e não destaque (iluminação, escala e proporção);
6. Descrição de elementos verbais e numéricos (data e assinatura, dimensões, técnica);
7. Tradução da arte, com ênfase no estilo do autor e em suas constantes;
8. Uso de linguagem avaliativa ou escolha de termos que expressem afeto, julgamento, apreciação, modalizações e gradação;
9. Uso de linguagem técnica sobre pintura (critério que representou dúvida a ser respondida);
10. Antes da AD final, visita às obras originais.

Acrílica sobre tela. 100 x 82 cm. A tela vertical apresenta um enorme gato verde de peito branco azulado, sentado sobre as patas traseiras em semi perfil para a esquerda. Sua cauda felpuda, paralela ao seu corpo, está em riste. Ao fundo, na metade de cima, a tela está pintada com cores quentes, amarelo, laranja e vermelho. Na metade de baixo, cores frias, azul claro e azul escuro. O corpo do gato, que ocupa quase todo o quadro, está fora das proporções corporais da sua espécie. O rosto é horizontalmente largo, quase da mesma largura do corpo. Nas extremidades laterais do topo de sua cabeça estão suas pequenas e pontudas orelhas. A direita aponta para cima e a esquerda para o lado. O gato tem enormes olhos amendoados e amarelados, que se estendem na largura do rosto. A íris tem cor azul claro e as pupilas apresentam uma fenda vertical amarela. Abaixo do pequeno focinho rosado em formato triangular, estão as bochechas gordinhas, de onde saem longos e finos bigodes verdes. Seu corpo graúdo indica que o bicho ou é muito gordo ou muito peludo, o que esconde seu pescoço. Na posição em que se encontra, só é possível ver três patas. As dianteiras, em paralelo, e a traseira, à direita. De cada uma delas saem três dedos arredondados e de pontas rosadas. Das extremidades dos dedos, saem finas e compridas unhas brancas. Com semblante tranquilo, o gato olha em direção ao espectador. No canto inferior direito, está a assinatura de Aldemir Martins.

#### **Quadro 1**

Proposta de AD do quadro *Gato* (1979). Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

## **5. CONCLUSÕES**

O objetivo deste projeto foi alcançado, ao proporcionar acessibilidade às PcDVs no âmbito da sala dedicada ao pintor cearense Aldemir Martins, no Mauc. Além da peça tátil, a estratégia discutida neste relato foi a de audiodescrever a peça que compõe o acervo permanente do museu. Este se justificou, principalmente, porque adentrou num campo ainda pouco abordado, tanto nas pesquisas quanto no mercado profissional, que se refere à acessibilidade de obras de arte. Para tanto, adotou como premissa as propostas de De Coster e Mülheis (2007), Holland (2009) e O’Toole (2011) que sugerem as seguintes características para esse tipo de AD: subjetividade, intersensorialidade e ambiguidade.

A metodologia adotada revelou-se adequada por aliar a dimensão descritiva (elaboração do roteiro de AD) à exploratória (discussão entre audiodescretores e consultores em formação). Os resultados se mostraram relevantes, apontando critérios para a elaboração de AD de obras de arte com base nas teorias apresentadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE COSTER, K.; MÜHLEIS, V. Intersensorial translation: visual art made up by words. In: CINTAS, J. D.; ORERO, P.; REMAEL, A. **Media for all**: subtitling for the deaf, audio description, and sign language. Amsterdam/New York: Rodopi, 2007. p. 189-201.

FIRMEZA, N. B. (Estrigas). **A fase renovadora na arte cearense**. Fortaleza: Edições Universidade Federal do Ceará, 1983.

HOLLAND, A. Audio description in the theatre and the visual arts: images into words. In: CINTAS, J. D.; ANDERMAN, G. **Audiovisual translation**: language transfer on Screen. Basingstoke/New York: Palgrave Macmillan, 2009. p. 170-185.

MAYER, F. A. **A importância das coisas que não existem**: Construção e referência de conceitos de cor por pessoas com cegueira congênita. Belo Horizonte: Editora PUC Minas, 2018.

O'TOOLE, M. **The language of displayed art**. London: Routledge, 2011.

SANTOS, M. E. M. **Traços de uma nação**: Aldemir Martins do Ceará ao Brasil (1951-1982). 2015. 109 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em História) – Programa de Pós-Graduação em História, Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, 2015.

TARDIN, M. **Aldemir Martins**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2017.



# 4. COMUNICAÇÃO



# Tecnologia assistiva: Projeto de um livro para a inclusão de crianças com deficiência visual

Ferrari, Thais Ribeiro<sup>1</sup>; Silva, João Carlos Riccó Plácido<sup>2</sup>; Paschoarelli, Luis Carlos<sup>3</sup>

1 – Design, thais.r.ferrari@hotmail.com

2 – Departamento de Design, UNESP, joaocplacido@gmail.com

3 – Departamento de Design, UNESP, paschoarelli@unesp.br

\* - Correspondência: Av Eng Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01 - Vargem Limpa - Bauru/SP - CEP 17033-360.

## RESUMO

O livro é considerado um produto social e pedagógico de extrema importância para que as crianças formem conceitos. Pessoas com deficiência visual encontram inúmeros empecilhos em sua formação, visto que encontrar leituras diversas e que se adequem aos padrões exigidos é algo não tão usual e popular. Na tentativa de sanar as questões envolvidas, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um conceito estético, inclusivo, funcional e ergonômico na projeção de um livro inclusivo voltado para os deficientes visuais através da metodologia de Merino (2016). Como resultado pode-se obter um protótipo para testes.

**Palavras-chave:** *Design, livro, deficiência visual, inclusão.*

## ABSTRACT

*The book is considered an extremely important social and pedagogical product for children to form concepts. Visually impaired people find numerous obstacles in their training, since finding diverse readings that conform to the required standards is something not so usual and popular. In an attempt to resolve the issues involved, this paper aims to present an aesthetic, inclusive, functional and ergonomic concept in the projection of an inclusive book aimed at the visually impaired through the methodology of Merino (2016). As a result, a prototype can be obtained for testing.*

**Keywords:** *Design, book, visual impairment, inclusion.*

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com os registros do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), presentes nos levantamentos da Fundação Dorina Nowill (c2021), cerca de 6,5 milhões de pessoas no Brasil apresentam algum tipo de deficiência visual, sendo que dentre elas 528.624 são cegas.

Para que exista acesso e produção de material de leitura com aspectos de acessibilidade se faz necessária uma demanda para que os educadores tenham bagagem e material didático próprios para aplicar metodologias e recursos com o apoio da escola e do governo, sem alto custo, garantindo-lhes a inclusão, a fim de alcançar todas as necessidades do processo de ensino socioeducacional.

A tecnologia assistiva, de acordo com Sartoretto e Bersch (2018) traz definições de equipamentos, recursos, metodologias, serviços e outros, a fim de auxiliar e gerar independência, autonomia e uma qualidade de vida inclusiva às pessoas com deficiência, mobilidade reduzida e incapazes de realizar determinadas tarefas específicas para cada indivíduo, desta forma o presente estudo pode ser integrado em uma das categorias da TA que conta com o auxílio para cegos ou com visão subnormal.

O presente estudo se baseia no uso de uma metodologia direcionada ao usuário no desenvolvimento de um livro infantil acessível, que utiliza como base os requisitos gráficos voltados para a deficiência visual.

## 2. REQUISITOS GRÁFICOS VOLTADOS PARA A DEFICIÊNCIA VISUAL

O desenvolvimento do livro depende de diversos requisitos de desenvolvimento gráfico, no qual já existem estudos comprovadamente eficazes acerca de um produto mais adequado para atingir a maior parte dos leitores, ou seja, torná-lo acessível. Segundo a ONG (Organização Não-Governamental) Lighthouse, algumas recomendações de aplicação tipográfica em texto para facilitar o acesso ao público com texto tornando-os mais legíveis são necessárias, abaixo seguem tais recomendações:

- a) A diferença entre o texto e o fundo deve ser intensa;
- b) Cores apenas em títulos e destaques; e o preto em fundo branco para textos longos;
- c) Fontes entre tamanho 16 e 18 pt, considerando a variação de tamanhos de acordo com o desenho tipográfico;
- d) Entrelinhas de 25% a 30% maior que o corpo do texto, facilitando a percepção entre o topo e a base do texto;



- e) Evitar fontes decoradas e condensadas. Focar no uso de fontes com desenhos mais simples que são melhores para visualização (com ou sem serifa);
- f) Caixa alta e baixa é mais legível, evitando itálico que dificulta a leitura;
- g) O espaço entre os caracteres deve ser maior para evitar que as letras pareçam estar juntas, dificultando a leitura. O uso do mesmo espaço entre os caracteres é mais adequado;
- h) Com a aplicação da encadernação de lombada quadrada, as margens internas devem ser maiores;
- i) Uso do papel fosco, preferencialmente;
- j) Com a identidade de cores e formatos nas publicações referentes a uma mesma coleção, facilita a identificação.

Em relação as ilustrações, Camargo (1998) ressalta as categorias em que os estilos e técnicas podem ser utilizadas. De acordo com o trabalho a ser desenvolvido, o estilo “plano e profundidade” será aplicado, pois seus elementos (figura, animais, objetos, etc.) apresentam flexibilidade de disposição em camadas planas ou evidenciam a profundidade.

Segundo Bergström (2009) um aspecto a ser considerado no projeto de um livro infantil são as cores funcionais, que se mostram fundamentais na comunicação visual por atribuir melhorias nas funções comunicativas e físicas do produto. Já a tipografia é um elemento relacionado à forma, composição das letras e ao uso, podendo ser classificadas em duas categorias, que são: Tipografia visível e tipografia invisível. O Instituto Benjamin Constant aconselha que as produções de materiais didáticos para aqueles que têm baixa visão deve ser realizadas com a utilização de fontes tipográficas, tais como Arial, Verdana ou Tahoma, e evitar o uso da serifa (MEÜRER, GONÇALVES E CORREIO, 2014).

## **2. DESENVOLVIMENTO**

Utilizando como base os requisitos apresentados, foi definido um processo metodológico que foca no Design centrado no usuário e para melhor visualização foi utilizado uma metodologia cíclica, apresentado por Merino (2016), conforme visto na Figura 01 abaixo.



**Figura 01**  
 GODP: Metodologia centrada no usuário.  
 Fonte: Merino (2016).

Merino trabalha sua metodologia em sete etapas, que vai da etapa (-1) à etapa (6). Sendo elas:

Etapa (-1) Oportunidades: Foi identificado a importância da leitura na formação da criança (com ou sem deficiência visual) que está se tornando um cidadão com capacidade de exercer plenamente seus direitos e deveres;

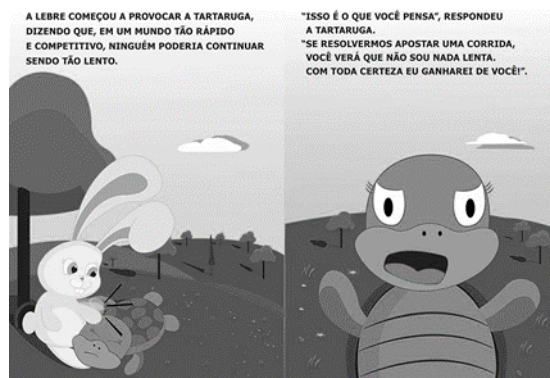
Etapa (0) Prospecção: Busca complementar a anterior, através de uma pesquisa de mercado é verificado os recursos tecnológicos disponíveis que atendam os requisitos necessários para produção deste produto. Foram analisados livros existentes que já estão estabelecidos para a venda no mercado e usados para crianças com e sem a deficiência visual;

Etapa (1) Levantamento de Dados: Nesse processo foram analisados os pontos positivos e negativos em livros disponibilizados no mercado. A grande maioria dos livros não traz a preocupação de contemplar em sua estrutura a leitura por meio do sistema braile e até mesmo com o requisito de locução, que podem auxiliar crianças com deficiência visual;

Etapa (2) Análise de Dados: As informações coletadas foram analisadas a fim de definir as viabilidades técnicas (custo e tempo) que foram reaproveitar a caixa do dispositivo eletrônico de um livro infantil, que estava danificado e a estrutura do livro.

Etapa (3) Criação: Definição da história a ser utilizada para o projeto (A Tartaruga e a Lebre - Paulo Coelho), o formato do livro, a criação dos personagens e das cenas, o refinamento dos desenhos por meio de *sketches*.

Etapa (4) Execução: Desenvolvimento dos primeiros desenhos no *software* vetorial, já focando na construção das cenas no formato final da página do livro (Figura 02);



**Figura 02**  
Ilustração digital.  
Fonte: Autores

Etapa (5) Viabilização: Buscou-se locais em que a produção de impressão do boneco fosse efetivada. Esta etapa foi definida pela impressão em gráfica rápida. A aplicação da escrita braile através do reglete (uma régua que necessita de punção para sua escrita) que é uma adaptação da escrita braile, feita manualmente. Também foi realizado a terceirização da locução do texto por uma profissional da área, para que fosse atendida de forma objetiva o público infantil, ao qual foi integrado a um dispositivo eletrônico de 6 botões numerados em braile com todo o conteúdo apresentado no livro em forma de áudio;

Etapa (6) Verificação Final: Não foi possível a execução em função do curto período de tempo para realização do projeto em questão.

### 3. RESULTADO

Obteve-se como resultado para esse projeto a análise de uso do produto desenvolvido; um modelo 3D (Figura 03) para representar inicialmente o visual do produto; e um modelo físico contendo todas as aplicações que foram até aqui estudadas e desenvolvidas, buscando aproximar ao que seria os critérios de uso e visuais do produto comercialável.



**Figura 03**  
 Modelo real e 3D do produto aberto e fechado.  
 Fonte: Autores

## 4. NOTAS CONCLUSIVAS

Quando pensamos nos requisitos metodológicos, o livro teve seu objetivo cumprido. Os processos desenvolvidos neste estudo mostra como o conhecimento e a essência da tecnologia assistiva e do design inclusivo são fundamentais na melhoria da qualidade de vida das pessoas. Essa pesquisa se faz fundamental, apoiada no escopo e na importância de poder levar ao público infantil, em especial aos deficientes visuais, a oportunidade da inclusão da leitura lúdica em sua vida, o estudo se mostra como mais um contribuinte nesse tema tão sensível e importante a grande parcela da população brasileira e global. Não só aos deficientes visuais, mas também no estímulo aos demais estudantes, docentes e profissionais a desenvolver projetos visando à independência, a acessibilidade e a qualidade de vida com produtos disponíveis ao uso de todos.

Destaca-se, que esse projeto foi desenvolvido priorizando as crianças com incapacidade visual, mas o mesmo também pode ser usado e aplicado para as demais crianças que possuem a visão; além do uso de pais que possuam a deficiência e desejam ler para seus filhos, assim como professores com baixa visão que almejam integrar esse recurso de leitura em braile e de locução em sua grade de ensino, permitindo a todos os envolvidos em contato com o público infantil, de desfrutar de uma leitura acessível, agradável e de qualidade.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo incentivo a essa pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Maria Glória de Souza. A importância da literatura com elemento de construção do imaginário da criança com deficiência visual. Rio de Janeiro: Instituto Benjamin Constant, 2014.

BERGSTRÖM, Bo. Fundamentos da comunicação visual. São Paulo: Edição Rosari, 2009.

CAMARGO, Luis. Ilustração do livro infantil. Belo Horizonte, MG: Editora Lê, 2º edição, 1998.

ESTATÍSTICAS da deficiência visual. Fundação Dorina Nowill para cegos. Disponível em: <<https://www.fundacaodorina.org.br/a-fundacao/deficiencia-visual/estatisticas-da-deficiencia-visual/>> Acesso em: 05 jan 2021.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário. Florianópolis: NGD/UFSC, 2016

MEÜRER, Mary Vonni; GONÇALVES, Berenice Santos; CORREIO, Vilson João Batista. Tipografia e baixa visão: Uma discussão sobre a legibilidade. Projética, Londrina, v.5 n.2, p. 33 - 46, dez, 2014.

SARTORETTO, Mara Lúcia; BERSCH, Rita. assistiva.com.br. Tecnologia Assistiva. 2018. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/>>. Acesso em: 15 out 2018.

# Adaptação de diferentes recursos de comunicação alternativa para uma criança com paralisia cerebral

Biancolli, Luana Gonçalves <sup>1</sup>; Lourenço, Gerusa Ferreira<sup>2</sup>

1 – Graduação em Terapia Ocupacional 1, UFSCar, luanabiancolli@hotmail.com

2 – Departamento de Terapia Ocupacional 2, UFSCar, gerusa@ufscar.br

Correspondência: Rodovia Washington Luís, km 235 – C.P. 676 – São Carlos –SP CEP: 13565-905.

## RESUMO

Recursos de tecnologia assistiva (TA) e de comunicação alternativa (CAA) são essenciais para pessoas com necessidades complexas de comunicação. Objetivou-se analisar a adaptação de recursos de CAA para uma criança com paralisia cerebral com cinco anos e avaliar seus efeitos no número de oportunidades comunicativas e independência apresentada. Com delineamento experimental de sujeito único, a intervenção ocorreu em 22 sessões com 7 diferentes recursos de CAA, todas filmadas e analisadas quantitativamente. Os resultados mostraram que o tipo de recurso de CAA interfere diretamente no desempenho da criança. O estudo contribui para produção de conhecimentos sobre a CAA e TA.

**Palavras-chave:** *Tecnologia Assistiva, Comunicação Alternativa, Paralisia Cerebral*

## ABSTRACT

*Assistive technology (AT) and alternative communication (AAC) resources are essential for people with complex communication needs. The aim was to analyze the adaptation of AAC resources for a five-years-old child with cerebral palsy and to evaluate its effects on the number of communicative opportunities and the shown independence. With a single-subject experimental design, the intervention took place in 22 sessions with 7 different AAC devices, all filmed and analyzed quantitatively. The results showed that the type of AAC resource directly interferes in the child's performance. The study contributes to the production of knowledge about AAC and AT.*

**Keywords:** *Assistive Technology, Alternative Communication, Cerebral Palsy*

## 1. INTRODUÇÃO

Lesões cerebrais presentes na paralisia cerebral (PC) podem interferir na capacidade de produção oral, simbólica ou linguística, resultando em limitações de atividades que restringem o aprendizado e o desenvolvimento de experiências sensorio-perceptuais e cognitivas por esses indivíduos (ROSENBAUM et al., 2007). Esses distúrbios podem afetar a comunicação expressiva, receptiva e a habilidade de interação social e assim, apresentar necessidades complexas de comunicação. Visto isso, embora crianças com PC muitas vezes possuam um bom desenvolvimento da cognição e da linguagem, a verbalização pode se apresentar restrita ou ausente, tanto em função de comprometimento do aparelho fono-articulatório, quanto ao nível cortical afetado, conferindo necessidades complexas de comunicação a esse público (QUITERIO e NUNES, 2013).

De acordo com Paura e Deliberato (2014) essas crianças e adolescentes têm dificuldades em elaborar e expressar as suas ideias, necessidades e desejos, bem como em selecionar o vocabulário de que necessitam para comunicar, o que pode resultar em constantes interpretações errôneas sobre o que tentam transmitir, causando diversas disfunções ocupacionais que dificultam as atividades da vida cotidiana, dificultando a aquisição e o desenvolvimento de diversas competências, trazendo consequências para sua qualidade de vida (NOGUEIRA, 2008).

A Tecnologia Assistiva (TA) é uma área de conhecimento que traz importantes contribuições na proposição de recursos e estratégias alternativas às crianças com paralisia cerebral em seus múltiplos contextos de vida (LOURENÇO e GARCIA, 2018). Sua aplicação em crianças com PC pode trazer resultados relevantes para acessibilidade, aprendizagem e outras habilidades (PELOSI, 2009).

Inserida na área da TA se encontra a Comunicação Alternativa e Ampliada (CAA) que se define como ferramentas e métodos essenciais de serem implementados o mais precocemente possível na vida das que apresentem necessidades complexas de comunicação (SCHIRMER e NUNES, 2006).

A CAA possibilita uma vida socialmente ativa, com aquisição de aprendizagens/conhecimentos e de desejos interiores atendidos de acordo com suas especificidades (ROCHA e DELIBERATO, 2015). Além disso, quando necessário, é importante realizar adaptações nos recursos implementados para que estejam compatíveis às necessidades dos alunos, possibilitando aos mesmos se expressarem de forma efetiva (ALVES e MATSUKURA, 2011). Destaca-se que o terapeuta ocupacional é profissional importante na implementação da CAA, podendo realizá-la em diversos contextos como escolares, clínico, hospitalar e laboral, como exemplifica Pelosi (2007).

Tendo o exposto, o estudo teve como objetivo analisar a adaptação de recursos de CAA propostos em uma intervenção e avaliar os efeitos junto à uma criança

com PC que apresenta necessidade complexa de comunicação, quanto ao número de oportunidades comunicativas e independência apresentada na escolha das fichas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Pesquisa experimental de sujeito único, com delineamento de linha de base múltipla entre atividades (GAST e LEDFORD, 2014). Foi realizada no contexto escolar, em sala de aula comum de rede regular de ensino, e no domicílio do participante, em uma cidade de médio porte do interior de São Paulo. O estudo faz parte de uma agenda maior de pesquisa e contou com aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSCar (CAAE: 95843018.3.0000.5504) e todos os responsáveis consentiram com sua realização.

Participou do estudo uma criança do sexo masculino de 5 anos de idade com diagnóstico de PC tetraespástica, grau IV nas escalas *Sistema de Classificação da Função Motora Grossa Ampliado e Revisto (GMFCS E & R)*; *Sistema de classificação de habilidade manual para crianças com paralisia cerebral 4-18 anos - MACS*; *Communication Function Classification System for Individuals with Cerebral Palsy - CFCS*. A criança apresenta necessidades complexas de comunicação e não fazia uso de sistemas alternativos de comunicação. Ademais, apresenta distonia dos quatro membros com prejuízos da coordenação motora para alcance e preensão de objetos, sendo a preensão apenas palmar.

Foram utilizados recursos de baixa tecnologia para comunicação alternativa confeccionados pela pesquisadora, com as figuras do banco de imagens do Portal ARASAAC, além de fotografias de itens que era exclusivo da criança, como brinquedos e demais itens da rotina. Quanto aos equipamentos, foram utilizados câmera filmadora digital, tripé, tablet e acionador de pressão pertencentes ao Laboratório de Pesquisa.

Os instrumentos utilizados no estudo foram:

- *Roteiro de caracterização do aluno com paralisia cerebral*
- *Protocolo de Registro Descritivo* para registro das observações situacionais ocorridas ao longo das sessões de intervenção tanto na sala comum do aluno, quanto no domicílio.

- *Protocolo de registro de eventos*: consiste em um instrumento que foi utilizado durante todas as fases experimentais do estudo com intuito de verificar se houve mudanças nos comportamentos da criança participante a partir da implementação dos recursos de CAA e o nível de ajuda requisitado ao longo do processo.

Foi elaborado um programa de intervenção com 22 sessões, contando etapas de linha de base, intervenção e *follow up*. Após três sessões de Linha de Base, foi



realizada a intervenção em si com a implementação do recurso pictográfico de CAA e o treino para o seu uso. Foram realizadas seis sessões na sala de aula comum e doze sessões no ambiente domiciliar da criança. As atividades e estratégias utilizadas nessa fase foram baseadas em temas propostos pelos professores, posteriormente pactuados com a mãe da criança sobre as atividades e estratégias utilizadas dentro do domicílio. Assim, o vocabulário utilizado no recurso variava em relação à atividade do dia, mas basicamente envolvia: cores; roupas e acessórios; sentimentos; clima; pessoas; jogos e brincadeiras; alimentos e bebidas; objetos; meios de transporte; partes do corpo; lugares; atividades de rotina escolar e domiciliar; animais; comentários durante um jogo; personagens; times de futebol e, por vezes, verbos e ações. No início eram utilizadas frases mais simples, sem sugestão de encadeamento de respostas. À medida que a criança apresentava maior grau de independência na escolha das fichas, passou-se a utilizar frases complexas para incentivar funções comunicativas para além de responder e requisitar.

Os recursos de CAA foram modificados ao longo da intervenção de acordo com o desempenho da criança tanto em seu uso, mais especificamente na escolha e no apontar as fichas de comunicação, quanto de suas respostas durante a interação na atividade. Destaca-se que a criança possuía capacidade funcional para direcionar o braço e a mão sobre a ficha escolhida, sem uma seleção direta. Adotou-se que o recurso atingia sua eficiência quando a criança apresentava sucesso na interação com o interlocutor durante a atividade, atingindo independência na escolha da ficha. O Quadro 1 apresenta a descrição dos recursos utilizados.

TIPO DE RECURSO	DESCRIÇÃO
Fichas Soltas	Fichas pictográficas individuais e plastificadas
Fichas com velcro	Fichas pictográficas individuais fixadas em uma tábua com velcro. OBS: modificações em relação à distância entre as fichas: 2cm; 3cm; 4cm; 5cm.
Prancha de comunicação	Conjunto de fichas agrupadas em uma folha de papel plastificada na disposição de colunas X linhas com espaçamento de 1cm entre elas. OBS: modificações em relação à quantidade de colunas e linhas: 4x3; 4x6; 3x4; 4x4; 2x4; 4x2; 2x3; 6x2
Fichário de comunicação	Fichário com diversas folhas de papel contendo fichas agrupadas dispostas em colunas X linhas. OBS: modificações em relação à quantidade de colunas e linhas e de seu direcionamento: 4x3; 4x6; 3x4; 4x4; 2x4; 4x2; 2x3; 6x2; horizontal ou vertical.

TIPO DE RECURSO	DESCRIÇÃO
Relógio de comunicação	“Relógio” movido à pilha; com fixação de figuras por velcro (total de 12 espaços) em um círculo de papel cartão; com uma rolha fixada no centro do brinquedo contendo uma seta feita de papel cartão colorido; e com funcionamento por acionador conectado a um cabo moeda no brinquedo.
Tablet	Aplicativo de comunicação alternativa instalado no tablet da criança
Álbum vertical 3 partes	Álbum de figuras com abertura em 3 partes contendo fichas agrupadas em folha de papel dispostas em colunas X linhas e na posição vertical. OBS: modificações em relação à quantidade de colunas e linhas: 4x6; 3x5.

#### Quadro 01

Recursos pictográficos de comunicação utilizados na intervenção e suas adaptações

Fonte: elaborado pelas autoras Data: abril/2020

A figura 1 representa o participante em uso dos recursos utilizados durante a intervenção.



**Figura 01**

Recursos pictográficos de comunicação utilizados na intervenção

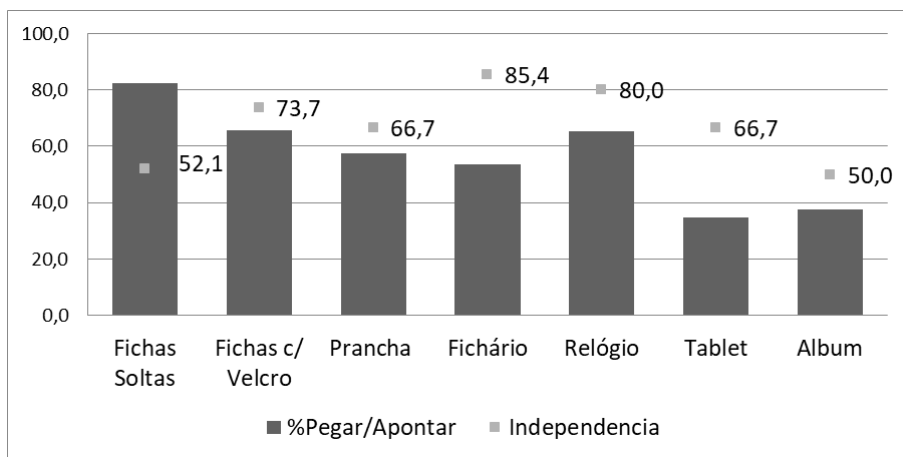
Fonte: elaborado pelas autoras Data: abril/2020

A intervenção foi finalizada quando o desempenho da criança no uso do recurso de CAA atingiu o esperado para sua independência no contexto de sala de aula comum e domicílio, a partir dos resultados evidenciados na coleta dados. Em seguida, uma fase de Follow-up foi realizada em duas sessões para verificar se a mudança ocorrida após se manteve sem a intervenção contínua.

Todas as sessões foram filmadas e analisadas a partir dos Protocolos de Registro de Eventos de modo quantitativo. Assim, ao longo da pesquisa foi possível verificar o aprendizado da criança no uso dos recursos de comunicação alternativa e as adaptações propostas a partir da mensuração da frequência na emissão de comportamentos de escolher e apontar as fichas e o nível de independência apresentado em cada sessão, ou seja, o número de vezes em que cada habilidade ocorreu na sessão, frente ao total de oportunidades ofertadas para isso, obtendo-se sua porcentagem de êxito. Ressalta-se que o número de oportunidades comunicativas dependia do tipo de atividade proposta, recurso de CAA apresentado e interação obtida com o interlocutor, variando em cada sessão.

## 2. RESULTADOS

O gráfico (figura 2) representa os tipos de recursos de CAA utilizados e o desempenho da criança em escolher a ficha adequada dentre todas as oportunidades de comunicação ofertadas (% em pegar/apontar), e dentre essas, a % de independência apresentada.

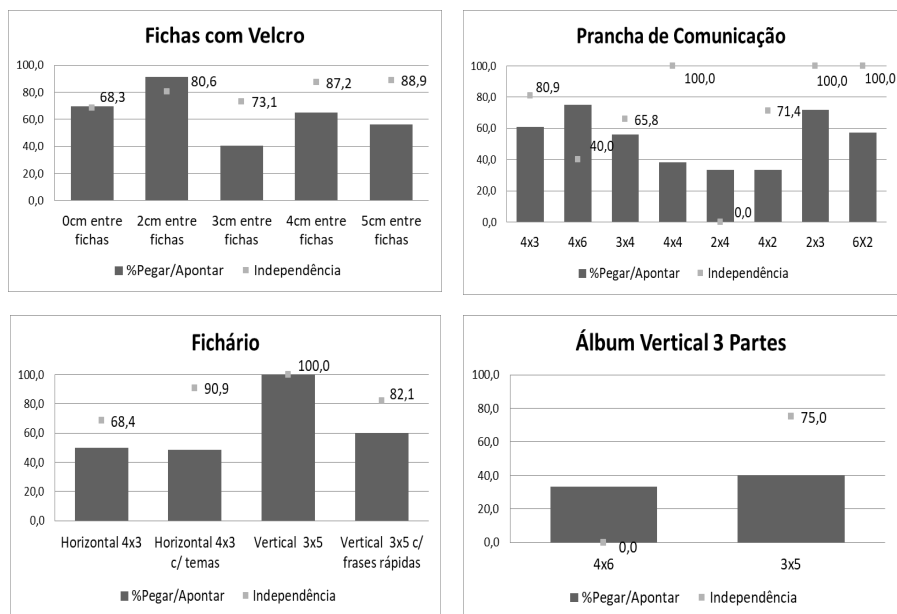


**Figura 02**  
Tipos de recursos e desempenho da criança  
Fonte: elaborado pelas autoras Data: abril/2020

De acordo com os dados, o Relógio se mostra como o recurso de comunicação mais adequado, a partir do fato de que na habilidade de escolha da ficha a criança pontua um total de 65,2% dentro das oportunidades comunicativas e, com 80% de independência para realizar essa ação. Em segundo lugar, as Fichas com Velcro se mostram ser outra possibilidade de recurso comunicativo para a criança do

estudo, já que pontua em 65,7% na habilidade de escolha da ficha dentro das oportunidades comunicativas totais e 73, 7% de independência para realizar essa ação. O Fichário também se destaca como uma terceira opção efetiva de recurso comunicativo para o participante. Embora dentre as oportunidades comunicativas obteve somente 53,5% na habilidade de escolha da ficha, quando a realizou, apresentou uma independência de 85,4% nesta ação. Sendo, inclusive, o recurso mais utilizado pela criança dentro das sessões realizadas.

Durante a intervenção, os recursos, descritos no quadro 1, foram aprimorados de acordo com a necessidade da criança, cujo efeito pode ser mensurado pela metodologia empregada e demonstrado na figura 2.



**Figura 02**

Efeito das adaptações dos recursos no desempenho do participante

Fonte: elaborado pelas autoras Data: abril/2020

No recurso de Fichas com Velcro, quanto maior o espaçamento entre as fichas, melhor a independência da criança na habilidade de escolha da ficha, com leve queda no desempenho em utilizar o recurso com espaçamento de 3cm entre as fichas. No caso do recurso do Fichário, o qual também passou por diversas adaptações, as mudanças foram feitas tanto em relação à direção da disposição das fichas agrupadas, quanto em relação à formatação das figuras em colunas e linhas. Dessa forma, de acordo com os dados, a modificação na posição vertical e com uma formatação de figuras em 3 colunas por 5 linhas foi a mais adequada, já que

o participante do estudo obteve 100% de desempenho na habilidade de escolha da ficha com um total de 100% de independência para realizar essa ação. Além disso, o recurso que mantém essa configuração de figuras, mas acrescenta uma página inicial de frases rápidas, reafirma sua eficácia, pois em 60% de oportunidades que realiza a escolha da ficha, ele apresenta 82,1% de independência na ação, o que é uma diminuição aceitável de desempenho geral devido à adição de uma adaptação que não modifica a formatação do recurso em si.

## 4. DISCUSSÃO

Os resultados expressam o caráter progressivo da intervenção, onde foi possível introduzir recursos mais simples e ampliando sua complexidade, conforme a resposta apresentada pela criança ao longo de cada sessão. Ressalta-se que a intervenção terapêutica-ocupacional investigada contou com diferentes estratégias de instruções e treinos com a criança, circunscritas nos contextos trabalhados, e que certamente também influenciaram o desempenho, mas o destaque feito para o presente congresso diz respeito a como é possível estruturar as modificações e adaptações dos recursos de TA, mais especificamente os de CAA a partir da emissão de determinados comportamento pelo usuário, evitando-se frustrações advindas da tentativa e erro.

Como visto, os recursos passaram por adaptações atreladas ao layout para favorecer o alcance, para melhorar seu uso efetivo na interação com o interlocutor. Para cada recurso foi construída uma relação de suas modificações com a habilidade de escolha de ficha da criança e seu balanceamento com os níveis de ajuda necessários para esta ação. As modificações partem do que Alves e Matsukura (2011) defendem sobre ser importante que a implementação destes recursos esteja compatível às necessidades dos alunos, possibilitando aos mesmos se expressarem de formas alternativas em seus diversos contextos de vida (CURY e BRANDÃO, 2011). Desta forma, é possível verificar com maior eficácia a capacidade de uso e manejo da ficha por parte da criança para dizer o que deseja.

Os resultados indicam que o uso dos recursos de CAA propostos impactaram no desempenho da criança permitindo-lhe um aprendizado em busca de sua autonomia no decorrer das atividades. Isso reforça a pertinência do uso de TA nas intervenções de crianças com PC com impactos benéficos em seu cotidiano, de modo a auxiliar na acessibilidade, no processo de aprendizagem e outras habilidades garantindo maior independência (PELOSI, 2009).

O delineamento proposto, com mensurações a cada sessão, permitiu a sistematização dos dados das etapas da intervenção para a proposição das estratégias e recursos, permitindo uma medida direta dos efeitos dessas tomadas

de decisão sobre o desempenho da criança e mostrando-se uma ferramenta interessante para pesquisa.

Com isso, o estudo corrobora com a produção de conhecimento teórico e prático sobre o uso de recursos de TA que favoreçam a autonomia e independência de crianças com PC em seus múltiplos contextos de vida.

## 5. CONCLUSÕES

Conclui-se que o estudo alcançou seu propósito de apresentar as diferenças entre os tipos de recurso e suas modificações, demonstrando os efeitos de cada um no desempenho de uma criança paralisia cerebral e necessidades complexas de comunicação. Com isso, foi possível selecionar um recurso de CAA mais adequado para o participante ser capaz de mediar sua comunicação com as pessoas a seu redor da forma mais independente possível.

Esse estudo se torna relevante ao contribuir com a produção de conhecimentos sobre intervenções em TA, mais especificamente para a implementação de recursos de CAA

## AGRADECIMENTOS

Financiamento PIBIC/CNPq- Edital 001/2019 COORDIC/PROPOQ.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.C.J.; MATSUKURA, T.S. A tecnologia assistiva no contexto da escola regular: relatos dos cuidadores de alunos com deficiência física. **Distúrb. Comun.** Vol. 23 - n. 1- p. 25-33. 2011.

CURY, V. C. R.; BRANDÃO, M. B. **Tecnologia Assistiva.** 2011. In: Reabilitação em Paralisia Cerebral. Rio de Janeiro: Medbook, 2011.

GAST, D. L.; LEDFORD, J. R. **Single case research methodology: applications in special educational and behavioral sciences.** New York: Routledge. 2014.

LOURENÇO, G. F.; GARCIA, A. G. **Tecnologia assistiva e paralisia cerebral: caminhos na colaboração entre universidade e uma rede de educação.** 2018. In: ALMEIDA, M. A.; MENDES, E. G.; POSTALLI, L. M. Práticas pedagógicas inclusivas em contextos escolares. Marília: ABPEE. 2018.

NOGUEIRA, C. **Sistema Alternativo e Aumentativo de Comunicação SPC – Outra Forma de Comunicar- Um Estudo da Comunicação entre o Educador de Infância, a criança com deficiência neuromotora grave e as outras crianças.** 167 p. Dissertação de Mestrado em Ciências da Educação. Universidade do Algarve – Faculdade de Ciências Humanas e Sociais. 2008.

PAURA, A.C; DELIBERATO, D. Estudo de vocábulos para avaliação de crianças com deficiência sem linguagem oral. **Revista Brasileira de Educação Especial,** vol. 20 – n. 1 –p. 37-52. 2014.

PELOSI, M. B. **Comunicação alternativa e complementar. 2007.** In: CAVALCANTI, A.; GALVÃO, C. *Terapia Ocupacional: fundamentação e prática.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

PELOSI, M. B. **Tecnologias em comunicação alternativa sob o enfoque da Terapia Ocupacional.** 2009. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA, 3ed. São Paulo. Anais. São Paulo: Memnon Edições Científicas, 2009.

QUITERIO, P.L.; NUNES, L.R.O.P. Uso da comunicação alternativa na avaliação das habilidades sociais de alunos com paralisia cerebral não falantes. V Congresso Brasileiro de Comunicação Alternativa. **Isaac Brasil.** 2013.

ROCHA, A.N. D. C.; DELIBERATO, D.; ARAÚJO, R. C. T. Procedimentos para a prescrição dos recursos de tecnologia assistiva para alunos da educação infantil com paralisia cerebral. **Revista Educação Especial, Santa Maria** v. 26 - n. 53 - p. 691-708. Set/dez. 2015.

ROSENBAUM, P.; PANETH, N.; LEVITON, A.; GOLDSTEIN, M.; BAX, M.; DAMIANO, D.; DAN, B.; JACOBSSON, B. A report: the definition and classification of cerebral palsy. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v.49 - n.2 - p. 8-14, 2007.

SCHIRMER, C.R.; NUNES, L.R.O.P. **Introdução à comunicação alternativa em classes comuns de ensino.** In: NUNES, L.R.O.P et al. (Org.). *Comunicar é preciso: em busca das melhores práticas na educação do aluno com deficiência.* Marília: ABPEE, 2011.

# Jogo S3rio para Letramento de Crian7as com Transtorno do Espectro do Autismo

Jensen, Nikolas<sup>1</sup>; Granza de Mello, Rafael<sup>2</sup>; Noveletto, Fabr3cio<sup>3</sup>

1 – Departamento de Ci3ncia da Computa73o, UDESC, nikolasjensen@gmail.com

2 – Departamento de Ci3ncia da Computa73o, UDESC, rafael.mello@edu.udesc.br

3 – Departamento de Engenharia El3trica, UDESC, fabricio.noveletto@udesc.br

## RESUMO

O Transtorno do Espectro do Autismo 3 um transtorno do desenvolvimento neurol3gico que n3o tem cura e afeta principalmente a comunica73o e intera73o social. Entretanto, interven73es precoces podem modificar o progn3stico e trazer benef3cios para os indiv3duos. Dentre as poss3veis interven73es, os Jogos S3rios (JS) t3m se destacado nas 3reas da sa3de e educa73o. Um JS foi desenvolvido para auxiliar no letramento de crian7as com autismo, baseado em requisitos definidos por terapeutas ocupacionais. O JS foi utilizado por profissionais e crian7as atendidas em uma cl3nica escola de terapia ocupacional e os resultados indicam potencial para uso terap3utico e educacional.

**Palavras-chave:** *Autismo, Jogo S3rio, Letramento.*

## ABSTRACT

*Autism Spectrum Disorder is a neurological development disorder that has no cure and affects mainly communication and social interaction. However, early interventions can modify the prognosis and bring benefits to individuals. Serious Games (SG) are interventions that have stood out in the areas of health and education. A SG was developed for the children's literacy with autism based on requirements defined by occupational therapists. The SG was used by professionals and children attended an occupational therapy clinical school and results indicate a potential for therapeutic and educational use.*

**Keywords:** *Autism, Serious Game, Literacy.*



## 1. INTRODUÇÃO

Pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) têm o comportamento prejudicado por conta de suas dificuldades de interação social e habilidades comunicativas. O processo de aprendizagem é afetado muitas vezes pela falta de compreensão, o que acaba levando à ausência de respostas por sua parte (BOSA, 2002), limitando a relação professor-aluno. Os interesses e comportamentos limitados e repetitivos também levam a diferentes prejuízos cognitivos, sendo que, quanto mais acentuados, maior a dificuldade de aprendizado.

No mundo existem cerca de 70 milhões de pessoas com TEA (MASTROIANNI, 2018) e no Brasil estima-se que este número seja de aproximadamente dois milhões de pessoas (OLIVEIRA et al., 2015). No campo da educação, no período de 2000 a 2013, houve um aumento de quase 700% no atendimento de alunos com TEA na educação especial em escolas regulares no Brasil (TEODORO et al., 2016), números que apontam para a necessidade de práticas de inclusão para esta população, especialmente em relação aos processos de alfabetização e letramento. No entanto, o letramento merece atenção especial, pois extrapola a escola e o processo de alfabetização, contextualizando a leitura e a escrita nas práticas sociais do indivíduo (SOARES, 2004).

O uso de Jogos Sérios (JS) tem se destacado como uma ferramenta importante nas áreas de educação e terapia de crianças com TEA (NOOR et al., 2012). O uso do computador na educação de crianças com TEA é favorecido pelo fato destas crianças serem mais visuais do que verbais, podendo reter informações por mais tempo se estas forem apresentadas de forma visual, além de mostrarem menos resistência ao uso de computadores (KHOWAJA et al., 2018). Entretanto, desenvolver JS para essa população não é tarefa trivial, pois estes precisam de instrução especializada, sendo necessário entender quais técnicas são utilizadas para motivar as crianças para que elas permaneçam focadas no aprendizado (ABIRACHED et al., 2012).

Neste trabalho são apresentados o desenvolvimento e os resultados iniciais do JS JOSELE (Jogo SériO para Letramento de Autistas), que tem como objetivo auxiliar no letramento de crianças com TEA.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O JS JOSELE foi desenvolvido baseado em estudos na literatura sobre TEA e em entrevistas com terapeutas ocupacionais especialistas na área.

O jogo é do tipo plataforma 2D e foi desenvolvido com *Unity*, um ambiente de programação para desenvolvimento de jogos, sendo compatível com sistemas computacionais e dispositivos móveis.

O objetivo do jogo é controlar um personagem, usando teclado ou tela sensível ao toque, para coletar letras em um cenário de forma a completar uma palavra apresentada na tela, conforme mostrado na Figura 1.

O jogo possui poucos elementos gráficos, de forma a minimizar o excesso de informação visual, focando a criança na formação do raciocínio lógico para concluir o desafio proposto.



**Figura 1**

Tela principal do jogo sério JOSELE. Em destaque, as letras O e R, parte da palavra AMOR, na parte central superior da tela, mostrando as letras coletadas corretamente.

A proposta do jogo atende limitações importantes em habilidades que afetam crianças autistas: a pesquisa visual e a coordenação motora fina (MALINVERNI et al., 2017).

As palavras apresentadas durante o jogo são definidas pelo professor ou pelo terapeuta, com base no contexto de interesse e no conhecimento prévio da criança. O desafio é coletar as letras o mais rápido possível e com o menor número de erros. Conforme a criança evolui no jogo, a velocidade de deslocamento do cenário é incrementada, de forma a aumentar o desafio e manter o interesse em continuar jogando.

Os erros e acertos durante o jogo são tratados no contexto do TEA. Para proporcionar a sensação de tarefa cumprida corretamente e incentivar o uso contínuo do jogo, foram utilizados estímulos visuais a cada acerto, como mudança nas cores do cenário a cada palavra completada, geração aleatória de arbustos e passagem de um avião no céu na troca de cenário. Quando o jogador erra, a respectiva letra muda de cor e o total de erros é mostrado na tela em um tamanho

menor que o número de acertos, conforme mostrado na Figura 2. A forma como o erro é apresentado a criança pode levar ao desinteresse pelo jogo, pois, em geral, autistas tem dificuldade em lidar com a frustração (AGUIAR et al., 2018).



**Figura 2**

Tela do jogo mostrando uma situação de erro, em que se pode observar a letra E na cor vermelha, indicando a escolha incorreta, pois ela não faz parte da palavra CARINHO. O número de erros é mostrado no canto superior direito da tela e os acertos no canto superior esquerdo.

Inicialmente o jogo foi avaliado por especialistas na área e o objetivo foi avaliar o seu potencial para uso clínico e pedagógico, sendo que algumas modificações foram recomendadas, a saber: aumento do número de personagens que podem ser escolhidos pelo jogador, aumento do número de cenários, modo de visualização dos erros e ajustes nos efeitos sonoros. Após a atualização do jogo, duas etapas de testes foram realizadas com 20 pacientes, crianças e adolescentes autistas com idade entre 8 a 16 anos, em uma Clínica Escola de Terapia Ocupacional.

Os pacientes utilizaram o jogo com o acompanhamento dos pais e terapeutas e o objetivo foi obter uma avaliação geral de todas as pessoas envolvidas no processo. O jogo foi utilizado individualmente pelos pacientes, dentro da prática clínica habitual, sendo apresentado como mais um recurso na rotina de atendimento.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na primeira etapa dos testes os pacientes podiam escolher o nível de dificuldade do jogo entre os níveis fácil, intermediário e difícil. Os resultados das observações

feitas indicaram que a maioria dos pacientes optava pelo nível fácil (mais lento) e, mesmo quando evoluíam no jogo, continuavam escolhendo o mesmo nível. Em alguns casos, esse comportamento levou o paciente ao desinteresse pelo jogo, necessitando a intervenção do terapeuta para dar continuidade ao processo.

A partir dessas observações, a dinâmica da evolução do jogo para a segunda etapa de testes foi alterada para o modo automático, em que a velocidade era incrementada automaticamente em função do desempenho do jogador. Essa etapa de testes foi realizada com os mesmos pacientes, sendo então observado um interesse significativamente maior em continuar jogando. Outro resultado interessante foi a adesão dos adolescentes, pois o jogo foi originalmente projetado considerando aspectos relacionados ao letramento de crianças.

Os terapeutas também reportaram a possibilidade de utilizar o jogo como uma ferramenta para quantificar e avaliar aspectos clínicos, como por exemplo, aspectos relacionados ao desenvolvimento motor dos pacientes. Em um estudo piloto sobre avaliação de crianças com TEA usando jogos de computador, Chen e colaboradores (2019) afirmam que os jogos podem fornecer uma maneira objetiva, motivadora e segura para avaliar o desenvolvimento das crianças.

Os resultados observados nestas primeiras etapas indicam que o JOSELE pode ser uma ferramenta para auxiliar no letramento de crianças com TEA. Embora o jogo não tenha sido utilizado em ambiente educacional, o seu projeto foi baseado nas orientações de especialistas da área, considerando as condições neurológicas associadas aos aspectos educacionais. Malinverni e colaboradores (2017) destacam que a falta de integração de uma equipe multidisciplinar é uma das principais limitações no desenvolvimento de jogos nesta área. Nesse sentido, é importante ressaltar a multidisciplinaridade presente no desenvolvimento do JOSELE, em que, além da equipe de programação, participaram desde o início do projeto, terapeutas ocupacionais especialistas na área de integração sensorial.

## **4. CONCLUSÕES**

Os resultados iniciais com o JS JOSELE foram positivos, indicando que o jogo pode ser utilizado como uma ferramenta de apoio no letramento de crianças com TEA.

O jogo foi utilizado por terapeutas ocupacionais e pacientes, com o objetivo de avaliar o seu potencial para uso terapêutico e educacional. Vários aprimoramentos foram feitos no jogo com base nas observações de como as características do autismo impactavam no seu uso. As modificações efetuadas aumentaram consideravelmente o interesse dos pacientes em continuar jogando, o que estimula e favorece o reforço no aprendizado.

Trabalhos futuros incluem melhoria na forma de configurar o jogo para atender requisitos específicos por paciente, técnicas de Inteligência Artificial para ajustar a dinâmica do jogo com base no comportamento do jogador, além de estudos controlados em ambiente clínico e educacional para avaliar os efeitos do jogo nas variáveis de interesse.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro e institucional da Universidade do Estado de Santa Catarina e da Faculdade Guilherme Guimbala.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIRACHED, B.; ZHANG, Y.; PARK, J. Understanding user needs for serious games for teaching children with autism spectrum disorders emotions. In: **EdMedia+ Innovate Learning**. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2012. p. 1054-1063.

AGUIAR, E. et al. Avaliando Jogos Digitais Educativos para Indivíduos Portadores do Transtorno do Espectro Autista. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education**. 2018. p. 1830.

BOSA, C. Autismo: atuais interpretações para antigas observações. **Autismo e educação: reflexões e propostas de intervenção**, p. 21-39, 2002.

CHEN, J. et al. A pilot study on evaluating children with autism spectrum disorder using computer games. **Computers in Human Behavior**, v. 90, p. 204-214, 2019.

KHOWAJA, K. et al; SALIM, Siti Salwah; AL-THANI, Dena. Components to design serious games for children with autism spectrum disorder (ASD) to learn vocabulary. In: **2018 IEEE 5th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)**. IEEE, 2018. p. 1-7.

MALINVERNI, L. et al. An inclusive design approach for developing video games for children with Autism Spectrum Disorder. **Computers in Human Behavior**, v. 71, p. 535-549, 2017.

MASTROIANNI, B. Autism Spectrum Disorder: Causes, Diagnosis, and Everything About Managing the Condition, 2018. Disponível em: <<https://www.everydayhealth.com/autism/#whyythere'sonlyonetypeofautism>>. Acesso em: 15 março 2020.

NOOR, H. A. M. et al. Serious game for autism children: review of literature. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, v. 64, n. 124, p. 647-652, 2012.

OLIVEIRA, C. et al. Um retrato do autismo no Brasil. **Revista Espaço Aberto USP**, 2015.

SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista brasileira de educação**, n. 25, p. 5-17, 2004.

TEODORO, G. C.; GODINHO, M. C. S.; HACHIMINE, A. H. F. A inclusão de alunos com Transtorno do Espectro Autista no Ensino Fundamental. **Research, Society and Development**, v. 1, n. 2, p. 127-143, 2016.

# **Amplisoft - Prancha de Comunicação Alternativa e Ampliada por figuras para uso pedagógico e educacional**

**Roth, Valmir<sup>1</sup>; Henzen, Alexandre F.<sup>2</sup>; Gusso, Mariana M.<sup>3</sup>; Serur, Gabriele<sup>4</sup>; Nohama, Percy<sup>5</sup>**

1 – Programa de Pós-graduação em Engenharia elétrica e Informática industrial, UTFPR, valmirroth@gmail.com.br

2 – Programa de Pós-graduação em Engenharia elétrica e Informática industrial, UTFPR, alexandre.henzen@korp.com.br

3 – Programa de Pós-graduação em Tecnologia em Saúde, PUCPR; Neuroscience Department, Yale University  
mariana.gusso@yale.edu

4 – Programa de Pós-graduação em Tecnologia em Saúde, PUCPR, gabriele.serur@hotmail.com

5 – Programa de Pós-graduação em Tecnologia em Saúde, PUCPR; Programa de Pós-graduação em Engenharia elétrica e Informática industrial, UTFPR, percy.nohama@pucpr.br

\* - Correspondência: Rua Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba, Paraná, Brasil, 80215-901.

## **RESUMO**

O projeto AMPLISOFT busca potencializar as habilidades de pessoas com necessidades complexas de comunicação, provendo um meio complementar de comunicação e aprendizagem. Este artigo descreve a Nova Prancha de Comunicação (NPC) AMPLISOFT, detalhando as funcionalidades e benefícios. O *software* de CAA aqui apresentado possui recursos singulares em comparação a outros também gratuitos; por exemplo, o algoritmo de predição de figuras/palavras. Os resultados obtidos com testes realizados em bancada e ensaios *in-vivo* apresentaram evidências de que a NPC AMPLISOFT gerou contribuição científica e tecnológica.

**Palavras-chave:** *Prancha de comunicação, Comunicação Alternativa e/ou Ampliada, Tecnologias assistivas.*

## ABSTRACT

*AMPLISOFT project seeks to enhance the skills of people with complex communication needs, providing a complementary means of communication and learning. This article describes the New Communication Board (NCB) AMPLISOFT, detailing its features and benefits. The AAC software presented here has unique features compared to other free software; for example, the word prediction algorithm. The results obtained with tests performed in development bench and essays with people has shown evidence that NCB AMPLISOFT have scientific and technological contribution.*

**Keywords:** *Communication board, Alternative and Augmentative Communication, Assistive Technologies.*

## 1. INTRODUÇÃO

Os distúrbios da fala englobam um amplo espectro de características e peculiaridades (CASTRO e WERTNEZ, 2006). De acordo com a American Speech Language Hearing Association (ASHA) (2016), os Distúrbios da Comunicação são impedimentos na habilidade para receber e processar um sistema simbólico, podendo manifestar-se quanto à audição, linguagem e processos de fala. Eles podem variar em gravidade, origem, nível do déficit (primário ou secundário) e se são combinados ou isolados. Além disso, outros estudos indicam que os distúrbios da comunicação na infância, quando não tratados, podem acarretar graves impactos na vida adulta (LUCIO et al., 2013; PRATES e MARTINS, 2011).

Cada pessoa é singular em suas características, pois as limitações cognitivas ou motoras afetam cada indivíduo com nível de gravidade diferente, o que torna necessária a avaliação minuciosa dos recursos de CAA disponíveis, assim como a avaliação funcional do próprio indivíduo visando a melhor adequação entre a função e o objetivo da tecnologia desejada e suas habilidades remanescentes (MANZINI e DELIBERATO, 2004).

Segundo a ASHA, a CAA inclui diferentes modos de comunicação, ou seja, formas com que as pessoas compartilham ideias e sentimentos sem o uso da fala (AMERICAN SPEECHLANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2018). O objetivo é incorporar as habilidades de comunicação que a pessoa dispuser com os sistemas possíveis, desde simples a complexos (BORTAGARAI e RAMOS, 2013; CESA et al., 2010).

Este artigo descreve uma nova alternativa de sistema CAA, a Nova Prancha de Comunicação (NPC) AMPLISOFT, detalhando suas funcionalidades e os benefícios que podem ser obtidos com o uso da ferramenta. A hipótese que

norteou esse estudo é que a NPC pode melhorar a capacidade de comunicação de pessoas desprovidas da fala, iletradas e com pouca (ou sem) coordenação motora de membros superiores, reduzindo o esforço necessário para que possa existir a comunicação entre a pessoa com dificuldades de fala e seus pares.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A NPC desenvolvida a partir do Sistema AMPLISOFT possui 4 grandes módulos: sendo um específico para uso dos alunos, e os demais, exclusivos para acesso por parte do interlocutor. O usuário interlocutor possui acesso ao cadastro de *corpus* para predição das figuras, dicionário de figuras, e interface de configurações de uso.

A interface principal para o “aluno” é interface com a prancha de comunicação. O uso pode ocorrer com o auxílio de *joystick* ou com o toque direto na tela do dispositivo (se o dispositivo tiver o recurso). A interação consiste na seleção das figuras desejadas pelo usuário, tendo o usuário a possibilidade de exteriorizar do texto vinculado às figuras em forma de áudio utilizando a voz digitalizada do dispositivo.

Para os ensaios *in-vivo*, sob parecer n. 2. 979.775, do Comitê de Ética em Pesquisa da PUCPR, realizou-se um estudo longitudinal com professores da rede pública de ensino do Paraná, composto por um questionário pré-interventivo, o treinamento, 10 sessões ao longo de 1 mês e um questionário pós-interventivo. Esse protocolo foi utilizado para testar a usabilidade do *software* no processo de ensino-aprendizagem de pessoas com necessidades complexas de comunicação.

### 2.1 Detalhamento técnico

A NPC AMPLISOFT foi desenvolvida utilizando tecnologias e conceitos modernos de desenvolvimento de *software*. O código fonte da NPC utiliza como arquitetura o padrão de projeto Model View View Model (MVVM), que foi criado em 2005 por John Gossman. Esse padrão de projeto é utilizado no desenvolvimento de *software* para melhorar a qualidade do código fonte, e permitir que o programador crie códigos e interfaces com fraco acoplamento, ou seja, as interfaces e demais classes não estão acopladas com forte nível de dependência, o que facilita a execução de testes unitários, e manutenção do código fonte (GHODA, 2012).

A NPC possui um pequeno banco de dados interno, do tipo SQLite. É uma biblioteca de código aberto desenvolvido em linguagem C que permite ser



carregado na aplicação, este modelo de bando de dados é indicado para aplicações de pequeno porte que funcionam localmente sem acesso a rede ou a internet (SQLITE, 2019).

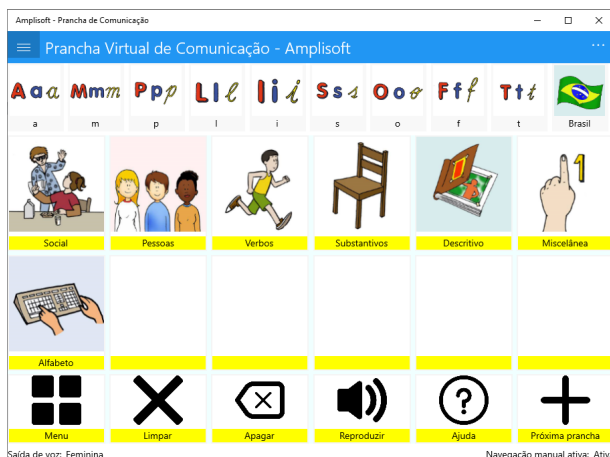
A escolha da técnica de predição de palavras empregada na NPC levou em consideração outro trabalho já realizado na área (JORDAN, 2007; JORDAN et al., 2020), o qual tem apontado o HMM como um método com resultados satisfatórios.

A NPC AMPLISOFT pode ser utilizada com ou sem o recurso de predição das figuras. Durante a inicialização da prancha de comunicação, o *software* carrega os parâmetros definidos pelo usuário. Se foi selecionada a opção de usar o “Menu com predição de Markov”, o sistema localiza todas as “*Start Words*” que são as palavras localizadas no início das frases no corpus carregado e cria o menu de abertura de modo a apresentar primeiramente as figuras com maior número de ocorrências no texto. Caso não esteja ativo, o sistema carrega o menu padrão contendo as 6 categorias (social, pessoas, verbos, descritivo, substantivos e miscelânea) e uma opção de alfabeto.

Depois de inicializado o *software* e realizada a primeira interação (seleção de uma das figuras exibidas), todas as interações seguintes passam a ser processadas pelo algoritmo de predição de palavras, o qual tem a função de identificar e filtrar as possíveis próximas interações do usuário. Uma vez selecionada uma figura, o *software* identifica a palavra/termo que está associado à figura e o algoritmo de predição de figuras faz buscas pelas possíveis palavras sucessoras. A lista com as palavras previstas e carregadas em um dicionário em memória, para cada palavra o *software* busca no dicionário uma figura correspondente. Quando o número de figuras excede ao limite de 12 figuras que podem ser apresentadas simultaneamente, o *software* separa em grupos de 12 figuras criando uma lista de pranchas, adicionando a cada prancha 12 das figuras.

### 3. RESULTADOS

A NPC AMPLISOFT é promissora quanto à facilidade de uso pois, independentemente do dicionário catalogado, o esforço em número de *clicks* para o usuário localizar o elemento desejado torna-se pequeno uma vez que são expostas ao usuário apenas as imagens relacionadas ao contexto em uso (ver Leiaute, Figura 1).



**Figura 1**  
Leiaute nova Prancha de Comunicação- AMPLISOFT.

No modelo atual de *softwares* de pranchas de comunicação as imagens são exibidas de modo sequencial ou em ordem alfabética, distribuídas dentre as categorias que são exibidas como menu de navegação. Esse modelo de uso de prancha de comunicação quando utilizado com um número grande de figuras, como é o caso da NPC com 2000 figuras, embora funcional, exige um esforço e tempo maior por parte do usuário, para localização do elemento desejado na prancha de comunicação, tendo em vista que o elemento desejado pode ser o último da lista ou o primeiro, a depender única e exclusivamente da ordenação alfabética.

Os resultados do teste de bancada mostraram, por meio de um *corpus* de 47 palavras, que após inferência do algoritmo o usuário tem no máximo 4 possibilidades de escolha para cada interação realizada na prancha. A fim ilustrar com um exemplo prático da vida real o fato supra citado, utilizou-se a métrica de comparar o esforço utilizando os dois modelos de *software* (Prancha Virtual Livre (PVL) e a NPC AMPLISOFT) para produção de uma mesma frase, a frase foi “eu quero comer carne”. Os dados referentes à base de figuras e suas classificações são:

**Sujeitos da oração:** 9 possibilidades disponíveis.

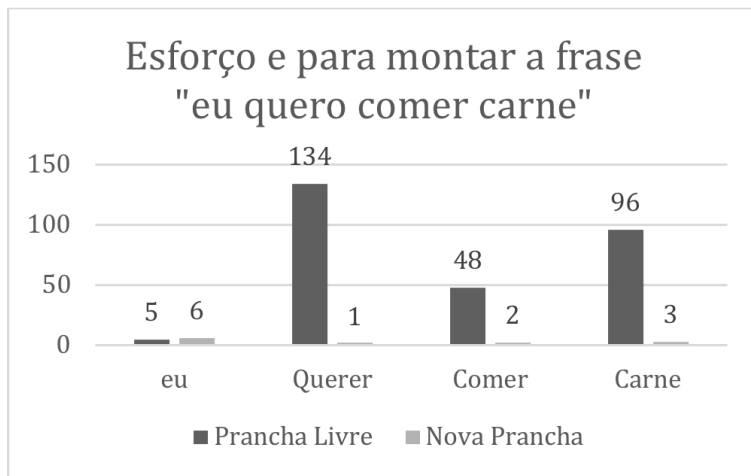
**Verbos:** 134 possibilidades.

**Substantivos:** 374 possibilidades.

Em ambos os aplicativos, na primeira seleção tem-se um tempo similar, pois algoritmo ainda não entrou em ação, tendo em vista o estado inicial vazio. A partir do segundo passo, a PVL continua a percorrer todas as imagens em ordem alfabética até encontrar o termo que o usuário deseja. O esforço e o tempo são elevados se comparados com a NPC AMPLISOFT. Contando o número de

elementos que o usuário precisa percorrer visualmente para localizar a segunda palavra, “quero”, que não conjugada, é exibido o termo “querer”, são 134 elementos.

A Figura 2 exibe um gráfico comparativo do esforço entre as duas soluções, o qual mostra que o total de figuras visualizadas até gerar a comunicação, utilizando a PVL foi de 283 figuras, Já para a NPC, este número cai para 12 figuras, que corresponde a 4% do esforço em relação à versão anterior.



**Figura 2**

Esforço medido em número de elementos percorridos até chegar a opção desejada.

Para os testes *in vivo*, foram selecionadas 10 professores do sexo feminino, atuantes na área da educação especial em escolas da rede **pública do estado do Paraná**. Durante a fase de avaliação com o aluno, uma das voluntárias desistiu de participar em função das características de seu aluno, que não se adaptou ao uso do Tablet. Com isso, ficaram 9 participantes.

As professoras (n=9, idade: 49.88+-11.17) tinham formação em pedagogia (n=6), ou outras licenciaturas, somente uma relatou já ter feito uso de CAA. Entre elas, 55,6% afirmou já conhecer a CAA. Duas participantes relataram já ter utilizando outras ferramentas de CAA. Em relação à frequência de uso da prancha, a facilidade, a aprendizagem e a comunicação com o aluno, os dados estão na Tabela 1.

Item avaliado	Escala de 0 a 5	Média	Interpretação
Frequência do uso	0- nunca 5- sempre	2,5	Frequente
Facilidade do uso	0- muito fácil 5- muito difícil	3,1	Fácil
Aprendizagem do aluno		3,2	Fácil
Comunicação com o aluno		3,8	Fácil

**Tabela 01**  
Dados referente a usabilidade da prancha.

Ademais, as voluntárias demonstraram dificuldade na aplicação do recurso de CAA de alta tecnologia (n=55%). No entanto, ressalta-se que a principal queixa por parte das professoras não foi a dificuldade com o *software*, mas com o equipamento que tinham disponível para uso do *software*, este sendo um *Tablet* da marca Multilaser de 7 polegadas, com tela sensível ao toque, do tipo capacitivo.

## 4. CONCLUSÕES

Na NPC AMPLISOFT, implementou-se um algoritmo de predição de palavras para predição de figuras baseado em HMM, associado a elementos de usabilidade, o que que simplificou o processo de localização das figuras. Os resultados dos testes realizados permitem concluir que o *software*, objeto de estudo desta pesquisa, deixou disponível um novo modelo de *software* de CAA para uso em pranchas de comunicação com figuras. Até a data desta pesquisa, não foi localizado na literatura nenhum *software* gratuito de prancha de comunicação que empregue um algoritmo de predição de palavras baseado em HMM, para filtro e listagem das figuras similar ao desenvolvido nesta pesquisa, sendo este, portanto, o primeiro a testar a técnica de prancha de comunicação por imagem empregando predição de palavras.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processo nº 314241/2018-3), Fundação Araucária e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Brasil (Código de Financiamento 001), para bolsas de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE- HEARING ASSOCIATION. Meaning of Communication Disorders. 2016. Disponível em < [ajslp.pubs.asha.org](http://ajslp.pubs.asha.org)>. Acesso em 05 mai. 2019.

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. Communication Services and Supports for Individuals with severe disabilities: FAQs. 2018.

BORTAGARAI, F.; RAMOS, A. P. A Comunicação Suplementar e/ou alternativa na sessão de fisioterapia. **Revista CEFAC**, v. 15, n. 3, p. 561–571, 2013.

CASTRO, M.M.; WERTZNER, H.F. Estimulabilidade e tipos de erro de fala. **Rev Soc Bras Fonoaudiol.**, v. 11, n. 1, p.1-9, 2006.

CESA, C. C.; RAMOS-SOUZA, A. P.; KESSLER, T. M. Novas perspectivas em comunicação suplementar e/ou alternativa a partir da análise de periódicos internacionais. **Revista CEFAC**, v.12, n. 5, p. 870–880, 2010.

GHODA, A. **Windows 8 MVVM Patterns Revealed Covers both c# and JavaScript**. 2012.

JORDAN, M. **Predição de palavras baseada em modelos ocultos de Markov**. 2007. Número de volumes ou folhas. Dissertação Mestrado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

JORDAN, M; NOGUEIRA NETO, G. N.; BRITTO JR., A. S.; NOHAMA, P. Virtual keyboard with the prediction of words for children with cerebral palsy. *Computer Methods And Programs In Biomedicine*, v. 192, 2020.

LÚCIO, G.S.; PERILO, T.V.; VICENTE, L.C.; FRICHE, A.A. Impacto dos distúrbios da fala na qualidade de vida: proposta de questionário. **CoDAS**, v. 25, n.6, p. 610- 613, 2013.

MANZINI, E.J.; DELIBERATO, D.E. **Recursos para comunicação alternativa**. 2004.

PRATES, L.P.; MARTINS, V.O. Distúrbios da fala e da linguagem na infância. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 21, n.4. 2011.

SQLITE. **About SQLite**. 2019. Disponível em < <https://sqlite.org/about.html>>.



# 5. EDUCAÇÃO





# Sistema de Informação Acessível para auxílio em Design de Exposições

Yasuda, Kamila Tizumi<sup>1</sup>; Medeiros, Cindy Renate Piassetta Xavier<sup>2</sup>

1 – Departamento de Desenho Industrial, UTFPR, kamyas@alunos.utfpr.edu.br

2 – Departamento de Desenho Industrial, UTFPR, cindyrpm@utfpr.edu.br

Correspondência: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças,  
Curitiba, PR, Brasil, 80230-901

## RESUMO

É necessário garantir o acesso de todos, sem exceção, à educação e cultura. O presente trabalho buscou projetar um Sistema de Informação Acessível para auxílio em Design de Exposições para a melhor experiência de visitantes com baixa visão em museus e galerias de arte. Seguindo a metodologia de Frascara (2017) foram utilizadas pesquisas exploratórias e bibliográficas para definir e alcançar os objetivos do projeto. Foram especificadas as funções do aplicativo e seus modos de uso a partir dos princípios do Design Universal. Ao projetar para as diferenças, é possível gerar funcionalidades que ampliem o escopo de usuários.

**Palavras-chave:** *Design Universal; Acessibilidade; Sistema de Informação Acessível; Design de Exposições; Baixa Visão.*

## ABSTRACT

*It is necessary to guarantee access for all, without exception, to education and culture. The present work sought to design an Accessible Information System for Exhibition Design Assistance for the best experience of visitors with low vision in museums and art galleries. Following Frascara (2017)'s methodology, exploratory and bibliographic research were used to define and achieve the project's objectives. The functions of the application and their modes of use were specified based on the principles of Universal Design. When designing for differences, it is possible to generate functionality that broadens the scope of users to the area of the Assistive Technology, Design, Engineering and health.*

**Keywords:** *Universal Design; Accessibility; Accessible Information System; Exhibition Design; Low Vision.*

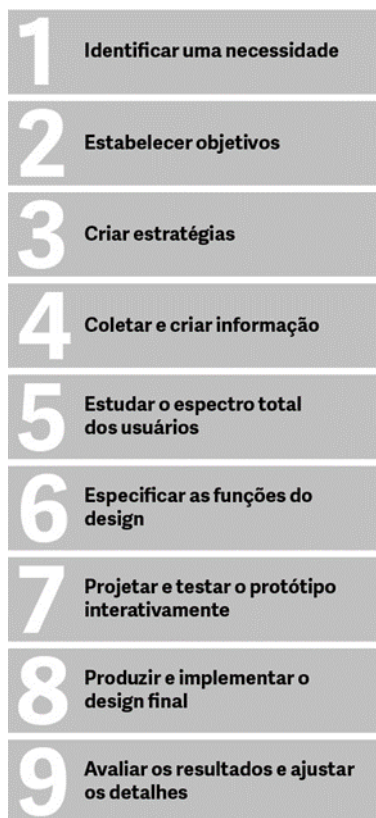
## 1. INTRODUÇÃO

Os espaços expositivos trabalham como intermediadores de comunicação entre criadores, curadores e o público. Museus e galerias de arte abrigam obras de arte e artefatos que preservam e divulgam criatividade e conhecimento ao longo dos anos, sendo o berço e casa de novas ideias, aprendizados e discussões sobre os mais variados tópicos. Por este motivo, estes espaços recebem visitantes de variadas idades e origens – e é necessário trabalhar para que todos se sintam pertencentes e confortáveis dentro destes ambientes para garantir uma experiência positiva. Portanto, quando se trata de educação e cultura, é necessário compreender a diversidade das pessoas e trabalhar para a inclusão de todos sem exceção.

A partir destas considerações e utilizando princípios de um Design de Experiência do Usuário (UX) inclusivo foi proposto um sistema de informação acessível para o design de exposições cujo é tornar espaços culturais mais acessíveis e possibilitar a maior autonomia e facilidade de aprendizado a visitantes com deficiências visuais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a fundamentação teórica deste estudo foram utilizados conceitos sobre Design Universal (STORY, 2011), Design de Exposições (DEAN, 2002), UX Acessível (HORTON e QUESENBERRY, 2014), *Wayfinding* Digital (ROUNDEL e DALTON MAAG, 2013) e abordagens multi-sensoriais para audiodescrição de artes visuais (NEVES, 2012). De caráter exploratório, esta pesquisa utilizou a metodologia de Frascara (2017) para identificar necessidades relacionadas à acessibilidade em espaços expositivos e criar estratégias para melhorar a experiência dos visitantes com baixa visão (Figura 01).



**Figura 01**  
Metodologia de Frascara (2017) simplificada

Os objetivos do projeto foram estabelecidos por meio do levantamento de dados sobre a acessibilidade dentro de museus e sobre o público-alvo. Para tanto, foram realizadas pesquisas em campo para identificar pontos de melhoria em espaços expositivos locais e simulações de deficiências visuais a partir da utilização de fotos (Figura 02) para avaliar o contexto da experiência geral do usuário.



**Figura 02**  
Simulações de deficiências visuais

Em seguida, foi realizada a coleta de informações sobre o espectro total de usuários a partir do levantamento de números do Instituto Nacional de Geografia e Estatística (IBGE) sobre pessoas com deficiências visuais no Brasil. Em 2010, o censo do IBGE identificou que 23,9% da população brasileira possui alguma deficiência, o que representa aproximadamente 45,6 milhões de pessoas. A pesquisa também revelou que a deficiência mais comum declarada entre os entrevistados foi a deficiência visual, correspondendo a cerca 3,5% da população total do país.

Após a coleta de dados, foram utilizadas informações levantadas por Horton e Quesenbery (2014) (Figura 03) para a criação de um design de interface acessível.

Objetivos do produto	Necessidades do Usuário
Projetar para as diferenças	Finalidade clara
Construir uma estrutura sólida	Fácil interação
Criar uma apresentação limpa	Wayfinding útil
Mídia acessível	Linguagem simples
Usabilidade universal	

**Figura 03**  
Princípios de Horton e Quesenbery (2014) sumarizados

Os objetivos foram categorizados entre os princípios que envolvem a criação da interface e aqueles que são relacionados à melhor experiência do usuário durante as tarefas executadas. Por fim, a usabilidade universal converge as duas categorias, uma vez que é essencial para a formulação e projeção do aplicativo e pela utilização pelo usuário.

### 3. RESULTADOS

Para que a experiência dos visitantes em museus e galerias seja satisfatória, é importante providenciar diferentes mídias para que as informações estejam disponíveis para todos. Em museus, podem ser utilizados áudios, vídeos com legendas, fotografias detalhadas, entre outros canais de informação para que todos os visitantes consigam ter uma experiência satisfatória durante sua visita.

Portanto, após coleta de informações e a verificação de requisitos do projeto, foram especificadas as funções do aplicativo e projetado o *layout* do sistema de informação acessível para design de exposição em museus, buscando atender os princípios de um UX inclusivo. Horton e Quesenbery (2014) afirmam que existem abordagens diferentes quando se trata de acessibilidade. Entre elas, o design universal engloba elementos que funcionam para todos, independentemente do modo de interação escolhido.

Segundo Dean (2002, p. 16), “quando o estudo é guiado por rotulagem ou documentação interessante e compreensível, o aprendizado ocorre sem coação ou desconforto”<sup>1</sup>. Portanto, foram definidas ferramentas multimídia que possibilitam

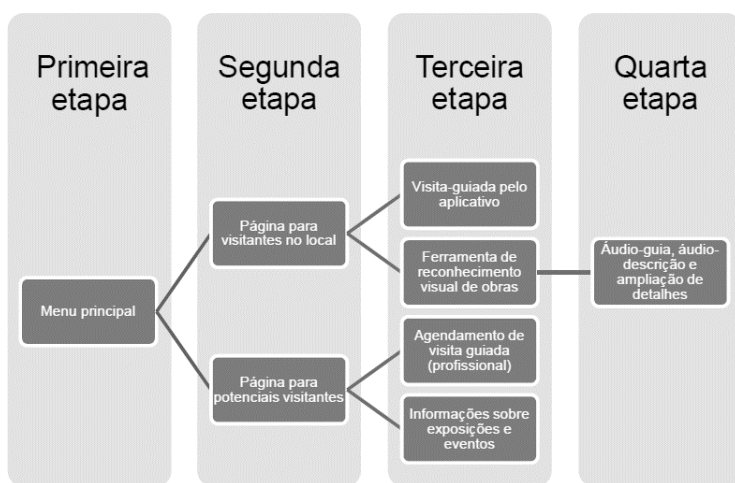
1 Tradução livre de “When study is guided by interesting and understandable labeling or documenting, learning occurs without duress or discomfort”.

a interação dos visitantes de forma compreensiva para que o aprendizado e a comunicação no espaço artístico sejam mais bem integrados.

Uma das ferramentas de acessibilidade definidas é o reconhecimento visual de obras conhecido como VisRec. Wein (2014, p. 635) afirma que o reconhecimento visual “[...] permite que os usuários reconheçam as obras de arte apontando seus celulares para uma obra de arte, seguindo os padrões habituais de tirar uma foto.”<sup>2</sup> A utilização desta ferramenta, portanto, proporciona aos visitantes uma interação intuitiva, espontânea e familiar, podendo ser comparada a outros métodos aplicados em museus para reconhecimento de obras, como o os códigos QR e *keypads*.

Os áudio-guias também foram definidos para a utilização dentro do sistema, uma vez que este tipo de interação multimídia possibilita que o visitante tenha um engajamento com a obra sem necessariamente redirecionar sua atenção para outros focos da exposição. As descrições em áudio permitem o aprendizado dos visitantes por meio da comunicação de dados sobre a obra, movimentos artísticos e detalhes importantes sobre o que é exposto.

O sistema foi projetado para as diferenças, buscando construir uma estrutura confiável e segura que possibilite ao usuário utilizar o produto com facilidade e satisfação por meio da utilização de linguagem simples, indicações autoexplicativas e informações dispostas para o fácil entendimento. Para isso, foi construído um sistema de *wayfinding* (Figura 04) visando disponibilizar uma hierarquia lógica entre as páginas e os elementos visuais do aplicativo do sistema de informação.



**Figura 04**

Mapa de páginas do aplicativo do sistema

---

2 Tradução livre de “[...] enables users to automatically recognize artworks by pointing the smartphone’s camera at an artwork, following habitual patterns of taking a photo”.

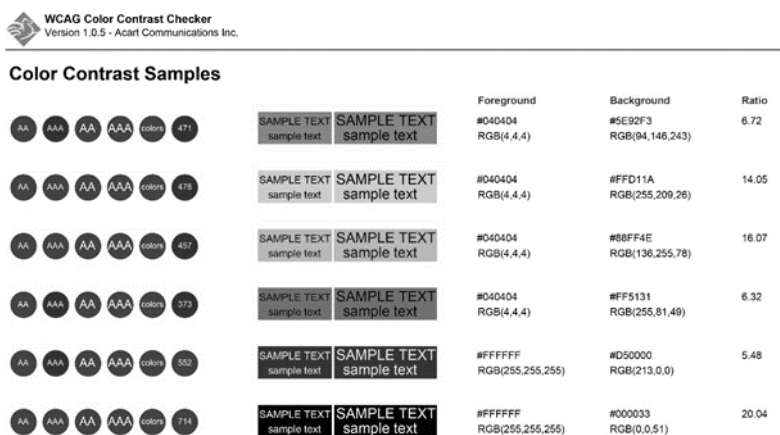
Além disso, foram estabelecidos no sistema de informação a utilização de ferramentas para o uso equitativo pelos usuários como a regulagem de tamanho das fontes e contraste para a flexibilidade no uso do sistema, a aplicação de ícones e legendas para facilitar a navegação e leitura do aplicativo e a comunicação das funções ao usuário e a presença de telas de confirmação para tarefas como a solicitação de monitores caso o usuário clique acidentalmente no comando.

A criação do *layout* também levou em consideração os princípios do Design Universal. Para a seleção da fonte (Figura 05), foi escolhida uma fonte sem serifa, humanista, com letras de formatos diferentes, facilitando a leitura por pessoas com dislexia e outras deficiências visuais: a Adelle Sans.



**Figura 05**  
Fontes utilizadas na interface do sistema

Para a melhor legibilidade da interface, as cores foram selecionadas de acordo com as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG), que estabelecem que a proporção mínima de contraste de cores para a acessibilidade seja 4,5. Utilizando ferramentas de cálculo da claridade de cores (Figura 06), foi estabelecida a paleta de cores a serem utilizadas na interface do sistema.

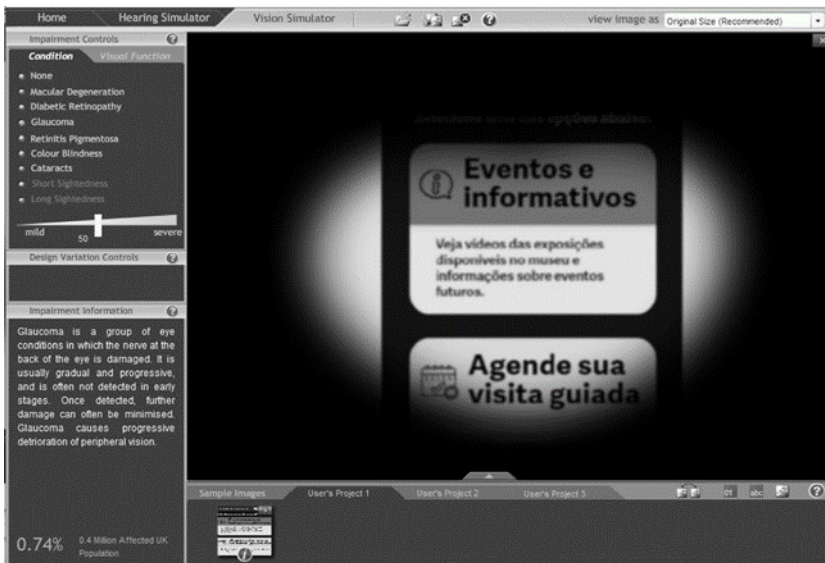


**Figura 06**  
Ferramenta de verificação de contraste

Após a criação do *layout* do design de interface, foi desenvolvido um protótipo e a partir dele foram realizadas diferentes simulações de conceito para a validação do design e ajustes no *layout* do aplicativo para que sua utilização se tornasse mais simples, intuitiva e compreensível para todos.

A fase de testes com usuários foi realizada a partir de quatro tipos de simulações no protótipo virtual deste projeto, realizado utilizando o *software* Adobe XD (Figura 07).

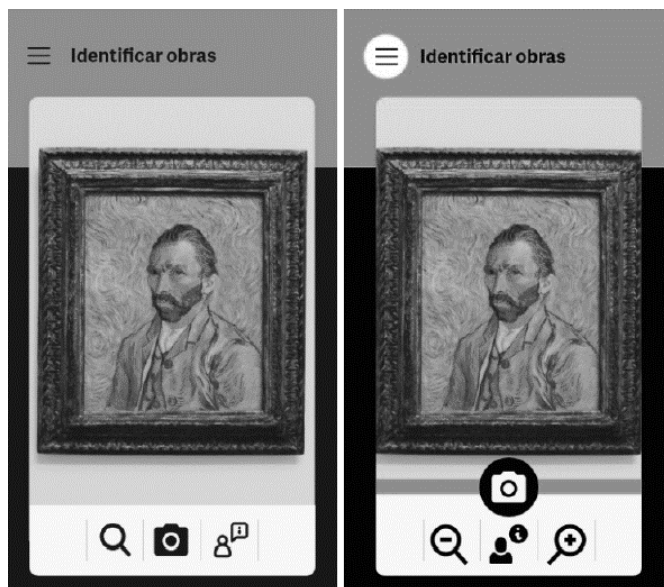
- Teste com usuário com deficiência visual (catarata);
- Teste com usuário com visão normal;
- Teste com usuário utilizando o simulador de deficiências visuais em óculos de realidade virtual;
- Teste utilizando o simulador de deficiências visuais no *desktop*.



**Figura 07**  
Simulador de deficiências visuais no desktop

A partir dos resultados das simulações e da análise dos *feedbacks* dos usuários, o *layout* foi alterado (Figura 08) para que a utilização do aplicativo fosse mais fácil e intuitiva, possibilitando que os usuários pudessem explorar o aplicativo sem dificuldades.





**Figura 08**  
Antes e depois da alteração do layout do aplicativo

## 4. DISCUSSÃO

O Sistema de Informação acessível para auxílio em Design de Exposições buscou uma forma de realizar a mediação do visitante de baixa visão leve ou moderada no museu, destacando a visualização das informações apresentadas para o aprendizado dos visitantes em espaços expositivos. Contempla funcionalidades como áudios, vídeos com legendas, fotografias detalhadas, entre outros canais de informação que possibilitam uma experiência mais acessível e motivadora em museus.

Com a tecnologia proposta e interface projetada para o Sistema de Informação Acessível podem ser geradas outras propostas de funcionalidades permitindo servir de parâmetro para outras diferentes aplicações e atender pessoas que possuem a perda total da visão, uma vez que o projeto segue as diretrizes do Design Universal, que visa suprir a necessidade de todos.

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho visou atender os princípios de um UX inclusivo projetado para as diferenças, possuindo finalidade clara, de com fácil interação e navegação,

e uma linguagem simples, dispondo de informações voltadas para o fácil entendimento e compreensão pelo usuário. As pesquisas de campo e as leituras possibilitaram a percepção da importância e necessidade da criação de designs inclusivos, que garantem que a experiência de todos seja melhor.

O desenvolvimento do projeto do Sistema de Informação Acessível para auxílio em Design de Exposições possibilitou a pesquisa de novas tecnologias móveis e fixas que podem ser integradas para a melhor experiência do visitante futuramente em espaços expositivos.

É necessário construir pontes e reconstruir ideias e pensamentos, quebrando paradigmas e construindo novos valores. É preciso buscar sempre novas formas de fazer com que todos, sem exceção, se sintam aceitos e tenham seus direitos garantidos. Desta forma, para estudos futuros, é sugerido incorporar outras tecnologias que permitam ampliar ainda mais o escopo do público beneficiado pelo Sistema de Informação Acessível criado, constituindo um sistema ainda mais sofisticado de integração, educação e acessibilidade dentro dos museus.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALDWELL, Ben, et al. **Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.0**. Recomendação W3C de 11 Dezembro de 2008, 2014. Disponível em: <<https://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-br/WCAG20-pt-br-20141024/>>. Acesso em: dez. 2020.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. **Características da população, religião e pessoas com deficiência**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd\\_2010\\_religiao\\_deficiencia.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf)>. Acesso em: dez. 2020.

DEAN, David. **Museum exhibition: Theory and practice**. Routledge, 2002.

FRASCARA, Jorge. **Enseñando Diseño**. Infinito, 2017.

HORTON, Sarah; QUESENBERRY, Whitney. **A web for everyone: Designing accessible user experiences**. Rosenfeld Media, 2014.

NEVES, Josélia. Multi-sensory approaches to (audio) describing the visual arts. **MonTI**. Monografías de Traducción e Interpretación, v. 4, p. 277-293, 2012.

ROUNDEL; DALTON MAAG. Digital Wayfinding: guidelines for digital signage. In: **DBA Inclusive Design Challenge 2003**. Design Business Association, 2013.

STORY, Molly Follette. The Principles of Universal Design. In: PREISER, Wolfgang F. E; SMITH, Korydon H. **Universal Design Handbook**, v. 2, p. 58-67, 2011.

WEIN, Leonard. Visual recognition in museum guide apps: do visitors want it?. In: **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. ACM, 2014. p. 635-638.

# **User-Capacity Toolkit: Painéis de Síntese Visual como interface de discussão para equipes multidisciplinares**

**Pichler, Rosimeri Franck<sup>1</sup>; Merino, Giselle S. A. D.<sup>2</sup>**

1 – Núcleo de Design e Comunicação/CAA, UFPE, rosimeri.pichler@ufpe.br

2 – Dep. de Design e Expressão Gráfica, UFSC e UDESC, gisellemerino@gmail.com

Correspondência: Centro Acadêmico do Agreste – CAA, Rodovia BR 104, KM 59, SN – LabDIn - Bloco 32, Nova Caruaru, Caruaru, Pernambuco, Brasil, 55014-900.

## **RESUMO**

Este artigo tem como objetivo apresentar os Painéis de Síntese Visual do *User-Capacity Toolkit* (U-CT), suas partes e funcionamento, além de relatar a percepção de uso das equipes de projeto quanto a sua eficiência na visualização de dados e na tomada de decisão. Para isso, realizou-se a aplicação do U-CT com equipes multidisciplinares no desenvolvimento de um projeto simulado, e a avaliação por meio da observação assistemática e de Grupo Focal. Conclui-se que os Painéis de Síntese Visual serviram como plataforma de discussão em equipe, auxiliando na tomada de decisão consensual e na visualização das informações mais importantes para o projeto.

**Palavras-chave:** Design, Design Inclusivo, Tecnologia Assistiva.

## **ABSTRACT**

*This article aims to present the Visual Synthesis Panels of the User-Capacity Toolkit (U-CT), their parts and functioning, in addition to reporting the perception of the use of project teams as to their efficiency in data visualization and decision-making process. For this, the U-CT was applied with multidisciplinary teams in the development of a simulated project, and the evaluation through unsystematic observation and focus group. As conclusion, the Visual Synthesis Panels served as a platform for team discussion, assisting in consensual decision-making and visualization of the most important information for the project.*

**Keywords:** Design, Inclusive Design, Assistive Technology.

## 1. INTRODUÇÃO

Projetos que envolvem pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida representam um grande desafio às equipes, por envolver um grande volume de dados sobre os usuários e necessitar uma gestão e comunicação eficiente para que esses se transformem em informações relevantes ao desenvolvimento de projetos de Tecnologia Assistiva (TA). Além disso, esses projetos normalmente envolvem profissionais de diversas áreas do conhecimento, cuja multiplicidade de pontos de vista, podem tornar o processo de tomada de decisão moroso e conflituoso, sendo ainda incipiente o entendimento de como o conhecimento pode ser melhor coordenado, comunicado e compartilhado em equipes multidisciplinares (CARPES JUNIOR, 2014; CASAKIN; BADKE-SCHAUB, 2013; FORSBERG; et al, 2005).

Nesse sentido, o design compreende um processo de tomada de decisão consciente, que transforma a informação obtida em um resultado (tangível ou intangível), o qual necessita um adequado gerenciamento das informações e conhecimentos entre os envolvidos por meio da aplicação de ferramentas e técnicas que sirvam de suporte ao desenvolvimento (VON STAMM, 2008; JERRARD; HANS, 2008). Moraes (2010) corrobora com essa visão ao afirmar que o profissional de design, por lidar com cenários cada vez mais complexos, necessita criar sistemáticas que permitam gerenciar essa complexidade, isolando informações para que sejam analisadas separadamente, aumentando assim a probabilidade de acertos ao longo do processo de projeto.

Com o intuito de solucionar alguns destes problemas no processo de projeto de Tecnologias Assistivas (TA), Pichler (2019) desenvolveu o *User-Capacity Toolkit* (U-CT), que visa auxiliar as equipes multidisciplinares nas etapas de levantamento, organização e análise de dados. O U-CT é composto por Manual de Instruções e 4 ferramentas, a saber: Guia de Coletas Subjetivas, Guia de Coletas Objetivas, Guia de Conversão e Painéis de Síntese Visual (PICHLER, 2019). Assim, este artigo tem como intuito apresentar os Painéis de Síntese Visual, suas partes e funcionamento, além de relatar a percepção de uso de equipes multidisciplinares quanto a sua eficiência na visualização de dados e tomada de decisão em projetos de TA. Cabe ressaltar, que os resultados apresentados neste artigo compreendem um recorte da tese de doutorado e Pichler (2019) sob orientação da Prof. Dra. Giselle S. A. D. Merino, e com apoio da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa se classifica como de natureza aplicada, de objetivo explicativo e de abordagem qualitativa. Com relação aos procedimentos técnicos, classifica-se

como de levantamento, por meio da realização de observações assistemáticas e grupo focal (GIL, 2010). A avaliação foi realizada mediante aplicação do U-CT com alunos de graduação e pós-graduação em áreas relacionadas (design, engenharia, saúde) no desenvolvimento de um projeto simulado. Neste artigo, serão evidenciados os relatos relacionados à utilização dos Painéis de Síntese Visual, que compreende a 4ª ferramentas do U-CT, e que visa auxiliar na sintetização dos dados, na discussão em equipe e na visualização das informações de projeto.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina, mediante parecer substanciado emitido no dia 24 de junho de 2018, nº 2.732.152.

### 3. RESULTADOS

O U-CT foi desenvolvido de março de 2017 a julho de 2018, e sua avaliação ocorreu de junho a agosto de 2018. Participaram da avaliação 3 equipes de projeto, formadas por 6 ou 7 profissionais das áreas do Design, da Engenharia e da Saúde. Sendo assim, obteve-se o número total de 20 participantes, dos quais 14 relataram ter experiência no desenvolvimento de projetos de TA.

#### Painéis de Síntese Visual: suas partes e funcionamento

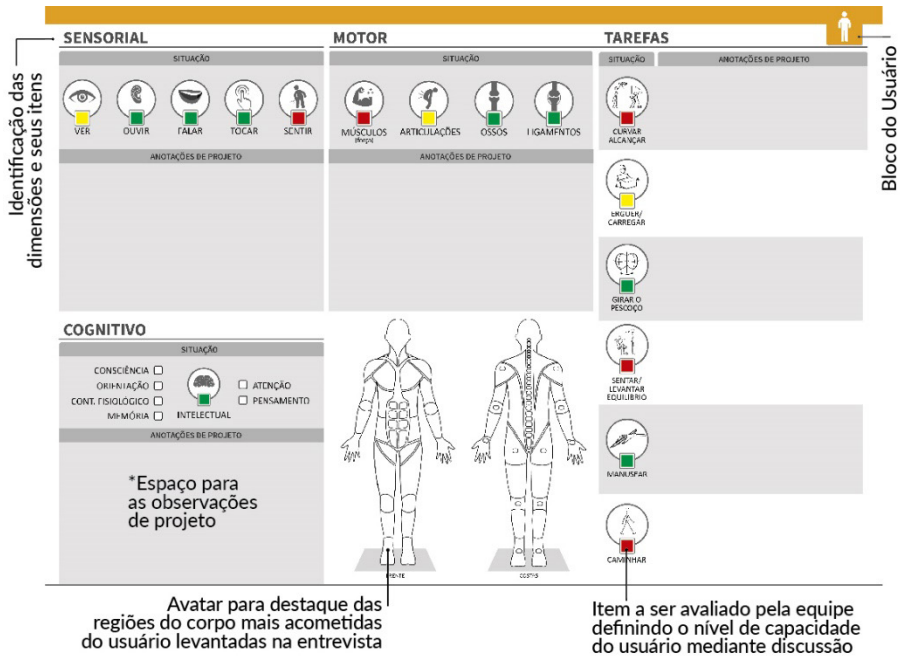
O U-CT sugere a realização de 4 passos, que orientam o processo de projeto de TA, e a utilização de 4 ferramentas, que visam auxiliar os projetistas na execução das atividades de levantamento, organização e análise de dados (PICHLER, 2019). A Figura 1 apresenta os passos do U-CT, bem como a distribuição das ferramentas em cada passo, e uma breve descrição de suas finalidades.



**Figura 01**

Passos e ferramentas do *User-Capacity Toolkit*. Fonte: PICHLER, 2019.

Na figura 1, observa-se que o passo levantar compreende a coleta de dados qualitativos e quantitativos com o usuário e demais envolvidos, a fim de retornar um panorama geral e completo sobre as condições do usuário, sua percepção quanto ao possível produto e sobre o contexto de uso. Após, a equipe de projeto inicia os passos converter e analisar, realizados concomitantemente, utilizando como interface de discussão, os painéis de síntese visual (Figura 2).



**Figura 02**  
Painéis de Síntese Visual do Usuário. Fonte: PICHLER, 2019.

No Guia de Conversão, a equipe encontra instruções de como avaliar cada item coletado, por meio da discussão, até chegar ao consenso e a definição do nível de capacidade do usuário para cada item. Tendo definido o nível, a equipe prossegue com o preenchimento dos painéis de síntese visual, pintando o item correspondente de: verde, quando a equipe considerar que o item não representa um dificultador ou barreira para o uso do produto, sendo este um item de baixa prioridade para o seu desenvolvimento; amarelo, quando a equipe considerar que o item representa um dificultador no uso do produto, sendo este um item a ser considerado com atenção no desenvolvimento do produto; e vermelho, quando a equipe considerar que o item representa uma barreira ou peça o uso do produto, sendo este um item a ser considerado como primordial no desenvolvimento do produto.

Após a conversão de todos os itens nos painéis de síntese visual, a equipe inicia a geração de observações de projeto. Para isso, é sugerido que a equipe selecione um membro para mediar a seção, o qual poderá fazer uso das instruções presentes no Guia de Conversão. O mediador deverá questionar os participantes, levando em consideração as capacidades e limitações identificadas sobre o usuário, instigando a geração de ideias para que o produto atenda as demandas específicas de cada usuário. Em seguida, as observações são registradas em campos específicos disponíveis nos painéis de síntese visual. Para facilitar as anotações e tornar mais ágil e flexível esse processo, sugere-se o uso de bilhetes autoadesivos (*post-it*), podendo a equipe criar hierarquias por cores, e o tempo médio de 20 minutos para discussão de cada item.

### Avaliação: percepção de uso quanto sua utilização em projetos

As equipes que fizeram uso do U-CT no desenvolvimento do projeto simulado, avaliaram positivamente os Painéis de Síntese Visual (Figura 3), concordando que eles são de preenchimento fácil e ágil (18 participantes), que geram anotações importantes para o desenvolvimento do projeto (19 participantes), que o uso de bilhetes autoadesivos facilitou o processo de discussão em equipe (20 participantes) e que os painéis auxiliaram na visualização dos dados coletados, estimularam e orientaram a discussão em equipe (20 participantes).

De modo geral, os participantes ressaltaram que a interface visual oportunizada pelos painéis ajudou na participação de todos os integrantes da equipe nos processos de tomada de decisão, conforme pode ser observado nos relatos: *‘Esta forma visual ajuda na participação de todos os integrantes da equipe’*; *‘Facilita muito a visualização das informações’*; *‘Gostei bastante da parte final dos painéis, da dinâmica em equipe que isso proporcionou, também da parte visual, bem esclarecida. Parece até que abriu mais a mente’* (Relato Grupo Focal apud Pichler, 2019).

#### PASSO 4 - ANALISAR

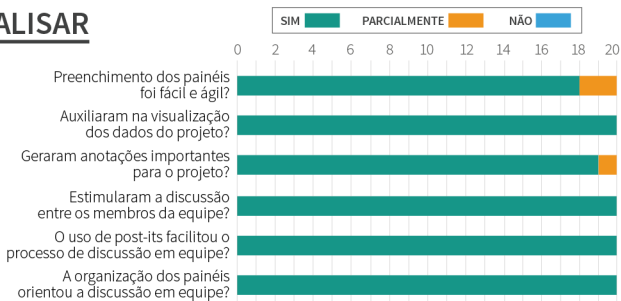


Figura 03

Percepção de uso dos Painéis de Síntese Visual pelas equipes. Fonte: PICHLER, 2019.

Além disso, durante o Grupo Focal, os participantes ressaltaram que o uso dos Painéis de Síntese Visual facilitou a discussão em equipe por dar visibilidade às informações do projeto, por facilmente poderem ser alteradas e complementadas, tornando o processo mais ágil e incentivando a criatividade do grupo. Tais constatações são relatadas no trecho: *‘[...] quando a gente chega aqui (painéis de síntese visual), a gente já tá íntimo do que está sendo feito, então fica natural assim, não tem que ah, temos que pensar nisso aqui, aconteceu naturalmente, e não é comum acontecer isso’* (Relato Grupo Focal apud Pichler, 2019).

Os participantes também destacaram o uso dos painéis como interface de discussão em equipe, evidenciando e tornando muito prática a identificação das questões principais a serem discutidas, tanto pelo uso dos ícones como das cores (vermelho, amarelo e verde), conforme consta no seguinte trecho relatado: *‘ele ajuda na objetividade, fica muito mais direto assim, e isso também, não só nos ícones como nas cores, porque o que aconteceu, a gente começou a dar mais atenção ao que era amarelo e vermelho, automaticamente’* (Relato Grupo Focal apud Pichler, 2019).

Também foi possível observar que, embora todas as equipes tenham trabalhado com os mesmos dados sobre o usuário, o contexto e o produto, os itens preenchidos com os níveis de capacidade, provenientes da discussão e consenso de cada equipe, foram diferentes, gerando Painéis de Síntese Visual distintos, como pode ser observado nos registros da Figura 4.



**Figura 04**

Registros do preenchimento dos Painéis de Síntese Visual. Fonte: PICHLER, 2019.



Tal observação demonstra que o U-CT não tem o intuito de padronizar o processo de criação, mas sim, auxiliar as equipes na discussão e na tomada de decisão por consenso. Sendo assim, os Painéis de Síntese Visual atuam realmente como interfaces interativas, que não moldam o pensamento da equipe, mas sim, incentiva a criatividade por meio da visualização das principais informações do projeto.

## 4. DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos na aplicação prática o UCT, pode-se perceber a importância dos Painéis de Síntese Visual como interfaces visuais que concentraram a discussão em equipe sobre os dados coletados sobre o usuário, o produto e seu contexto de uso. Segundo McShane e Von Glinow (2014), a grande dificuldade na tomada de decisão se deve ao processamento simultâneo de um grande volume de informações, complexas e muitas vezes ambíguas, que dificultam a identificação da melhor solução, nesse sentido, os painéis auxiliaram na visualização dos dados, ajudando da identificação dos pontos críticos de forma simples e ágil, por meio do emprego das cores verde (itens menos importantes), amarelo (itens a se considerar) e vermelho (itens a serem considerados obrigatoriamente).

Além disso, a discussão oportunizada em cada item coletado pelo UCT, torna os membros da equipe de projeto muito íntimos e familiarizados com as capacidades e limitações do usuário, facilitando o processo de geração de ideias. Tidd e Bessant (2015) corroboram com essa constatação ao afirmarem que, quanto mais conhecemos algo, as decisões são tomadas mais facilmente e com maior precisão, e acrescentam que, a cooperação entre os membros da equipe melhora os processos de conhecimento diferentes e específicos durante o projeto, os quais precisam ser coordenados e direcionados para um objetivo comum. Fator que foi bastante comentado no Grupo Focal realizado, quanto à facilidade de discussão em equipe, sendo as diferenças facilmente superadas nos processos de decisão.

McShane e Von Glinow (2014) complementam que é a variedade de pontos de vista produzidos pelos membros das equipes multidisciplinares, que proporciona a identificação de “pontos cegos” do problema, minimizando erros e reprojets. Nos Painéis de Síntese Visual, essa variedade de pontos de vista pode ser registrada, tendo como apoio o uso dos bilhetes autoadesivos. Sibbet (2013) defende o uso desse tipo de recurso para criar um ambiente similar a um jogo, incentivando a colaboração e engajamento de todos os membros da equipe. Além disso, o autor defende que a visualização das informações em reuniões em equipe, promovem 3 fenômenos: a participação (engajamento do grupo); o pensamento global (a equipe pensa melhor quando conseguem realizar comparações, localizar padrões e mapear

ideias); e a memória do grupo (gera mais produtividade ao ativar os conhecimentos de cada participante).

Porém, Chandrasegaran; et al (2013) alerta que embora seja importante estruturar e organizar os dados para facilitar a recuperação e a reutilização no projeto, também é importante entender que nem a mente do designer nem o processo de ideação do design seguem uma estrutura ou sequência específica. Quanto a isso, como observado nos resultados, mesmo as equipes de projeto trabalhando com os mesmos dados, as informações geradas nos Painéis de Síntese Visual foram distintas para cada equipe. Tal fator salienta a atuação dos Painéis como interfaces de discussão, e não como padronizadores do pensamento da equipe. Ou seja, a estruturação e a organização do UCT ajudaram a guiar os membros das equipes para um objetivo comum, mas cada equipe seguiu caminhos imprevisíveis, evidenciando que, na discussão gerada pelos Painéis de Síntese Visual, cada membro trouxe seu ponto de vista único, decorrente das vivências, experiências e capacidades inter-relacionais de cada um.

## 5. CONCLUSÕES

Neste artigo foi possível apresentar o *User-Capacity Toolkit*, com atenção especial aos Painéis de Síntese Visual, que compreendem a etapa de conversão e análise dos dados do projeto. Com base na avaliação realizada com equipes de projeto, os Painéis se mostraram eficientes como interface de discussão em equipe, na visualização dos dados do projeto e na tomada de decisão consensual, respeitando e incentivando os diversos pontos de vista dos participantes da equipe.

Conclui-se que a organização visual dos Painéis incentivou a discussão de cada item sobre o usuário, o produto e seu contexto de uso, munindo os membros das equipes de informações precisas e relevantes para a tomada de decisão consciente. Além disso, a facilidade de anotações, proporcionada pelos bilhetes autoadesivos, tornou essa discussão mais facilitando, permitindo a modificação de cenários conforme eram discutidos. Com isso, ressalta-se os benefícios dos Painéis também quanto à geração de ideias e incentivo à criatividade da equipe.

Assim, entende-se que os Painéis de Síntese Visual compreendem a maior contribuição do UCT para os projetos em TA, já que busca sanar os problemas de comunicação e tomada de decisão, frequentemente enfrentados em projetos com equipes multidisciplinares. Cabe ressaltar que novas aplicações do UCT estão sendo realizadas no âmbito do ensino de graduação em Design e no desenvolvimento de projetos reais, a fim de promover a implementação de melhorias que adequem sua utilização aos diferentes casos e demandas de projeto. Para os Painéis de Síntese Visual, objetiva-se sua utilização em consultórios e clínicas de reabilitação, a fim

de avaliar sua utilização como suporte ao diagnóstico e à avaliação temporal da evolução das capacidades e limitações de pacientes com deficiência ou com mobilidade reduzida.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à RPDTA, ao POSDESIGN/UFSC, ao NGD-LDU, às Instituições, docentes e discentes participantes da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARPES JUNIOR, W. P. **Introdução ao projeto de produtos**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

CHANDRASEGARAN, S. K.; et al. The evolution, challenges, and future of knowledge representation in product design systems. **Computer-Aided Design**, v.45, p. 204-228, 2013.

FORSBERG, K.; et al. **Visualizing Project Management: models and frameworks for mastering complex systems**. 3ª ed. Estados Unidos: Wiley, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010. p. 175

JERRARD, R.; HANDS, D. **Design Management: Exploring Fieldwork and Applications** Estados Unidos: Routledge, 2008. p. 219

MCSHANE, S. L.; VON GLINOW, M. A. **Comportamento Organizacional: conhecimento emergente, realidade global**. Porto Alegre: AMGH, 2014.

MORAES, D. de. **Metaprojeto: O design do design**. São Paulo: Blucher, 2010.

PICHLER, R. F. User-Capacity Toolkit: conjunto de ferramentas para guiar equipes multidisciplinares nas etapas de levantamento, organização e análise de dados em projetos de Tecnologia Assistiva. 2019. p. 297. **Tese** (Doutorado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

SIBBET, D. **Reuniões visuais: como gráficos, lembretes autoadesivos e mapeamento de ideias pode transformar a produtividade de um grupo**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2013.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

VON STAMM, B. **Managing innovation, design and creativity**. 2ª ed. Londres: John Wiley & Sons Ltd, 2008.

# Artefatos de educação ambiental inclusiva para o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro

Dias, Franciele Vieira<sup>1</sup>; Victoria, Isabel Cristina Moreira<sup>2</sup>; Berlato, Larissa Fontoura<sup>3</sup>; Ferreira, Alais Souza<sup>4</sup>; Figueiredo, Luiz Fernando Gonçalves de<sup>5</sup>

1 – CCE, UFSC, franciele.vd@outlook.com

2 – CCE, UFSC, isabellmoreiravictoria@gmail.com

3 – CCE, UFSC, lari.berlato@gmail.com

4 – CCE, UFSC, alais.ferreira@live.com

5 – CCE, UFSC, lffigueiredo2009@gmail.com

\* - Correspondência: Campus Reitor João David Ferreira Lima, s/n - Trindade, Florianópolis - SC, 88040-900

## RESUMO

A educação ambiental inclusiva (EAI) potencializa a construção de novas atitudes, proporcionando condições adequadas de sobrevivência humana e ambiental. O design e a ergonomia, visam maximizar a experiência dos usuários com produtos adaptados às limitações e habilidades dos indivíduos. Logo, o objetivo é apresentar soluções de EAI a partir do design e dos aspectos ergonômicos levantados. Este artigo caracteriza-se como teórico, aplicado, qualitativo e descritivo, abrangendo estudo exploratório teórico, entrevistas e visita a campo. O resultado mostra a tecnologia como elemento de design para o desenvolvimento de quatro artefatos de EAI em busca de uma sustentabilidade social.

**Palavras-chave:** *educação ambiental; educação inclusiva; design.*

## ABSTRACT

*Inclusive environmental education (EAI) enhances the construction of new attitudes, providing adequate conditions for human and environmental survival. The design and ergonomics aim to maximize the experience of users with products adapted to the limitations and skills of individuals. Therefore, the objective is to present IAE solutions from the design and ergonomic aspects raised. This article is characterized as theoretical, applied, qualitative and descriptive, covering theoretical exploratory*

*study, interviews and field visits. The result shows technology as a design element for the development of four EAI artifacts in search of social sustainability.*

**Keywords:** *environmental education; inclusive education; design.*

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas pesquisadores e cientistas chamam a atenção para problemas ambientais e sociais que comprometem a nossa própria sobrevivência, tais como: aquecimento global, mudanças climáticas, ameaças à camada de ozônio, poluição ambiental, extinção de espécies, esgotamento dos recursos naturais, entre outros. (MEADOWS, 1972). Um modo de amenizar esses problemas é a educação ambiental inclusiva que possui potencial para a construção de novos valores e atitudes direcionadas ao desenvolvimento de uma sociedade comprometida com a solução ou minimização dos problemas sociais e ambientais, proporcionando condições adequadas de sobrevivência humana e ambiental (JUSTO; HECKLER, 2019). O design pode auxiliar no desenvolvimento de soluções que contribuem para esse tipo de educação. O termo design significa planejar, desenhar, criar, conceber, e é definido como uma atividade criativa que procura descobrir e investigar as relações estruturais, organizacionais, funcionais, expressivas e econômicas, promovendo a ética global, social e cultural (ICSID, 2020). Esse processo tem como finalidade a resolução dos problemas resultantes das necessidades humanas (LÖBACH, 2001) a partir de uma abordagem centrada em pessoas (BEST, 2012). A Ergonomia, enquanto uma abordagem sistêmica e interdisciplinar, torna-se essencial no estudo dos padrões biométricos dos indivíduos, buscando assim, que o processo de comunicação seja adequado às limitações e habilidades, garantindo o acesso à informação ao público de forma abrangente (D'AGOSTINI, 2017). De acordo com Iida (2016), a área da ergonomia cognitiva e informacional, engloba os processos sensoriais de captação de sinais, processamento e armazenamento das informações. Considerando o sistema subsensorial (olhos, ouvidos, receptores cutâneos, entre outros) o meio para captação de informações de um ambiente, entende-se que o levantamento dos aspectos ergonômicos a ele relacionados, visam maximizar a experiência dos usuários para com um produto ou serviço. Adaptando-os de maneira mais adequada às limitações e habilidades dos indivíduos, tornando-os mais eficientes (DIAS, 2019). Mediante o exposto, este artigo objetiva apresentar soluções de educação ambiental inclusiva a partir do design e dos aspectos ergonômicos. Para desenvolver essas soluções e contextualizá-las foi utilizado como objeto de estudo o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Essas soluções podem ser utilizadas em diferentes contextos de educação formal (escolas, universidades e demais instituições de ensino) ou informal (trilhas

ecológicas, CVs). Este artigo justifica-se devido ao Princípio 19 da Declaração de Estocolmo de 1972 sobre o ambiente humano, informando que é necessário que haja um esforço para a educação em questões ambientais, direcionada à todas as gerações (crianças, jovens e adultos), incluindo o setor da população menos privilegiado para formar uma sociedade responsável em relação a proteção e melhoramento do meio ambiente.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este artigo é de natureza aplicada, abordagem qualitativa e objetivos descritivos (GIL, 2014). Como procedimentos metodológicos, foi realizado um estudo exploratório acerca dos pressupostos teóricos que balizam as temáticas que envolvem educação ambiental, educação inclusiva e ergonomia. Esta pesquisa foi realizada em três etapas: coleta de dados; processo criativo; apresentação das soluções de educação ambiental.

Visando o conhecimento sobre o contexto do objeto de estudo foram realizadas coletas de dados por meio de entrevistas coletivas não estruturadas e pesquisa a campo em visita guiada ao Centro de Visitação (CV) do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. A entrevista não estruturada tem como objetivos principais obter informações do entrevistado sobre o que ele conhece e/ou sobre o seu comportamento; conhecer suas opiniões e explorar suas atividades e motivações; modificar opiniões ou comportamentos; tratar de um problema comum e avaliar a capacidade dos entrevistados (RICHARDSON, 2008). Nesta pesquisa realizaram-se entrevistas coletivas não estruturadas com as lideranças estratégicas do Instituto do Meio Ambiente (IMA) e com funcionários e colaboradores do CV do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, bem como uma visita guiada no local. A visita foi guiada pelo coordenador do CV do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, e acompanhada pelo diretor e pelos funcionários.

No processo criativo foi utilizada a técnica de brainstorming que é amplamente utilizada nos processos de design, visando estimular as discussões em grupo e inspirar a geração de muitas ideias (STICKDORN; SCHNEIDER, 2010).

A apresentação das soluções de educação ambiental desenvolvidos foi realizada em um dos mais importantes congressos da América Latina sobre a conservação da natureza: IX Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação (CBUC), que ocorreu nos dias 31 de julho a 02 de agosto de 2018, no Centro Sul, em Florianópolis/SC. A próxima seção descreve os resultados encontrados nessas etapas.

### 3. RESULTADOS

#### Parque Estadual da Serra do Tabuleiro

O Parque da Serra do Tabuleiro foi criado em 1975, por meio do Decreto N/ SETMA N° 1.260 visando principalmente a proteção da rica biodiversidade da região e dos mananciais hídricos que abastecem as cidades da Grande Florianópolis e do Sul do Estado, seu papel de regulador climático, e seu potencial turístico, educacional e científico. Esse Parque é a maior unidade de conservação de proteção integral do Estado de Santa Catarina, localizado em uma região da Mata Atlântica com fauna e flora bastante diversificada.

O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro possui um Centro de Visitantes no município de Palhoça/SC, com funcionamento de quarta-feira a domingo, das 9h às 16h, com entrada gratuita. O CV possui grande potencial de lazer, turismo ecológico e educação ambiental. Sua sede possui um auditório e trilhas educativas, onde o público pode ter contato com espécies nativas (VICTORIA, 2020).

As entrevistas com as lideranças estratégicas do IMA forneceram informações relativas a situação atual, tais como: dificuldades relativas à comunidade local, funcionários e colaboradores. As entrevistas com funcionários e colaboradores forneceram informações relativas as atratividades do CV, tais como: trilha interpretativa, mirante, e exposição da fauna e flora local. Entre as atividades que ocorreram no passado, encontram-se: um centro de informações sobre o Parque na praia da Guarda do Embaú; projetos de visitação de escolas; e formação de multiplicadores de proteção ambiental. O planejamento de futuras iniciativas consiste na atividade Domingo no parque, com atrações teatrais e espaço de convivência. Os maiores problemas e desafios relatados nas entrevistas referem-se a queda do número de visitantes no local; diminuição da fauna e flora local; conflitos com a comunidade que habita as áreas a margem do CV do Parque; crescimento urbano e do setor imobiliário; expansão agropecuária; plano de Manejo, na época ainda em processo de construção; abordagem top-down; carência de continuidade nos projetos e de novas formas de abordagem de educação ambiental (BERLATO, 2019).

Em 17 de maio de 2018, uma visita guiada no CV do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro com o acompanhamento dos funcionários e colaboradores percorreu: a edificação central; a Casa Açoriana; o anfiteatro; a trilha ecológica, com 1 km de extensão, grau leve de dificuldade e bom estado de conservação; e o mirante com vista para a Serra do Tabuleiro (BERLATO, 2019).

## Brainstorming

Em 21 de maio de 2018, realizou-se uma sessão de brainstorming com a equipe de designers e pesquisadores do Núcleo de Abordagem Sistemática do Design (NASDesign)<sup>1</sup>. Visando a geração de ideias para possíveis soluções das necessidades do CV do Parque Estadual Serra do Tabuleiro. Os resultados do brainstorming foram categorizados em três temas:

- **Design de serviço no Centro de visitantes:** foco na experiência do usuário incluindo as trilhas interpretativas, projetos de educação ambiental e educação ambiental inclusiva; desenvolvimento de espaços de convivência e conveniência; e a criação de um espaço de inovação aberta que promova a troca de conhecimento e aprendizagem entre os usuários, os trabalhadores e os stakeholders diretos e indiretos.
- **Tecnologia:** desenvolvimento um sistema de monitoramento de baixa altitude; geo-informação das trilhas; e identificação de espécies de fauna e flora no local por meio de QR CODE.
- **Comunidade local:** projetos itinerantes e parcerias com iniciativas públicas e privadas.

Posteriormente, foram definidas as diretrizes de ação para o grupo, resultando no desenvolvimento de um estudo-piloto, chamado Projeto Casulo Verde. A primeira etapa desse projeto teve como foco soluções específicas para o CV do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Entre as soluções desenvolvidas relativas à educação ambiental inclusiva, objetivo dessa pesquisa, encontram-se os seguintes artefatos: coruja interativa, mapa tátil, bico do tucano e pegada da anta. Entre os dias 19/06 e 27 de julho de 2018, a equipe do NASDesign trabalhou, de forma colaborativa, na criação e na produção de protótipos desses artefatos, conforme Figura 1.

---

1 É um laboratório de pesquisa em design da Universidade Federal de Santa Catarina que faz parte do DESIS-Brasil e da rede DESIS-International. Desde 2006, o grupo trabalha junto a comunidades criativas, desenvolvendo projetos sistêmicos que visam à sustentabilidade de seus processos.





**Figura 01**  
Criação e produção de protótipos.

Após a confecção desses protótipos, a equipe do Casulo Verde apresentou os mesmos no evento IX CBUC. O próximo item detalha essa apresentação.

### **Apresentação dos artefatos de educação ambiental inclusiva**

O processo utilizado na produção dos artefatos de inclusão, foi a fabricação digital, ou seja, a fabricação de objetos físicos a partir de modelos digitais. Nela, foram utilizados processos aditivos, como a impressão 3D por extrusão de polímeros e subtrativos, como a CNC laser e CNC Router. Assim, os seguintes artefatos para inclusão foram produzidos: Mapa tátil, coruja interativa, pegada da anta e bico do tucano (Figura 2).



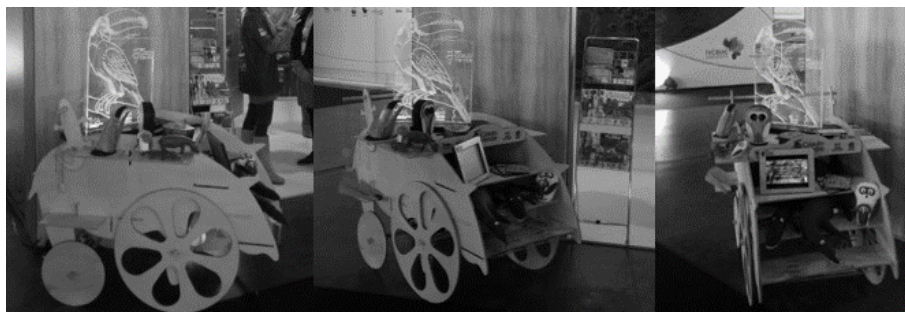
**Figura 02**  
Mapa tátil, coruja interativa, pegada da anta e bico de tucano.

Para o mapa tátil, primeiramente, foi realizado um mapeamento geográfico das trilhas do parque através de um drone. Após a etapa de mapeamento, iniciou-se a produção do mapa tátil, para isto, foi utilizada uma CNC Laser para a gravação em uma chapa de acrílico de 210x420mm do circuito da trilha do parque e das informações necessárias em Braille. Para criar o relevo da escrita em Braille, foram utilizadas miçangas em forma esférica. Este mapa servirá para que as pessoas com deficiência visual, possam conhecer o espaço geográfico em que estão situadas, auxiliando-os a percorrer uma rota e a se localizar no espaço.

Para a construção da coruja interativa, foram utilizadas chapas de MDF cortadas em uma CNC Laser. Com aproximadamente 230 milímetros de altura, ela foi projetada com um sensor ultrassônico detector de presença e componentes eletrônicos de um rádio bluetooth. Para o controle deste sistema, foi utilizado o microcontrolador Arduino e o produto funcionava da seguinte forma: quando uma presença era detectada, a coruja emitia um som comum de sua espécie e posteriormente avisava ao visitante sobre sua localização dentro da reserva e curiosidades sobre a fauna e flora local.

A pegada da Anta foi produzida com tronco resultante do manejo de árvores da UFSC. Assim, a pegada da anta foi modelada digitalmente com aproximadamente 150mm de diâmetro. Após essa etapa, foi realizado um processo de desbaste com uma CNC Router. Já o bico do Tucano possui 250mm de comprimento e foi impresso em uma impressora 3D por extrusão, a partir de uma modelagem digital, utilizando o polímero PLA (poliácido láctico).

Os artefatos de educação ambiental inclusiva do Projeto Casulo Verde foram apresentados no IX CBUC e acompanhados de explicações por parte dos pesquisadores do NASDesign. A exposição ficou disponível em frente ao espaço do IMA, durante os três dias do evento, das 9h - 18:30h (Figura 3).



**Figura 03**

Exposição do Projeto Casulo Verde no IX CBUC.

A participação no IX CBUC possibilitou um contato direto dos pesquisadores com diversos profissionais de áreas relacionadas à proteção ambiental, como profissionais do ICMBio, gerentes e diretores de UCs de diversos estados brasileiros e professores e pesquisadores de outras universidades. O expositor do Projeto Casulo Verde foi bastante visitado e os artefatos de educação ambiental inclusiva despertaram a atenção e interesse dos visitantes, especialmente a coruja interativa. Além disso, percebeu-se que a necessidade por artefatos de educação ambiental inclusiva é uma demanda nacional e não apenas regional do estado de Santa Catarina.

## 4. DISCUSSÃO

A educação ambiental é fundamental para a educação nacional e a presença dela no processo educativo é essencial (BRASIL, 1999). O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro é uma UC com um Centro de Visitantes destinado à educação e interpretação ambiental, dispondo de monitores para receber e transmitir seus conhecimentos aos visitantes. Entretanto há a falta de ferramentas que os auxiliem no processo do ensino da educação ambiental quando recebem públicos com necessidades especiais, o que dificulta a transmissão de conhecimento do monitor para o visitante.

O princípio da igualdade de direitos conceitua-se por entender que as necessidades das pessoas são igualmente importantes, devendo garantir que o planejamento social seja construído para garantir as mesmas oportunidades às pessoas (MATOS, 2003). Mesmo com marcos legais que garantem a inclusão da pessoa com deficiência, o acesso à educação ambiental no Brasil ainda é um desafio. No contexto das UCs, especificamente no CV do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, se faz necessárias ações que contemplem a demanda e a necessidade por parte dos monitores em atender com eficiência/eficácia os diferentes tipos de públicos (com ou sem necessidades especiais).

O que motivou o desenvolvimento dessa pesquisa, visando a produção de artefatos inclusivos no contexto da educação ambiental, foi a possibilidade de ofertar soluções que contribuam com a facilitação da aprendizagem e experiência do público que possui necessidades especiais. Os materiais produzidos foram destinados ao público com necessidades especiais, mas não se aplica unicamente a eles, podendo o público geral se utilizar deles na complementação da compreensão provida pelos monitores.

Tendo em vista aqui o desenvolvimento de soluções para a inclusão, estudos na área da ergonomia se mostram essenciais ao longo do processo. Assim, realizou-se o levantamento das informações, de uma forma geral, das capacidades e limitações que afetam o sistema subsensorial (responsável pela captação de informações) dos usuários. A partir deste levantamento, percebeu-se que, por falta de instrumentos direcionados a minimizar suas limitações, pode ocorrer a exclusão destas pessoas em atividades cotidianas da sociedade. A inclusão de soluções voltadas a esse público possibilita socialização, conhecimento e participação social, dando a eles a oportunidade que o público sem necessidades especiais possui: possibilidade de aprendizagem dinâmica, funcional e aprofundada. Assim, a produção dessas peças coloca em evidência o fato de que as pessoas portadoras de necessidades especiais têm o direito de serem apresentadas a experiências e vivências, como a “contemplação” geográfica local, compreensão dimensional da fauna e flora local e ambientação nos espaços físicos do CV.

Quanto às ferramentas desenvolvidas, uma é o mapa tátil, que teve como objetivo localizar espacialmente o deficiente visual, possibilitando ao usuário a compreensão das dimensões e características da trilha, assim como proporcionar maior independência ao visitante. A falta de um artefato de orientação espacial elaborado para o público com deficiência visual restringe a independência e possibilidade de locomoção, uma vez que são necessários indicativos adequados ao público para que possa haver locomoção segura. Percebe-se que apenas a implementação do mapa tátil não é suficiente para garantir a segurança do público com deficiência visual, entretanto é um dos artefatos indicados para possibilitar a segurança e independência que o visitante tem direito. Assim, o mapa tátil é relevante para a educação ambiental inclusiva por sensibilizar na pessoa com necessidades especiais a criação de uma consciência ecológica, bem como facilitar a inclusão dessas pessoas junto a família, escola e sociedade (DANTAS et al., 2019).

A coruja interativa, por sua vez, utiliza a linguagem verbal como forma de comunicação. Ela pode ser considerada como uma ferramenta dinâmica para a educação ambiental e localização geoespacial, pois o conteúdo abordado pode ser modificado, adequando-se às especificidades de cada público e local. Seu objetivo é trazer curiosidades sobre a fauna e flora local, além de informar a localização geográfica do visitante no parque.

Dentre as ferramentas desenvolvidas encontra-se, também, a pata da anta em alto relevo. A pata da anta foi escolhida para esse projeto porque a anta (tapirus terrestres) é o animal símbolo do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, estando, inclusive, estampado na logo do Parque. Ela, assim como o bico do tucano, são técnicas de relevo propostas para transformar uma informação visual em imagem tátil. Para Valente (2009), imagens táteis são dirigidas à acessibilidade de diversos conteúdos visuais, seja ele de cunho pedagógico, cultural ou artístico. Assim sendo, estes artefatos foram produzidos com o intuito de transformar uma informação visual, em uma imagem tátil, servindo assim, como uma ferramenta para o estudo da anatomia dos animais, contemplando também, pessoas com deficiência visual.

## **5. CONCLUSÕES**

Este artigo atingiu o seu objetivo ao apresentar quatro artefatos de educação ambiental inclusiva - mapa tátil, coruja interativa, pegada da anta e bico do tucano - a partir dos aspectos ergonômicos. Esses artefatos podem contribuir para facilitar a aprendizagem e a experiência de pessoas com necessidades especiais dentro do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, mas também podem ser utilizados com o público geral para complementar a compreensão das informações expostas pelos

monitores do parque. Além disso, os artefatos também podem ser utilizados em outros ambientes de educação formal como escolas e universidades.

Quanto às limitações da pesquisa, destaca-se a falta de testes estruturados com o público alvo das soluções. Ainda em relação aos testes, destaca-se também a falta de experimentação em ambiente natural, apenas a pata da anta e o bico do tucano foram testados em contexto real de uso, dessa forma, os resultados efetivos do mapa tátil e da coruja interativa não puderam ser constatados.

Com relação a oportunidade de pesquisas futuras, se mostra relevante a realização de novos testes dos artefatos criados para educação ambiental inclusiva, a partir de uma amostra mais ampla e diversificada, realizando experiências que contemplem contextos de educação formal (escolas, universidades e demais instituições de ensino) e informal (trilhas ecológicas, CVs) e que visem aprimoramentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANHA, Maria Salete Fábio. **Projeto Escola Viva: garantindo acesso e permanência de todos os alunos na escola: necessidades educacionais especiais dos alunos**. Brasília: 2005.

BEST, K.. **Fundamentos de gestão do design**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BERLATO, L. F. **A abordagem sistêmica da gestão de design na inovação social em uma unidade de conservação**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, Programa de Pós-Graduação em Design. Florianópolis, 266 p. 2019.

BRASIL, **Lei. Nº 9.795**, 27 de abril 1999.

DIAS, Franciele Vieira. **AIOA – Agente Inteligente de Orientação Ambiental**. 2019. 165p. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Design) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

D'AGOSTINI, D. **Design de Sinalização**. 1. ed. São Paulo: E. Blucher, 2017. 368 p.

FATMA - Fundação do Meio Ambiente. **Parque Estadual da Serra do Tabuleiro**.

FATMA - Fundação do Meio Ambiente. **Limites atuais**.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

IBGE. **Pesquisa nacional de saúde: 2013: ciclos de vida: Brasil e grandes regiões / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento**. - Rio de Janeiro, 2015. 92 p.

ICSID - **INTERNATIONAL COUNCIL SOCIETIES OF INDUSTRIAL DESIGN**.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. de M. **Ergonomia Projeto e Produção**. 3. ed. São Paulo: E. Blucher, 2016. 850 p.

JUSTO, F. da S.; HECKLER, I. R. **A importância da educação ambiental na inclusão de pessoas com deficiência**. Revista eletrônica Tecnologia e Ambiente, v. 25, Criciúma, Santa Catarina, 2019, p. 71-82.

LÖBACH, B. Design industrial: **bases para a configuração dos produtos industriais**. Edgard Blucher, 2001.

MEADOWS, D. et al. **The Limits to Growth**. Nova York: Universe Books, 1972.

MATOS, Simone Rocha. **Educação, cidadania e exclusão à luz da educação especial – retrato da teoria e da vivência**. Revista Benjamim Constant, Rio de Janeiro, Ed. nº 26, dezembro, 2003.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 2008.

STICKDORN, M.; SCHNEIDER, J. **This is Service Design Thinking**. Amsterdam: BiS Publishers, 2010.

VALENTE, Dannyelle. **Os diferentes dispositivos de fabricação de imagens e ilustrações táteis e as possibilidades de produção de sentido no contexto perceptivo dos cegos**. Revista Educação, Artes e Inclusão, v.2, 24p. 2009.

VICTORIA, I. C. M. **Abordagem Sistêmica da Gestão de Design para Orientar a Potencialização do Uso Público em um Centro de Visitantes de uma Unidade de Conservação**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, Programa de Pós-Graduação em Design. Florianópolis, 304 p. 2020.

# Laboratório de Inclusão: uma experiência na produção de materiais didáticos inclusivos

Andrade, Andrea Faria <sup>1</sup>; Aguiar, Bárbara de Cássia Xavier Cassins<sup>2</sup>

1 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, andreafrica@ufpr.br

2 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, babi.eg@ufpr.br

\* - Correspondência: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil, 81530-000.

## RESUMO

A educação inclusiva procura assegurar que pessoas portadoras de deficiências tenham as mesmas oportunidades que os demais na sociedade. Desta forma, o presente trabalho pretende apresentar experiências realizadas no desenvolvimento de materiais didáticos inclusivos voltados a estudantes portadores de deficiência visual e auditiva. Os produtos desenvolvidos são concebidos a partir de pesquisas voltadas a conceitos relacionados à área do material pedagógico, e com o auxílio professores de instituições parceiras, que posteriormente auxiliam com os testes de percepção realizados com os estudantes.

**Palavras-chave:** *educação inclusiva, material didático, modelagem 3D.*

## ABSTRACT

*Inclusive education seeks to ensure that people with disabilities have the same opportunities as others in society. In this way, the present work intends to present experiences carried out in the development of inclusive didactic materials aimed at students with visual and hearing impairments. The products developed are designed based on research focused on concepts related to the area of pedagogical material, and with the help of teachers from partner institutions, who subsequently assist with the perception tests carried out with students.*

**Keywords:** *inclusive education, teaching material, 3D modeling.*

## 1. INTRODUÇÃO

A Tecnologia Assistiva (TA) entra como um recurso que engloba produtos, recursos, metodologias e práticas a ser utilizado em Instituições Educacionais a fim de promover a inclusão social e o acesso à aprendizagem de pessoas com necessidades especiais, entre as quais se encontram as que possuem deficiência visual e auditiva.

O conceito de inclusão relaciona-se ao desenvolvimento de processos e práticas que procuram proporcionar a alunos com deficiências uma educação tão comum quanto possível, evitando a sua segregação (LÓPEZ, 2012).

Desta forma, o presente trabalho pretende apresentar experiências realizadas no desenvolvimento de materiais didáticos inclusivos voltados a estudantes portadores de deficiência visual e auditiva, desenvolvidos no Labinc – Laboratório de Inclusão. O mesmo é um Projeto de Extensão no qual tem como objetivo suprir a demanda por assessoria de produção de materiais didáticos, a partir da modelagem tridimensional, da animação e da prototipagem rápida, voltados ao processo de ensino-aprendizagem de pessoas com deficiência visual, auditiva, entre outras, por meio do Desenho Universal.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O Projeto Labinc, além do desenvolvimento de materiais didáticos inclusivos, objetiva promover o princípio do encontro entre o Ensino, a Pesquisa e a Extensão. Assim, os alunos bolsistas e voluntários envolvidos têm o contato com a pesquisa, a partir de leitura de periódicos, metodologia de projetos; e com a extensão, na fase de avaliação a partir de testes com tarefas de uso com alunos com deficiência. Além disso, têm a oportunidade de utilizar os conhecimentos adquiridos em disciplinas dos cursos de graduação na concepção dos materiais produzidos, a serem utilizados na comunidade externa.

Esta interação promove de certa forma, à formação do trabalho em Equipe, o senso de responsabilidade e estimula ainda mais à criatividade, à troca de ideias e de conhecimentos, promovendo a integração do ensino, da pesquisa e da extensão.

O Labinc mantém projetos em parceria com instituições de ensino com necessidade de produção de material didático para o ensino de pessoas com deficiências, tais como: Instituto Paranaense de Cegos do Paraná (IPC), Colégio Estadual Dom Pedro II e o Centro de Atendimento Educacional Especializado Natalie Barraga (CAEE).

Para o desenvolvimento dos materiais didáticos, são realizadas visitas às instituições ou o contato com professores da comunidade externa, no qual são



fornecidos subsídios para avaliar as necessidades no ambiente escolar. Além disso, alguns trabalhos são desenvolvidos a partir de recomendações advindas das publicações científicas, aos quais são desenvolvidos e posteriormente discutidos e avaliados inicialmente com os professores especialistas em deficiência, e, posteriormente com os próprios alunos que os utilizarão.

Para o desenvolvimento dos materiais didáticos, o método utilizado é baseado no *Design Science Research* (DSR), pois o mesmo direciona ao desenvolvimento de artefatos para solucionar um problema, visando contribuir com a base de conhecimento existente (LACERDA et. al., 2013). Os materiais, em sua maioria, são concebidos com base no Desenho Universal (DU), promovendo a inclusão dos estudantes com deficiência, à experiência social e à comunicação com os demais colegas.

Os produtos são criados a partir da modelagem 3D utilizando *softwares* como *Inventor* e *Rhinoceros* e após a elaboração dos modelos e orientações, os protótipos são impressos em PLA (Poliácido Láctico) em uma impressora 3D, e, quando necessário, realizado os acabamentos como pintura. Na última fase, os materiais são testados com os alunos portadores de deficiência nas instituições parceiras.

### 3. RESULTADOS

Até o momento foram desenvolvidos alguns materiais didáticos, dentro os quais alguns foram testados e estão em fase de replicação para a doação às instituições parceiras; outros estão prontos para a fase de testes com os usuários (deficientes visuais e auditivos), e; outros em fase de desenvolvimento. Alguns destes trabalhos foram divulgados em congressos e periódicos científicos (AGUIAR et. al, 2020; ANDRADE e MACEDO, 2019; ANDRADE e MONTEIRO, 2019; ANDRADE e AGUIAR, 2018; AGUIAR, ANDRADE e CODEN, 2018).

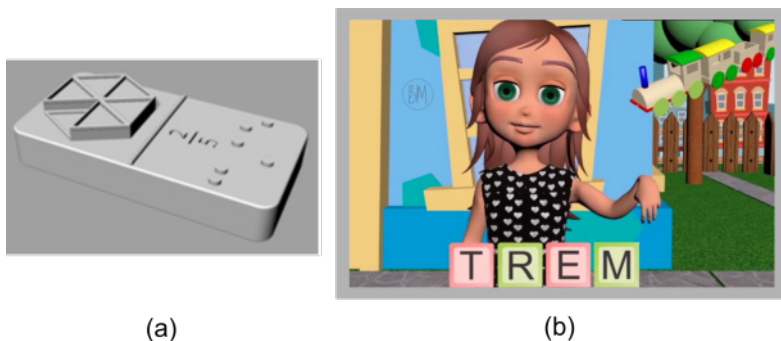
Os trabalhos apresentados na Figura 1 referem-se a materiais para o ensino de Ciências e de Geografia, respectivamente, aos quais foram testados com alunos com deficiência visual (AGUIAR et. al, 2020; ANDRADE e MACEDO, 2019). No trabalho de Andrade e Monteiro (2019), o produto gerado foi mais voltado à pesquisa, pois o objetivo foi verificar a possibilidade da utilização de símbolos pictóricos táteis nas representações de mapas para que os mesmos possam ser percebidos e compreendidos, tanto para pessoas com deficiência visual quanto para as videntes, nos usos destes mapas.



**Figura 01**

Materiais desenvolvidos para o ensino de Ciências e Geografia

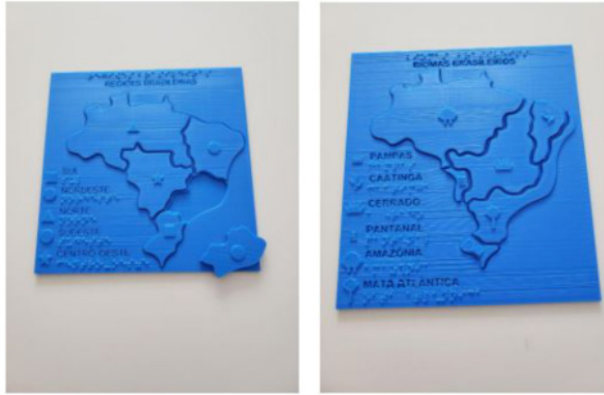
A Figura 2a apresenta o trabalho para o ensino de Matemática, no qual se refere a um dominó tátil para o ensino de frações (AGUIAR *et. al*, 2020). No trabalho de Andrade e Macedo (2019) foi desenvolvida uma animação em LIBRAS (Figura 2b), com o intuito de facilitar a assimilação e compreensão de sinais pelas crianças com surdez em fase de aprendizagem da língua. A animação foi testada com crianças surdas e com crianças normoauditivas.



**Figura 02**

Dominó tátil para o ensino de frações e uma animação em para o ensino de LIBRAS

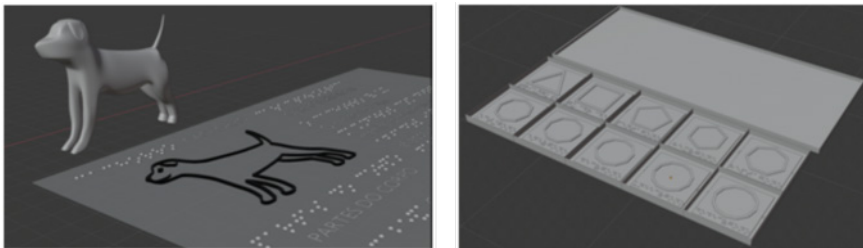
Alguns dos materiais desenvolvidos foram finalizados, contudo, ainda não foram avaliados, e devido à Pandemia devido ao COVID-19 a efetivação desta fase ficou prejudicada. A Figura 3 mostra os mapas para o ensino de Geografia, aos quais foram usados diferentes símbolos (geométricos e pictóricos) para as áreas dos Estados e Biomas Brasileiros. Os mapas a princípio foram avaliados pelas professoras especialistas no IPC, sendo uma delas portadora de baixa visão.



**Figura 03**

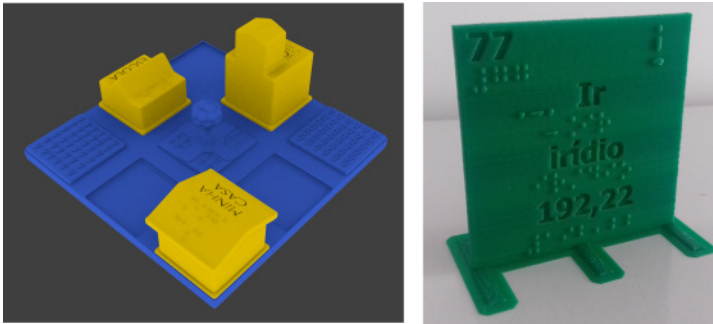
Material para o ensino dos biomas brasileiros

Os trabalhos apresentados nas Figuras 4 e 5 referem-se aos que estão em fase de desenvolvimento, aos quais estão sendo produzidos a partir da assessoria de professoras especialistas de três instituições parceiras. A Figura 4 mostra o material sobre as características de animais domésticos, e para o estudo de polígonos. Na Figura 5 é apresentada uma maquete para o ensino de relações topológicas no espaço urbano, e uma peça do elemento de uma tabela periódica tátil.



**Figura 04**

Material para o ensino sobre as características de animais domésticos e ensino de polígonos



**Figura 05**

Maquete para o ensino de relações topológicas no espaço urbano e uma peça de um elemento da tabela periódica tátil

Além dos trabalhos apresentados, está sendo desenvolvido um e-book para o ensino do alfabeto em LIBRAS para crianças surdas para o ensino dos nomes de frutas e com o intuito de conscientizar/estimular à alimentação saudável.

## **4. CONCLUSÕES**

A partir das experiências vivenciadas até o momento pelo Projeto, observa-se que a utilização de materiais didáticos inclusivos baseados no Desenho Universal contribui significativamente no processo de ensino-aprendizagem, pois promove a socialização e à inclusão dos alunos com deficiência.

Ainda, o projeto além da Extensão, colaborando com as necessidades da comunidade externa, contribui com a pesquisa, já que em alguns dos trabalhos são avaliados além dos aspectos físicos dos produtos, o processo perceptivo e cognitivo das pessoas com deficiência visual, o que contribui com a melhoria da concepção dos materiais de aprendizagem.

Com o desenvolvimento do projeto foi possível constatar o relevante potencial da prototipagem rápida como recurso para a produção de materiais didáticos adaptados, visto a praticidade em se criar um modelo 3D digitalmente e obtê-lo como um objeto físico, principalmente em comparação aos produtos utilizados na maioria das instituições, já que proporciona maior durabilidade e possibilidade de serem replicados mais facilmente.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos alunos bolsistas e voluntários que participaram e participam do projeto, às pessoas ligadas e responsáveis pelo LAMPi (Laboratório de Modelagem,

Prototipagem e Inovação), e aos profissionais das Instituições envolvidas, que possibilitam colocar em prática o projeto e, por oferecem seus conhecimentos e experiência para a melhoria do mesmo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. F.; MACEDO, B. B. O Uso da Animação no Ensino e Aprendizagem de Crianças com Deficiência Auditiva. **Revista Educação Gráfica**, v. 23, p. 57-75, 2019.

ANDRADE, Andrea Faria; AGUIAR, B. C. X. . O uso de mapas táteis no auxílio do processo de ensino-aprendizagem por meio do desenho universal. In: EGRAFIA - VII Congreso Internacional y XV Congreso Nacional de Profesores de Expresión Gráfica en Ingeniería, Arquitectura y carreras afines, La Plata, Argentina. **Campos, Umbrales y Poéticas del Dibujo. Rio Cuarto: UniRio**, p. 356-361, 2018.

AGUIAR, B. C. X. ; ANDRADE, A. F.; GARCIA, G. R.; PASQUAL, F. D. A Prototipagem na Produção de Material Didático para pessoas com Deficiência Visual. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica**, v. 8, p. 88-109, 2020.

AGUIAR, B. C. X. ; ANDRADE, Andrea Faria ; CODEN, Q. S. . Production of Didactic Material for the Visually Impaired in Mathematics Teaching.. In: 4º CONGRESSO INTERNACIONAL MULTIDISCIPLINAR PHI 2018: ?MODERNIDADE: FRONTEIRAS E REVOLUÇÕES?, Ponta Delgada. **Modernity, Frontiers and Revolutions**, p. 221-226, 2018.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; JÚNIOR, J. *Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção*. **Gestão e Produção**, São Carlos, v.20, n.4, p. 741-761, 2013.

LOPÉZ, J.L. "Facilitadores de la inclusión", **Revista Educación Inclusiva**, vol. 5, núm. 1, pp. 175-187, 2012.

# Tabela Periódica Tátil: um estudo a partir da Prototipagem Rápida no âmbito do Desenho Universal

Andrade, Andrea Faria <sup>1</sup>; Aguiar, Bárbara de Cássia Xavier Cassins<sup>2</sup>; Marchi, Sandra Regina<sup>3</sup>

1 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, andreafrica@ufpr.br

2 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, babi@ufpr.br

3 – Departamento de Engenharia Mecânica, UFPR, marchi.sandra@gmail.com

\* - Correspondência: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil, 81530-000.

## RESUMO

O presente trabalho apresenta um protótipo de uma Tabela Periódica Tátil desenvolvida a partir da tecnologia da Impressão 3D, com o intuito de avaliar o custo/benefício de utilização como um material didático nas aulas de Química. O produto desenvolvido faz parte de um Projeto de Extensão, o qual tem a finalidade de desenvolver materiais didáticos voltados à Educação Inclusiva. O trabalho apresenta os primeiros resultados, aos quais são discutidos parâmetros da geometria das peças e de impressão. A próxima etapa será referente à montagem da Tabela, assim como testes com usuários.

**Palavras-chave:** *Tabela Periódica Tátil, Educação Inclusiva, Prototipagem Rápida.*

## ABSTRACT

*The present work presents a prototype of a Tactile Periodic Table developed based on 3D printing technology, in order to evaluate the cost / benefit of using it as a didactic material in Chemistry classes. The developed product is part of an Extension Project, which has the purpose of developing teaching materials aimed at Inclusive Education. The work presents the first results, to which parameters of the geometry of the parts and printing are discussed. The next step will be related to the assembly of the Table, as well as tests with users.*

**Keywords:** *Tactile Periodic Table, Inclusive Education, Rapid Prototyping.*

## 1. INTRODUÇÃO

O conceito de inclusão relaciona-se ao desenvolvimento de processos e práticas que procuram proporcionar a alunos com deficiências uma educação tão comum quanto possível, evitando a sua segregação (LÓPES, 2012). Compreende-se, deste modo, que a preocupação atual se concentre na aplicação prática de uma pedagogia inclusiva, procurando-se identificar os modelos pedagógicos que facilitem a inclusão social e acadêmica, assegurando assim o envolvimento e a participação de todos os alunos (KATZ, 2013).

Os projetos desenvolvidos segundo o conceito de Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) se caracterizam por atender às necessidades de todos os alunos, incluindo os estudantes com deficiências e os com diferenças culturais e linguísticas.

A literatura tem mostrado o aumento de pesquisas na área de Tecnologia Assistiva (TA) na educação de estudantes cegos ou com baixa visão com base em conceitos do Desenho Universal. Contudo, conforme apontam Voos e Gonçalves (2014), a discussão explícita sobre TA articulada ao ensino de química para cegos ainda é pouco discutida e apresentada no Brasil e no exterior.

Desta forma, o presente trabalho apresenta um protótipo de uma Tabela Periódica Tátil desenvolvida a partir da tecnologia da Impressão 3D. Essa pesquisa faz parte de um Projeto de Extensão, denominado Laboratório de Inclusão (LABINC), do Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal do Paraná (UFPR), o qual tem a finalidade de desenvolver materiais didáticos voltados à Educação Inclusiva. O objetivo de se criar uma tabela periódica tátil foi no sentido de avaliar a sua utilidade no processo de ensino/aprendizagem de Química para deficientes visuais (cegos ou com baixa visão), além de avaliar o custo/benefício da produção a partir do processo de fabricação digital a ser utilizado como material didático.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O presente projeto objetivou avaliar a utilização da técnica da Prototipagem Rápida como recurso de produção de um produto a ser utilizado como material didático, já que a mesma possui a vantagem de poder ser utilizada por todos os alunos (material inclusivo), além de unir precisão, qualidade e tempo em seu processo de fabricação.

O método para o desenvolvimento da Tabela Periódica Tátil foi baseado no *Design Science Research* (DSR), pois o mesmo direciona ao desenvolvimento de artefatos para solucionar um problema, visando contribuir com a base de

conhecimento existente (LACERDA et. al., 2013). Nessa pesquisa, o material foi concebido com base no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), promovendo a inclusão dos estudantes com deficiência visual à experiência social e à comunicação com os normovisuais, ou videntes.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram necessárias três etapas descritas a seguir:

Etapa 1 – Definição dos elementos a serem apresentados na Tabela Periódica Tátil;

Etapa 2 – Desenvolvimento do protótipo da Tabela a partir da modelagem e a impressão 3D, utilizando a Prototipagem Rápida;

Etapa 3 – Avaliação da Tabela com usuários.

Esse trabalho apresenta o resultado das duas primeiras etapas, pois a avaliação será realizada com estudantes após o retorno das atividades presenciais, que devido a pandemia pelo COVID-19, estão suspensas.

Para a definição da Tabela a ser utilizada, participaram professoras do Curso de Licenciatura em Química, da UFPR. A Tabela indicada foi a versão mais atualizada da IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*), de 2019.

Para a modelagem foi utilizado o *software* Inventor, o qual permite a exportação dos protótipos para a impressão em 3D, a partir do processo da Prototipagem Rápida que se baseia em fusão e decomposição de material (FDM), que se destaca principalmente pelo custo benefício apresentado em relação à qualidade final.

Para que a representação das cores dos metais, ametais e dos gases nobres possa ser percebida tanto para os estudantes normovisuais, quanto para os estudantes com deficiência visual, foi usado o sistema de código de cores *See Color* (Figura 1), criado pela pesquisadora Sandra Marchi e projetado com base na escrita *braille* para comunicar a cor para deficientes visuais e para auxiliar no ensino Universal da teoria das cores.



**Figura 01**

Algumas cores do sistema de código de cores *See Color* .

Fonte: MARCHI (2019).



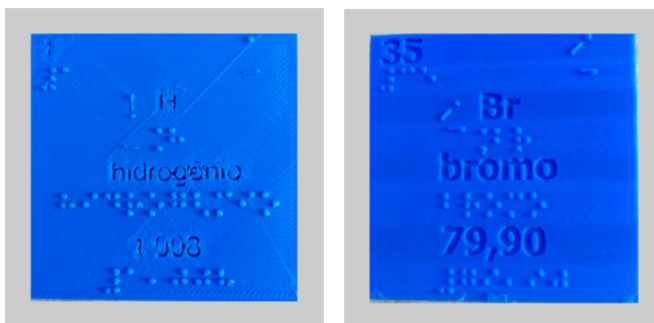
### 3. RESULTADOS

As peças referentes a cada elemento da tabela foram concebidas no tamanho do maior elemento textual a ser representado, e em função deste, foi definida a dimensão mínima para cada uma das peças, as quais ficaram com 80x80x3mm. O tamanho P do código *See Color* usado, assim como as dimensões do *Braille* foram as recomendados no trabalho de Marchi (2019). Como a peça foi impressa na horizontal, percebeu-se que o resultado da impressão dos textos em baixo relevo (para serem vistos pelos estudantes normovisuais e com baixa visão), assim como a qualidade do *Braille* não ficou satisfatório, pois o acabamento ficou áspero, o que prejudica a leitura a partir do tato.

Para solucionar o problema, a segunda impressão foi realizada com o aumento da fonte com a altura de 6mm, em negrito, e a fim de melhorar a qualidade da impressão do *Braille*, a posição para impressão da peça foi alterada, optando-se pela impressão na vertical. Contudo, a peça caiu antes de terminar a impressão e despendeu mais horas de impressão, porém aumentou a qualidade do *Braille* e do código de cores. O tempo médio de impressão para as peças deitadas foi de 1h20min, e para a peça em pé foi de 2h50min. A Figura 2 mostra, respectivamente, a impressão da peça deitada e em pé.

Para solucionar o problema das peças caírem antes da finalização da impressão, foram inseridos três apoios junto a base (Figura 3a), com dimensões de 20x5x1mm. Após a impressão, estes foram quebrados e posteriormente a peça foi lixada a fim de aprimorar o acabamento da mesma.

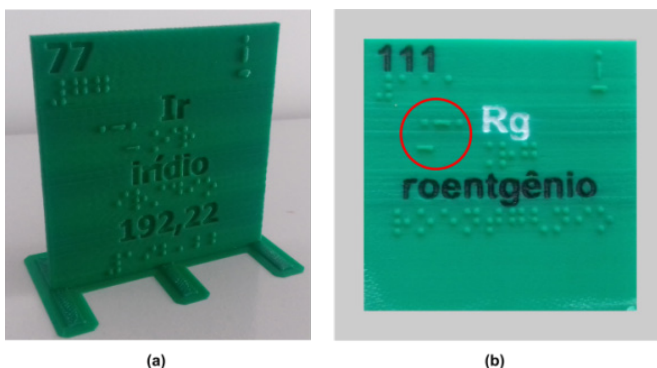
Os textos em baixo relevo, assim como as siglas de cada elemento foram pintados utilizando esmalte de unha comum, utilizando-se de um pincel fino. Estes foram pintados a fim de facilitar a percepção das cores para as pessoas com baixa visão e para os usuários normovisuais. Além disso, a pintura permitiu a diferenciação do estado sólido, líquido e gasoso de cada elemento da tabela. Ainda, foi inserido o código de cor *See Color* correspondente (mostrada em círculo em vermelho, na Figura 3b), ao lado da sigla do elemento para que os deficientes visuais possam perceber a classificação do estado do elemento correspondente. A Figura 4 mostra algumas peças impressas e com o acabamento de pintura, porém não estão com todas as peças da Tabela.



**Figura 02**

Peça a esquerda impressa deitada, e peça da direita em pé, o que aumentou a qualidade do *Braille*.

Fonte: As autoras.



(a)

(b)

**Figura 03**

Exemplo de um elemento impresso na vertical.

Fonte: As autoras.



**Figura 07**

Exemplo de algumas peças juntas, após acabamento de pintura.

Fonte: As autoras

Para a finalização da tabela, as peças serão coladas (ou encaixadas) em uma base de madeira em MDF, na qual terão as informações como título e legenda também impressos em 3D, para serem utilizados em uma área específica na sala de aula com a interação de todos os alunos, a critério do professor.

Após a montagem da Tabela, serão realizados testes de Usabilidade com usuários a fim de avaliar a possibilidade de uso como produto a ser adotado como material didático. Estes testes serão realizados com professores especialistas em educação inclusiva, assim como com estudantes portadores ou não de deficiência visual.

## 4. CONCLUSÕES

Os resultados iniciais sugerem que os produtos gerados a partir da PR podem ser utilizados como produto final, assim como são utilizados no campo das Artes. Contudo, percebeu-se que para que as informações do *Braille* e do código de cores *See Color* sejam apresentadas de forma mais eficaz, as peças devem ser impressas na vertical, o que compromete o tempo de impressão das mesmas.

Sugere-se que a Tabela gerada a partir do processo de PR também pode ser utilizada como protótipo, a fim de ser usada para testes dos elementos gráficos, e empregada como molde para posteriormente ser confeccionada em outros materiais, tais como em resina, por exemplo.

A próxima etapa desse trabalho será a realização de testes de Usabilidade com os usuários a fim de avaliar a possibilidade de uso como produto, a ser adotado como material didático. Estes testes serão realizados com professores especialistas, assim como estudantes portadores ou não de deficiência visual.

## AGRADECIMENTOS

Às alunas Jaqueline Farinhak dos Santos e Rafaela Helen Lima do Nascimento pela dedicação nesse trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, N. S.. **Desenvolvimento de símbolos para mapa tátil Indoor a partir de Impressora 3D**. 2018. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

FERREIRA, S. **Tabela Periódica Atualizada 2020**. Disponível em: <https://quimicaexplica.wordpress.com/2018/11/30/tabela-periodica-dos-elementos-iupac-atualizada-2019/>. Acesso em: 20/06/2019.

KATZ, J. The three block model of Universal Design for Learning (UDL): engaging students in inclusive education, **Canadian Journal of Education**, vol. 36, no. 1, pp. 153-194, 2013.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; JÚNIOR, J. *Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção*. **Gestão e Produção**, São Carlos, v.20, n.4, p. 741-761, 2013.

MARCHI, S. R. **Design universal de código de cores tátil: contribuição de acessibilidade para pessoas com deficiência visual**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

VOOS, I. C.; GONÇALVES, F. P. Tecnologia assistiva e ensino de química: reflexões sobre o processo educativo de cegos e a formação docente. **Química Nova na Escola**, vol. 38, n. 4, p. 297-305, nov. 2016.

# Desenvolvimento de Maquete Tátil do Jardim Botânico de Curitiba: protótipo de estudo da simbologia

Andrade, Andrea Faria<sup>\*1</sup>; Aguiar, Bárbara de Cássia Xavier Cassins<sup>2</sup>; Pires, Andressa da Silva<sup>\*3</sup>

1 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, andreafrica@ufpr.br

2 – Departamento de Expressão Gráfica, UFPR, babi@ufpr.br

3 – Curso de Bacharelado em Expressão Gráfica, UFPR, piressandressa@gmail.com

\* - Correspondência: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil, 81530-000.

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi à concepção de um protótipo de uma maquete tátil de um Parque Turístico, a fim de auxiliar os deficientes visuais na compreensão dos elementos que compõem o espaço, bem como, facilitar a formação da imagem mental do ponto turístico. Além disso, pretendeu-se indicar e representar um caminho até o Jardim das Sensações e avaliar o uso da impressão 3D como processo de fabricação. Os resultados apresentados referem-se ao estudo da simbologia representada na maquete.

**Palavras-chave:** *símbolos táteis, pontos turísticos, maquete tátil.*

## ABSTRACT

*The objective of this work was to design a prototype of a tactile model of a Tourist Park, in order to assist the visually impaired in understanding the elements that make up the space, as well as facilitating the formation of the mental image of the tourist spot. In addition, it was intended to indicate and represent a path to the Jardim das Sensações and evaluate the use of 3D printing as a manufacturing process. The results presented refer to the study of the symbolism represented in the model.*

**Keywords:** *tactile symbols, sights, tactile model.*

## 1. INTRODUÇÃO

O Jardim Botânico Municipal de Curitiba é, além de um ponto turístico, um espaço de proteção e conservação ambiental que abriga coleções de plantas silvestres em extinção, e que representam a flora local, tendo um dos maiores acervos nacionais de pesquisa botânica (SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE, 2019).

Um dos pontos que merece destaque é a questão do planejamento visando a inclusão social de pessoas com deficiência visual. O Parque possui o Jardim das Sensações o qual oferece ao visitante uma experiência de integração com a natureza através dos sentidos do tato, audição e olfato. O local, delimitado por uma cerca de bambu, o “esconde” para quem o vê de fora; e muitos não têm o conhecimento da presença e localização do mesmo. O jardim conta com mais de 70 tipos de plantas, entre elas nativas, aromáticas e medicinais, distribuídas ao longo de uma trilha de 200 metros (VÉGAS, 2008).

Comumente, os maiores desafios para as pessoas com deficiência estão relacionados a barreiras que interferem na mobilidade. Entretanto, como aponta Sasaki (2003), a acessibilidade deve ser aplicada em qualquer situação na qual a possibilidade de participação social esteja prejudicada.

Nos espaços de cultura e lazer, como parques e museus, a maioria das informações ainda é disposta de maneira exclusivamente visual. Além disso, descrever verbalmente uma pintura, uma paisagem ou as formas de uma obra arquitetônica, ainda que seja detalhadamente, não é garantia de que será o suficiente para a compreensão dos elementos, pois a percepção de uma pessoa portadora de deficiência visual é diferente de uma pessoa normovisual.

A maquete tátil surge como uma possível solução para auxiliar na percepção espacial e ajudar para que a imagem mental seja a mais próxima da realidade, pois apesar de não substituírem a sensação da experiência direta, são alternativas viáveis para a transmissão de informações (MILAN, 2008).

O objetivo do presente trabalho foi a concepção de um protótipo de uma maquete tátil do Jardim Botânico de Curitiba, a fim de auxiliar os deficientes visuais na compreensão dos elementos que compõem o espaço, bem como, facilitar a formação da imagem mental do ponto turístico. Além disso, pretendeu-se indicar e representar um caminho até o Jardim das Sensações do Parque e avaliar o uso da impressão 3D como processo de fabricação.

## 2. DESENVOLVIMENTO

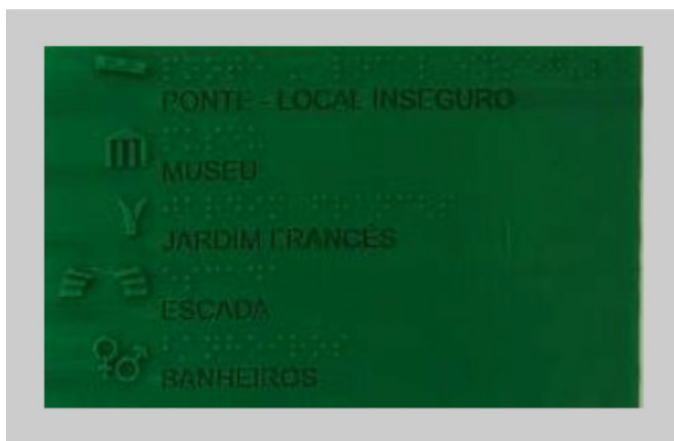
A primeira fase do projeto da maquete foi a realização de uma visita ao local para verificar se a base do mapeamento vetorial da área do parque utilizada estava

atualizada, assim como verificar o caminho mais seguro e mais curto para se chegar ao Jardim das Sensações. Verificou-se a partir disso, que seria necessário indicar na maquete a informação de que a Ponte existente, mesmo sendo um local de visitação (pois existe um museu), não possui acesso seguro para as pessoas portadoras de deficiência visual e cadeirantes, em razão da irregularidade da estrutura de madeira.

Posteriormente foram representados na escala 1:1.000, os seguintes elementos: calçadas, estacionamento, edificações (lanchonete, centro de informações ao turista, banheiro e museu), velódromo, quadras, Jardim Francês, bosque, Jardim das Sensações, ponte, lagos e locais com concentração de árvores. Para tanto foi realizada a modelagem dos elementos a partir da utilização de uma base em formato CAD, que posteriormente foi modelada em um *software* 3D e impressa em uma impressora 3D Zmorph VX, utilizando a técnica da Prototipagem Rápida (PR) a partir do material conhecido como Ácido Polilático (PLA).

### 3. RESULTADOS

Para a representação das áreas do Parque foram utilizados padrões de textura, pois esse tipo de adaptação é comum em mapas táteis. De acordo com Bem (2018), as texturas são utilizadas para diferenciação de superfícies com diferentes significados e auxiliam o usuário a identificar os limites de uma área. Além disso, um dos pontos chaves ao usar uma simbologia como meio de identificação é que os símbolos devem ser bem diferentes entre si. Para a representação do Jardim Francês o desenho foi baseado na representação de folhas de grama (Figura 1).



**Figura 01**

Detalhe do símbolo criado para o Jardim Francês.

Para identificar e diferenciar as áreas com concentração de árvores e a região do bosque, foi utilizado o mesmo símbolo de base, pois indicam o mesmo tipo de elemento. Contudo, para representar locais com concentração de árvores foram utilizados dois símbolos um ao lado do outro, e para o bosque, por ser uma área delimitada, foi utilizado o mesmo símbolo, porém fazendo a repetição preenchendo todo o espaço (como uma textura).

A Figura 2 apresenta a legenda impressa em 3D na qual mostra a representação dos elementos citados, assim como a textura usada para o Jardim das Sensações e o Lago. Para a representação do Lago, a textura utilizada foi em forma de ondas que traz a característica do mar, lagos, água em geral. Os parâmetros da textura do lago foram baseados nas dimensões propostas por Bem (2016).

Para representar o velódromo e as quadras de areia, a identificação foi dada pelo nome do elemento em *braille* e em baixo relevo (Figura 3). O caminho para o jardim das sensações foi diferenciado com “linhas tracejadas” sobre a representação dos caminhos de acesso internos, para facilitar a diferenciação pelo tato (detalhe na Figura 3).



**Figura 02**

Detalhe da legenda da maquete tátil com a representação dos elementos representados por textura.

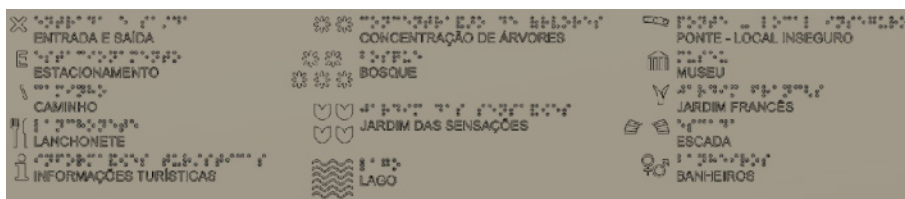
A Figura 4 mostra os demais elementos representados na maquete, no qual foram utilizados símbolos para informações turísticas (detalhe na Figura 3), entrada e saída do parque, estacionamento, lanchonete, museu, escada e banheiros.





**Figura 03**

Detalhe do caminho do Jardim das Sensações, a partir da entrada do estacionamento.

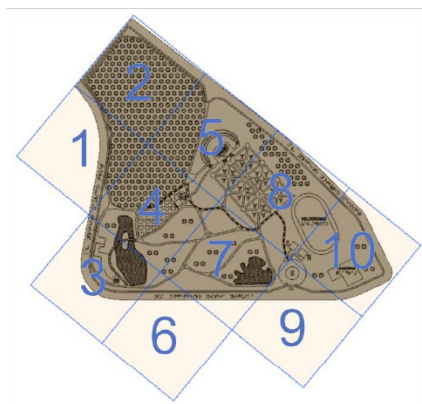


**Figura 04**

Detalhe da legenda da maquete com a simbologia proposta.

A impressão da maquete foi realizada na impressora Zmorph VX que possui uma área máxima de impressão de 25x25cm, contudo, foi considerada para este trabalho a área útil de 20x20cm. Como a área do Parque é muito grande, e mesmo a maquete sendo representada em escala reduzida, para que os elementos ficassem proporcionais às suas dimensões reais, a mesma teve que ser impressa em porções (Figura 5), formando um mosaico de 10 peças.

Para montar todas as peças e dar suporte a maquete, foi escolhida uma chapa em MDF, com 3mm de espessura. A chapa foi confeccionada numa máquina CNC de corte a laser e para facilitar a colagem e a identificação do posicionamento das peças. Durante o corte da chapa foi gravado o desenho da maquete, juntamente com a marcação da legenda e do quadro de informações (Figura 6).



**Figura 05**  
Divisão da maquete para a impressão.



**Figura 06**  
Maquete finalizada e montada.

## 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, pôde-se concluir que as texturas utilizadas apresentaram uma boa definição, com exceção da textura do lago, que apresentou fragilidade na estrutura em razão das dimensões definidas não estarem adequadas para esses parâmetros de impressão.

A decisão que mais impactou nos resultados foi em relação ao posicionamento da peça para impressão. Ao contrário das partes da maquete que foram impressas na horizontal, para a legenda e o quadro de informações, optou-se pela impressão na vertical, pois dessa maneira a qualidade da impressão é superior. Entretanto, pela espessura da legenda e do quadro de informações, houve a necessidade de criar alguns suportes para garantir a sustentação da peça. Esses suportes foram gerados na própria modelagem, que posteriormente foram retirados.

Pretende-se em uma segunda fase da presente pesquisa, aplicar testes com usuários com deficiência visual, a fim de avaliar se os símbolos utilizados são compreensíveis a estes usuários em um contexto de representação de feições turísticas. Além disso, avaliar a viabilidade de utilização da impressão 3D com a utilização do PLA na produção de protótipos e/ou empregada como molde para posteriormente ser confeccionada em outros materiais, tais como resina, por exemplo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEM, Gabriel Moraes de. **Parâmetros de fabricação de símbolos para mapas táteis arquitetônicos**. 2016. 204 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MILAN, Luis Fernando. Maquetes táteis: infográficos tridimensionais para a orientação espacial de deficientes visuais. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 1, n. 2, p. 99-124, jun. 2008.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão no lazer e turismo: em busca da qualidade de vida**. São Paulo: Áurea Editora, 2003. 193 p.

SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE. **Jardim Botânico**. 2019. Disponível em: <<https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/jardim-botanico/287>>. Acesso em: 11 set. 19.

VÉGAS, Cintia. **Jardim das Sensações elimina as barreiras**. 2008. Disponível em:<<https://www.tribunapr.com.br/noticias/parana/jardim-das-sensacoes-elimina-as-barreiras/>>. Acesso em: 19 set. 2019.

# Material informacional em tempos de Covid-19: cartilha acessível para público cego e Surdo

Bueno, Juliana <sup>1</sup>; Smythe, Kelli C. A. Silva <sup>2</sup>; Sanches, Emilia C. Picelli<sup>3</sup>

1 – Departamento de Design 1, UFPR, oieusouaju@gmail.com

2 – Departamento de Design 1, UFPR, kellicas@gmail.com

3 – Departamento de Design 1, UFPR, UFBR, emilia.ecps@gmail.com

\* - Correspondência: Rua General Carneiro, 460, 8º andar, Centro, Curitiba, PR, Brasil, 80060-150

## RESUMO

Durante a pandemia da COVID-19, nota-se uma escassez de materiais informacionais que sejam acessíveis. Assim, o objetivo deste artigo é apresentar a adaptação de uma cartilha digital para a confecção, uso e higienização de máscaras caseiras para formato acessível ao público cego e Surdo. Adotou-se a estrutura metodológica do Design Thinking Bootleg, em cinco etapas: empatizar, definir, idealizar, prototipar e testar. Como resultado, foram feitas duas alternativas acessíveis para cegos e Surdos: um PDF acessível, e um vídeo com interpretação em Libras. Considera-se que a adaptação da cartilha nas duas versões apresentou potencial positivo como material acessível aos públicos pretendidos.

**Palavras-chave:** *pandemia, acessibilidade, Informação em saúde.*

## ABSTRACT

*During the COVID-19 pandemic, there is a scarcity of accessible informational materials. Thus, the objective of this article is to present the adaptation of a digital booklet for the manufacture, use and hygiene of homemade masks in a format accessible to the blind and Deaf public. The methodological structure of Design Thinking Bootleg was adopted, in five stages: empathize, define, idealize, prototype and test. As a result, two accessible alternatives were made for the blind and deaf: an accessible PDF, and a video with interpretation in Libras. It is considered that the adaptation of the booklet in both versions presented positive potential as material accessible to the intended audiences.*

**Keywords:** *pandemic, accessibility, health information.*

## 1. INTRODUÇÃO

O ano de 2020 foi marcado pela presença de uma pandemia causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, que desenvolve a doença COVID-19 em seres humanos. Dados sobre o número e o risco de contaminação; instruções sobre prevenção, tais como higiene pessoal e uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI), são exemplos de informações que são veiculadas durante a pandemia. Em um cenário como este, o acesso a informações confiáveis é de suma importância e um direito de todo cidadão.

No Brasil, o uso de máscaras como proteção individual passou a ser obrigatório em todo o território desde julho de 2020, pela Lei 14.019, (BRASIL, 2020). Ainda que, nesta mesma Lei, pessoas com deficiências sensoriais (como cegueira e surdez) sejam dispensadas desta obrigatoriedade, o uso de máscaras (principalmente, caseiras e feitas de pano) é amplamente recomendado por organizações de saúde como forma de diminuir a transmissão comunitária do novo coronavírus (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020; WHO, 2020).

Desta forma, materiais informacionais e instrucionais de como confeccionar máscaras caseiras passaram a ser veiculados em diversos formatos. Entretanto, nota-se uma escassez de materiais que atendam às necessidades sensoriais do público cego e Surdo. Só no Brasil, são cerca de 850 mil pessoas cegas e/ou Surdas (IBGE, 2010), que carecem de materiais acessíveis.

Armitage e Nellums (2020) apontam que pessoas com deficiência estão menos propensas a terem acesso aos serviços de saúde, assim como à comunicação proveniente destes. Complementam, sobre o cenário da pandemia, que “todas as comunicações devem ser disseminadas em linguagem simples e entre formatos acessíveis, através de canais de mídia digital e de massa” (ARMITAGE; NELLUMS, 2020, tradução nossa).

Infelizmente, o direito da pessoa com deficiência em receber informações nem sempre se concretiza. Como exemplo da falta de acessibilidade informacional durante o período de pandemia, Fernández-Díaz, Iglesias-Sánchez e Jambrino-Maldonado (2020) analisaram o website da Organização Mundial da Saúde (OMS) através das diretrizes de acessibilidade do World Wide Web Consortium (W3C). No nível mais básico, o website resultou em apenas 60% do seu conteúdo acessível. No nível médio, não foram atingidas nem 50% das diretrizes.

Diante destas informações, onde há a recomendação de uso de máscaras caseiras, principalmente as artesanais de pano, e a necessidade de acessibilizar as instruções de confecção ao público cego e Surdo, o objetivo deste artigo é apresentar a adaptação de uma cartilha digital para a confecção, uso e higienização de máscaras caseiras para um formato acessível ao público cego e Surdo.

## 1.1 Recomendações e diretrizes para tornar a informação acessível

O W3C, com o objetivo de tornar o conteúdo web acessível, em especial pessoas com deficiência, disponibiliza diretrizes para orientar o conteúdo informativo (ex. textos, sons e imagens) e a estrutura de páginas ou sistemas da web (ex. programação e leiaute). Esse conjunto de diretrizes é denominado WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*). De forma geral, as diretrizes se encaixam em 4 princípios norteadores de qualquer projeto acessível para web: Perceptível, operável, compreensível e robusto. Especificamente, nas diretrizes que abordam a acessibilidade da informação para cegos e/ou Surdos (W3C, 2018), é possível listar:

- **Textos alternativos** - prover uma descrição em texto de qualquer conteúdo não-textual (ex. descrição de imagens);
- **Mídia baseada no tempo** - prover alternativas para mídias baseada em tempo (ex. pausar vídeo, alterar volume e língua de sinais);
- **Adaptável** - criar conteúdo que pode ser apresentado de maneira alternativa sem perder conteúdo ou estrutura (ex. sequência lógica da informação para leitores de tela, tradução para Libras);
- **Distintível** - facilitar o usuário ver e ouvir o conteúdo (ex. controle de volume do áudio e pouco ou nenhum som de fundo);
- **Compatível** - maximizar a compatibilidade do conteúdo com usuários de Tecnologia Assistiva (ex. uso de marcadores e links para leitores de tela).

No que tange especificamente a inserção de tradução em Libras, em vídeos algumas recomendações podem ser destacadas. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2005), para a boa visualização da interpretação, devem ser atendidas as seguintes condições: a) a vestimenta, a pele e o cabelo do intérprete devem ser contrastantes entre si e entre o fundo. Devem ser evitados fundo e vestimenta em tons próximos ao tom da pele do intérprete; b) na transmissão de telejornais e outros programas, com o intérprete da Libras em cena, devem ser tomadas medidas para a boa visualização da Libras; c) no recorte não devem ser incluídas ou sobrepostas quaisquer outras imagens.

Pelo exposto até aqui, o desenvolvimento de materiais instrucionais devem ter como base a aplicação de recomendações de acessibilidade para que possam ser mais inclusivos. No entanto, recomendações específicas sobre a transposição de conteúdos informacionais gráficos (textuais e pictóricos) em conteúdos acessíveis à pessoas com deficiência visual e auditiva ainda são incipientes.

Deste modo, uma abordagem de design que tenha como foco as pessoas apresenta-se como um caminho bastante relevante no desenvolvimento projetual. Tem-se assim, um meio de verificar se as tomadas de decisão, realizadas a partir da literatura, foram eficazes.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste estudo, optou-se pela adaptação do material gráfico-informacional previamente desenvolvido pela ação de Design Gráfico do projeto de Extensão Rede UFPR de combate à Covid-19 e intitulado: “Máscaras Caseiras: cartilha ilustrada sobre confecção, uso e higienização de máscaras caseiras” (Figura 01).

A seleção deste material pautou-se na relevância da informação, a qual objetivou disseminar informações confiáveis e úteis. Além disso, o material foi produzido buscando a eficácia comunicacional, utilizando uma linguagem clara e simples, a partir de textos e ilustrações. Desta forma, a cartilha vislumbrou atender grande parte da população, independentemente, de seu nível de escolaridade. Todo o conteúdo informacional da cartilha foi desenvolvido por designers, mas embasado em materiais atestados em órgãos de Saúde como OMS, OPAS e Anvisa, sendo o conteúdo avaliado por cinco profissionais da área da Saúde.



Figura 01

Capa e exemplo de conteúdo informacional encontrado na cartilha.

Embora, o material tivesse como foco, seu uso por públicos distintos, a versão inicialmente disponibilizada, não era acessível para pessoas com deficiência, no caso, cegos e Surdos.

Tendo a cartilha como material elegido, foi estipulada uma estrutura metodológica focada no Design Centrado no Humano (DCH), a qual tem por premissa colocar os usuários como fonte de estudo e protagonistas nas soluções

de design adotadas. Portanto, foi selecionada a estrutura metodológica do Design Thinking Bootleg (2018), a qual prevê 5 etapas:

1- **Empatizar:** esta etapa objetivou entender e aprender com os cegos e Surdos quais as suas necessidades para a utilização e compreensão de materiais gráficos audiovisuais acessíveis. Entendeu-se que cada um destes públicos exigia especificidades diferentes para a adaptação do material.

2- **Definir:** nesta etapa, a partir dos resultados da etapa de empatia, foi possível identificar os principais necessidades informacionais que a cartilha poderia suprir para as pessoas cegas e surdas. Foram aqui elencados os requisitos iniciais para a adaptação do conteúdo.

3- **Idealizar:** definidas as formas de atender as necessidades dos públicos pretendidos, foi iniciado o desenvolvimento do material, ou seja, identificadas quais seriam as adaptações e traduções necessárias para as duas versões. Neste momento foi realizada a seleção de diretrizes e recomendações para as duas versões.

Também nesta fase, foi realizada uma consulta com um especialista em edição e montagem de vídeos acessíveis para pessoas com deficiência auditiva.

4- **Prototipar:** esta etapa foi destinada ao desenvolvimento das versões da cartilha. Foram feitos protótipos passíveis de avaliação posterior, por usuários cegos, no caso do pdf acessível e por especialistas em libras, no caso do vídeo.

5- **Testar:** Nesta etapa foi realizada a avaliação dos protótipos, por pessoas com deficiência (cegos) e por especialistas em Libras.

Os participantes foram selecionados pela pertinência, contactados a partir de indicações de grupos de discussões e indicações. Participaram da avaliação da versão do pdf acessível três usuários cegos, os quais após a explicitação do objetivo do trabalho e concordância, foram instruídos a analisar a cartilha com os leitores de tela que usavam diariamente. Já na testagem da versão para Surdos participaram duas especialistas, intérpretes de libras, indicadas pelo departamento de Letras Libras e Núcleo de Apoio às pessoas com necessidades especiais - Napne da Universidade Federal do Paraná e um desenvolvedor, especialista em produção de vídeos acessíveis.

Após a testagem foram realizados os devidos refinamentos para disponibilização dos materiais em plataformas online de acesso público.

Destaca-se que, todos os procedimentos adotados neste trabalho foram realizados de forma remota, não havendo contato direto nem com os participantes, nem mesmo entre os membros da equipe executora.



### 3. RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos em todas as etapas da abordagem metodológica utilizada.

Na etapa **Empatizar** o principais pontos identificados dizem respeito à: (1) ter um arquivo acessível que permita que o leitor de tela identifique as informações na ordem em que elas deveriam aparecer para compreensão dos passos a serem executados; (2) ter descrição das imagens; ter um material audiovisual com imagens claras e tradução em Libras;

Na etapa **Definir** foi possível identificar como principais meios de transpor o conteúdo da cartilha de modo a torná-la mais acessível: (1) uma versão da cartilha em pdf acessível de modo a facilitar a sua utilização com leitor de tela, Tecnologia Assistiva mais utilizada em documentos digitais pelos cegos; (2) uma versão da cartilha em vídeo que disponibilizasse a interpretação em Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS.

Na etapa **Idealizar** foram definidas as principais adaptações. Para o desenvolvimento da cartilha em **PDF acessível** foram utilizados os princípios do W3C e as diretrizes de design disponibilizadas pela Adobe. O documento foi desenvolvido com o software Adobe InDesign. Os seguintes procedimentos foram feitos para garantir o acesso através de leitores de tela:

- Marcadores (tags): indicações de hierarquia para os elementos textuais. Por exemplo, “H” para títulos, “H1” para subtítulos e “P” para parágrafos de texto.
- Texto alternativo para imagens: descrição de cada imagem em forma textual, a serem lidos pelos leitores de tela juntamente ao texto. Nesta etapa também pode-se indicar que imagens sejam ignoradas pelos leitores (por exemplo, decorativas).
- Sequência de leitura: indicação lógica da sequência de informações que deve ser lida pelo leitor de tela, independente do leiaute visual apresentado.
- Teste com leitor de tela: verificação do funcionamento e sequência de todos os elementos, através do leitor NVDA.

Para o desenvolvimento da cartilha em **vídeo com Libras** foram utilizadas como recomendações:

- Boa visibilidade do quadro destinado à intérprete de libras, sem sobreposição de imagens ou textos;
- Adotar contrastes entre a vestimenta, a pele, o cabelo do intérprete e o fundo;

- Possibilitar ao usuário o controle do vídeo no referente à velocidade de apresentação, pausa, retrocesso, avanço e de controle/retirada do som (mídia baseada no tempo/distinguível).

Na etapa **Prototipar** as produções pautaram-se na especificidade de cada versão. A versão para pessoas cegas teve o protótipo baseado na aplicação realizadas na etapa “idealizar”, resultando em uma versão de alta fidelidade do documento, idêntica à cartilha original.

Já a versão para pessoas surdas teve protótipo de média fidelidade baseado nas recomendações para utilização da informação textual, pictórica e espaço destinado à intérprete de Libras.

Na etapa **Testar** a avaliação ocorreu de formas e públicos distintos. Na avaliação do pdf acessível os participantes utilizaram os leitores de tela (NVDA e TalkBack para Android). Não foram relatados problemas de compreensão, os participantes sinalizaram a identificação clara e significativa do conteúdo apresentado. Já a avaliação da versão da cartilha acessível para Surdos, os participantes identificaram a necessidade de um áudio com a leitura clara, pausada, tendo intervalos maiores (aproximadamente 4 segundos) entre as transições de tela. Isso foi necessário para que houvesse a compensação temporal da tradução em libras e melhor sincronização da informação falada, apresentada no texto/imagens e interpretação em Libras.

Após os refinamentos (Figura 03), visando facilitar o acesso pelos interessados, os resultados finais (vídeo com libras e pdf acessível) foram disponibilizados no site da Rede UFPR de Combate à Covid-19, bem como em um canal do Youtube ([https://www.youtube.com/watch?v=uKyor2JB\\_OM&t=139s](https://www.youtube.com/watch?v=uKyor2JB_OM&t=139s)).



**Figura 03**

Telas da versão final da cartilha em vídeo com tradução em libras

## 4. DISCUSSÃO

Diante dos resultados, destacam-se as contribuições da literatura no referente às diretrizes, principalmente no referente a geração do pdf acessível. No referente às recomendações para adaptação de materiais gráficos para audiovisual acessível para Surdos, os poucos estudos encontrados destacaram aspectos da inserção do quadro de tradução de Libras nos frames dos vídeos e diretrizes relacionadas ao uso do som. Recomendações sobre aspectos gráficos das ilustrações para Surdos foram encontrados mas não foram aqui contemplados por estarem fora do escopo deste trabalho.

Destaca-se também que, apenas após a avaliação com especialistas e usuários, foi possível identificar se a aplicação das diretrizes/recomendações foram efetivas. Como exemplo temos a consideração de aspectos sobre o tempo de leitura/fala do texto e tempo necessário à tradução em Libras, que difere dependendo da complexidade da ação envolvida.

A narração realizada inicialmente para auxiliar na interpretação de Libras, acabou sendo incorporada ao material, possibilitando um reforço da informação para outros públicos.

Por fim, entende-se que diferentes especificidades são necessárias para cada público de modo que, as adaptações para as traduções aqui realizadas, tiveram como foco as pessoas cegas e surdas.

## 5. CONCLUSÕES

O artigo teve como proposta relatar o desenvolvimento da cartilha ilustrada e acessível, intitulada “Máscaras Caseiras: cartilha ilustrada sobre confecção, uso e higienização de máscaras caseiras”. A adaptação do material gráfico-informacional visou o acesso de cegos e Surdos. Assim, foram feitas duas alternativas acessíveis para cegos: um PDF acessível, com sequência lógica de leitura, marcadores e textos alternativos para as imagens; e um vídeo com narração verbal, instruções textuais e interpretação simultânea em Libras, a fim de ser acessível ao público Surdo. Foram realizados testes dos materiais com pessoas cegas e Surdas que, devido à pandemia, aconteceram virtualmente.

Entende-se que a busca por um material universal que atenda aos diversos públicos ainda é um grande desafio, assim a tradução e adaptação da informação em diferentes mídias e formatos apresenta-se como um caminho possível. Considera-se que a adaptação da cartilha nas duas versões apresentou potencial positivo como material acessível aos públicos pretendidos. No entanto, sabe-se

que, para a verificação da compreensão e aceitabilidade do material, é necessária a avaliação com um número maior pessoas com deficiência visual e auditiva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMITAGE, R.; NELLUMS, L. B. The COVID-19 response must be disability inclusive. **The Lancet**, v.5, n.5, pp.e257, maio 2020.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15290**: Acessibilidade em comunicação na televisão. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. **Lei nº 14.019, de 2 de julho de 2020**. Disponível em: <https://bit.ly/2Gg2JUG>. Acesso em: 25 set. 2020.

FERNÁNDEZ-DÍAZ, E.; IGLESIAS-SÁNCHEZ, P. P.; JAMBRINO-MALDONADO, C. **Exploring WHO communication during the COVID 19 pandemic through the WHO website based on W3C guidelines: accessible for all?**. International Journal of Environmental Research and Public Health, v.17, n.16, ago. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**: características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sobre a doença**. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3j8Dz9p>. Acesso em: 25 set. 2020.

W3C - WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1**. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/343jFpZ>. Acesso em: 25 set. 2020.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public**. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/348tDpQ>. Acesso em: 25 set. 2020.

# Tecnologia Assistiva e Daltonismo – Uma proposta de jogo para auxiliar crianças no aprendizado das cores e suas simbologias

Chagas, Brenda<sup>1</sup>; Acioly, Angélica de Souza Galdino<sup>\*2</sup>

1 – Graduada em Design, UFPB, brendachagass@hotmail.com

2 - Departamento de Design, UFPB\*, angelica.acioly@academico.ufpb.br

\* Correspondência: Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCAEE), Campus IV. Av. Santa Elisabete, 160, Rio Tinto - PB, CEP 58297-000.

## RESUMO

As cores possuem um papel fundamental na integração social e no desenvolvimento psicológico dos seres humanos, e quando a sua identificação não é possível, no caso de pessoas daltônicas, isso pode gerar dificuldades em diversas atividades cotidianas. Neste sentido, tecnologias assistivas tem sido desenvolvidas a fim de promover a inclusão e independência das mesmas. Este trabalho portanto, tem como objetivo apresentar uma proposta de um jogo para auxiliar crianças daltônicas no ensino das cores e suas respectivas simbologias, tendo como sistema de identificação o código ColorADD. O método utilizado para nortear o desenvolvimento do produto foi o do Bernd Löbach.

**Palavras-chave:** *tecnologia assistiva, design, daltonismo.*

## ABSTRACT

*Colors play a fundamental role in the social integration and psychological development of human beings, and when their identification is not possible, in the case of color blind people, this can cause issues in several daily activities. In this sense, assistive technologies have been developed in order to promote their inclusion and independence. Therefore, this paper aims to present the proposal of a game to help color-blind children with the learning of colors and their respective symbologies, using the ColorADD code as an identification system. The method used to guide the product development was Bernd Löbach's.*

**Keywords:** *assistive technology, design, color blindness.*

## 1. INTRODUÇÃO

As cores possuem um papel fundamental na integração social e no desenvolvimento psicológico dos seres humanos, e quando a sua identificação não é possível, no caso de pessoas daltônicas, isso pode gerar dificuldades em diversas atividades cotidianas. Para Lida (*apud* MAIA 2013, p. 5),

as cores são elementos experienciais e estimulantes, que também têm o papel de chamar a atenção, agrupar informações, diminuir tempo de reação e, portanto, sua identificação se torna essencial para a realização de tarefas usuais.

Cerca de uma em cada dez crianças é afetada com problemas de visão significativos, dentro dos quais o daltonismo. A incapacidade de reconhecimento de uma ou mais cores por uma pessoa daltônica pode prejudicar, de diferentes formas, sua capacidade de se relacionar com o mundo, assim como sua autonomia na infância e no decorrer da vida. (MATTERS, 2011, *apud* GRADE, 2013, p. 90).

O Daltonismo, também conhecido como cegueira de cores e com o nome científico de Discromatopsia, é relacionado a uma alteração recessiva do cromossomo X, e constitui-se da incapacidade de distinção de algumas ou todas as cores do espectro luminoso visível ao olho humano.

Esta condição pode provocar uma baixa autoestima e sensação de desamparo durante o processo de evolução da aprendizagem da criança, fazendo com que a mesma perca a confiança em realizar atividades cotidianas e em sala de aula, interferindo diretamente em sua socialização. Neste sentido, faz-se necessário que os professores procurem entender as limitações e encontrem meios de facilitar a aprendizagem para essas crianças, recorrendo à utilização de símbolos, formas ou elementos representativos (como por exemplo: coração vermelho), que estejam presentes no cotidiano e que desejavelmente consigam transmitir um sentimento de segurança.

Implica também ressaltar que, os pais ao se depararem com esta condição, acham que se trata apenas de uma questão relacionada à uma determinada fase da aprendizagem e não de um problema específico e, quando obtém a confirmação do diagnóstico não sabem qual meio utilizar para sanar este problema e tornar a vivência com o daltônico algo leve.

“A discromatopsia não é uma deficiência que possui tratamento conhecido, porém há diversos estudos voltados para a melhoria e adaptação do daltônico, como meio de inclusão social”. (NEIVA, 2008 *apud* MAIA, 2013, p. 21). Com a descoberta do daltonismo, os avanços para tentar solucionar e suprir de alguma forma os problemas enfrentados pelos indivíduos são constantes, com isso,

tecnologias assistivas (recursos, serviços, técnicas, dispositivos e processos) têm sido pensadas a fim de ampliar as habilidades funcionais e assim promover a inclusão e independência dos mesmos.

Neste sentido, este artigo visa apresentar uma proposta de um jogo para auxiliar crianças, de seis a dez anos, no ensino das cores e suas respectivas simbologias, tendo como sistema de identificação o código ColorADD. A proposta em questão foi desenvolvida para um trabalho de conclusão do Curso de Design da UFPB.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do projeto aqui apresentado foi utilizado o método de Bernd Löbach (2009) que possui quatro fases: 1 - Preparação, 2 - Geração, 3 - Avaliação e 4 – Realização.

As fases propostas pelo método foram cumpridas da seguinte forma:

- Fase de preparação: 1. Pesquisa bibliográfica realizada em repositórios digitais institucionais, periódicos e em bases de dados científicas, onde foram levantadas fontes e conteúdos relacionados ao daltonismo e tecnologias assistivas; 2. Pesquisa realizada em sites especializados, onde foram levantados produtos/sistemas disponíveis no mercado voltados ao público em questão, além do registro de patentes. Para a realização do levantamento foram adotados como critérios de inclusão na pesquisa trabalhos/experiências que apresentassem tecnologias assistivas, podendo abranger recursos, serviços, técnicas, dispositivos e processos, voltadas exclusivamente para o público daltônico de diferentes faixas etárias; e 3. Estudo de caso realizado com pessoas daltônicas sobre dificuldades enfrentadas e sua relação com a deficiência desde a sua descoberta até a fase adulta. Para tanto, foi aplicado um formulário digital divulgado através da internet;
- Fase de geração: 1. Elaboração de mapa mental e do quadro de requisitos e parâmetros, os quais subsidiaram a geração de conceitos e alternativas; 2. Desenvolvimento de conceitos e alternativas; e 3. Aplicação de teste dos mockups das alternativas do projeto com uma amostra de pessoas com daltonismo. Durante o período do teste foi seguido um protocolo, sendo o mesmo desenvolvido em quatro momentos: leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE); aplicação de um questionário com informações sobre o perfil dos respondentes e sobre o daltonismo; apresentação do código ColorADD e a realização do teste estruturado a partir das

dimensões da usabilidade (eficácia, eficiência e satisfação) com os mockups. Para aferir a satisfação foi utilizada a ferramenta SUS (*System Usability Scale*) de Brooke (1996). Foi utilizado também um formulário de verificação dos princípios do Design Universal (MERINO, 2016);

- Fase de avaliação: definição da solução mais viável para o trabalho com o auxílio de uma matriz de decisão; e
- Fase de realização: 1. Alterações na alternativa definida após os resultados do teste; 2. Detalhamento da alternativa definida; e 3. Confecção do modelo matriz do produto.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Preparação

No decorrer desta pesquisa, foram identificadas algumas tecnologias voltadas para os daltônicos, a exemplo dos Óculos *EnChroma*, do código de assimilação de cores ColorADD, do sistema *Eyeborg*, de softwares inclusivos, de um sistema de sinalização de trânsito, de livros, dentre outros.

Dentre as tecnologias encontradas, o sistema de códigos de identificação de cores ColorADD foi o sistema escolhido como suporte para a proposta do produto em questão. Por esse motivo, somente esta tecnologia será apresentada e não as demais tecnologias citadas anteriormente.

Desenvolvido pelo português Miguel Neiva em 2008, o ColorAdd é um código monocromático baseado no conceito universal da rosa das cores (primárias e secundárias), onde através de símbolos básicos é possível identificar as cores aos quais estão relacionados. Seu objetivo é possibilitar uma compreensão imediata do elemento gráfico, bem como favorecer reproduções em dimensões reduzidas, como, por exemplo, em etiquetas de vestuário. Cada forma primária do código está associada a uma cor e a uma forma que representam o vermelho, o amarelo e o azul. Com isso, nasce e se desenvolve todo o código. O preto e o branco são representados por formas quadradas (branco - contorno do quadrado e preto - quadrado opaco). (NEIVA, 2008, p. 72) (Figura 01)





**Figura 01**  
Código das cores primárias/preto e branco. Fonte: Neiva (2008).

Juntamente com os elementos e cores citados, há o desdobramento das cores preto e branco como representantes das características de tons claros e escuros, tons de cinza e acabamentos (mate, metalizado, dentre outros).

Foi realizado ainda um levantamento de produtos similares existentes no mercado desenvolvidos para o público em questão. Um produto encontrado no mercado para atender à necessidade de identificação de cores pelos daltônicos, similar à proposta do projeto, é o UNO com a implantação do código ColorADD (Fabricante: Mattel), sobre o qual foram conduzidas algumas análises prévias (mercado, funções práticas e estéticas, estrutural, materiais e processos de fabricação). (Figura 02)



**Figura 02**  
Jogo UNO com ColorAdd. Fonte: Público (2017); Noote (2017).

Posteriormente ao levantamento de similares foi realizada uma pesquisa com o objetivo de conhecer e obter dados de pessoas com daltonismo e como as mesmas lidam com esta deficiência no dia a dia. A pesquisa contou com a participação de cinco indivíduos, com faixa etária de vinte e um aos cinquenta anos de idade de ambos os sexos. Seguem, de forma sintética, os principais resultados:

- Descoberta e diagnóstico: variou dos seis aos quarenta anos;

- Formas que percebeu o daltonismo: troca de cores em atividades escolares, o erro de cor na hora de escolher uma vestimenta e também durante um exame oftalmológico;
- Cores com mais dificuldades: todos indicaram dificuldades em identificar as diferentes tonalidades de vermelho e verde (protanopia e deutanopia, respectivamente);
- Tarefas que possuem dificuldade em realizar: utilizar cores em trabalhos avulsos e em peças de roupas, bem como identificar informações no cotidiano;
- 60% dos participantes da pesquisa relataram que já sofreram algum tipo de constrangimento por não conseguir identificar as cores corretamente e não conhecem um meio para auxiliá-los no dia a dia;
- 40% citaram formas de lidar com a deficiência, como: nomear os produtos com a sua determinada cor, fazer uso de aplicativos para smartphones e a existência de um óculos corretor, utilizar cores que já conhecem e suas variações, recorrer à ajuda de pessoas próximas para auxiliá-los, no trânsito buscam identificar o semáforo de acordo com a posição das luzes e não por suas cores;
- Todos consideraram importante a criação de um produto que auxilie no aprendizado das cores. Sugeriram ainda que o mesmo seja lúdico e inclusivo, visando a integração também de crianças que não possuem daltonismo para que assim, não haja exclusão de nenhuma das partes.

Em seguida foram realizadas análises da necessidade e da relação social e do ambiente, a partir das quais foram gerados mapas mentais que direcionaram a definição dos usuários, produto e contexto de uso e as demais etapas do desenvolvimento do projeto.

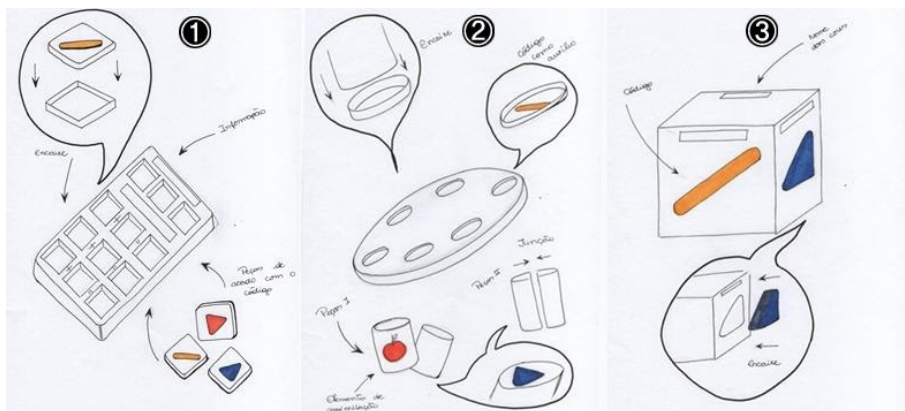
## 4.2 Geração e avaliação

A partir dos resultados das pesquisas e análises desenvolvidas e da definição do público alvo (crianças daltônicas de ambos os sexos com faixa etária de seis a dez anos de idade que possuem variações de classe social/renda), da função do produto (didático e também de entretenimento) e do contexto de uso (ambiente residencial ou escolar), foram formulados os requisitos e parâmetros para o projeto. (Quadro 01)

ASPECTO	REQUISITOS	PARÂMETROS	PRIORIDADE
FUNCIONAL	Permitir a inclusão de crianças que identificam as cores corretamente	Utilizar o código de cores ColorADD	Obrigatório
		Usar cores primárias e secundárias	Obrigatório
		Aplicar texturas ao produto	Desejável
SEGURANÇA	Atender as diretrizes dos órgãos de segurança INMETRO e ABNT	Utilizar as especificações da portaria nº 563 (Certificação de brinquedos)	Obrigatório
		Utilizar as especificações das normas ABNT NBR 300-1:2004 (Segurança de brinquedos: propriedades gerais, mecânicas e físicas) e a ABNT ISO/TR 8124-8:2017 (Diretrizes para a determinação do início da faixa etária)	Obrigatório
ESTÉTICO-FORMAL	Ser lúdico	Utilizar cores e formas do universo infantil	Desejável
ESTRUTURAL	Ser resistente e durável	Utilizar materiais com resistência ao uso	Obrigatório
	Assegurar a saúde e integridade do usuário	Utilizar material atóxico	Obrigatório
		Utilizar formas arredondadas	Obrigatório
ERGONÔMICO E DE USABILIDADE	Ser intuitivo e de fácil manuseio	Utilizar formas de fácil compreensão, elementos habituais do dia a dia (ex.: animais, frutas, ...)	Obrigatório
	Apresentar dimensionamento adequado ao público alvo	Adotar as dimensões do produto de acordo com o percentil 5% e 95% da mão na faixa etária de seis a dez anos de ambos os sexos	Obrigatório
	Apresentar o ColorAdd	Disponibilizar um livreto informativo e manual de uso	Obrigatório
MERCADO-LÓGICO	Deverá ter preço acessível para a classe C	Utilizar recursos que demandem baixo custo de produção	Obrigatório

**Quadro 01**  
Requisitos e Parâmetros do projeto

O conceito escolhido para nortear a geração das alternativas do produto foi o de união. Uma vez que, o intuito do produto recai sobre mudar a forma que as crianças são tratadas por serem diferentes e sobre a necessidade das mesmas serem incluídas em todas as atividades do dia a dia, independentemente de suas características e limitações. Com o conceito determinado, houve a elaboração de três alternativas, ambas desenvolvidas a partir de sistemas de encaixe de peças e do sistema de identificação ColorAdd. (Figura 03)



**Figura 03**  
Geração de alternativas.

#### 4.2.1 Teste das alternativas propostas

Para a realização do teste, foram confeccionados mockups visando a avaliação de uso, dimensionamento, forma, dentre outros aspectos, de acordo com as dimensões da Usabilidade e do Design Universal. (Figura 04) Os mockups foram confeccionados em escala real e para tanto foram utilizados papelão, tinta spray multiuso, moldes, cola e adesivos contendo os códigos.



**Figura 04**  
Mockups das alternativas para teste.

Apesar do produto ser direcionado à crianças com faixa etária de seis a dez anos, não foi possível realizar testes com as mesmas. Sendo assim, os participantes identificados no questionário online foram contatados e convidados a participarem do teste. Retornaram ao convite, três deles, universitários, com faixa etária entre vinte e vinte e quatro anos.

Como acontece na maior parte dos casos, a descoberta do daltonismo foi tardia, e com os participantes do teste se deu dos quinze aos vinte e um anos de idade. Nenhum deles conhecia o código ColorADD sugerido neste trabalho.

Quanto à eficácia dos produtos (compreensão das cores), os participantes relataram que conseguiram identificá-las totalmente após a explicação e o uso dos modelos juntamente com o código. Quanto à eficiência (processo de uso), os resultados obtidos indicaram que apenas o produto 1 apresentou problemas em decorrência do ângulo das peças não serem perceptíveis em um primeiro momento. Quanto à satisfação de uso foi calculada a média de cada participante a partir da aplicação do SUS, apresentando os seguintes resultados: Produto 1: 83,3 pontos; Produto 2: 93,3 pontos; e Produto 3: 96,6 pontos. Outra ferramenta analítica utilizada para definir o produto final foi o Check list dos princípios do Design Universal, realizado a partir do formulário proposto por Merino (2016). Os resultados indicaram que os produtos 1 e 3 não atendem às especificações dos princípios quatro e cinco: informação perceptível e tolerância ao erro, respectivamente. Portanto, o produto apto de acordo com o maior número de princípios atendidos foi o de número 2.

Após os resultados do teste e das análises foi elaborada uma matriz de decisão com o intuito de pontuar o atendimento aos requisitos estabelecidos para o novo produto. Para tanto, foram atribuídos os seguintes pesos: 0 (não atende), 1 (atende parcialmente) e 2 (atende completamente). A partir do somatório do pontos, o produto 2 foi o que obteve melhor pontuação, conseguindo atender aos requisitos estabelecidos. Além do que, foi o produto com melhor desempenho e satisfação durante os testes com os usuários e nas demais análises.

Ao final desta etapa foi constatada a necessidade de ajustar os aspectos dimensionais definidos inicialmente, inserir uma roleta para um segundo momento de interatividade onde o conteúdo aprendido poderá ser lembrado de forma mais fácil e intuitiva; agregar ao produto imagens de frutas pois fazem parte do cotidiano das crianças e relacioná-las às cores; e disponibilizar adesivos do ColorAdd para que as crianças consigam catalogar itens pessoais, com vistas a fixar mais o aprendizado da cor através do código.

### 4.3 Realização

O jogo “Descobrimo minhas cores” é composto por uma base e **peças em madeira** e uma roleta, onde são inseridos os códigos e figuras, através dos quais busca-se estimular a criança daltônica ao reconhecimento das cores primárias e seus desdobramentos, além de incitar experiências ao possibilitar diversas combinações e o desenvolvimento de princípios matemáticos de adição. Recomenda-se que o produto seja utilizado por até três jogadores por vez e, podendo ser utilizado no âmbito familiar e escolar, com o auxílio dos pais e professores. (Figura 05)



**Figura 05**  
Imagens do Jogo.

A fim de armazenar todos os itens do jogo, bem como, suas instruções, livreto informativo e adesivos que o acompanham, foram desenvolvidas as embalagens primária e secundária. (Figura 06)



**Figura 06**  
Imagens das embalagens do Jogo .

A Figura 07 apresenta o modelo do manual, do livreto, adesivos das peças e dos códigos.



**Figura 07**  
Imagens do Manual de instruções, livreto e adesivos do código.

## 5. CONCLUSÕES

Durante o processo de desenvolvimento deste projeto foi possível identificar as dificuldades e limitações que pessoas com Daltonismo enfrentam em seu cotidiano; e ainda que, apesar de cerca de 10% da população ser daltônica, existem poucos produtos e/ou sistemas direcionados a este público. Contudo, mesmo sendo em um número reduzido, foram identificadas soluções interessantes existentes no mercado atual, sobretudo com o incremento de recursos digitais, a exemplo de aplicativos.

Quanto ao projeto apresentado, o mesmo trata de uma proposta que demanda ainda a realização de um maior detalhamento em alguns de seus aspectos construtivos e de uso, para o qual devem ser conduzidos testes com os usuários em potencial, dentro da faixa etária proposta, para que a partir disso, sejam feitas as adaptações necessárias com vistas a uma produção e comercialização.

De acordo com a experiência vivenciada, ressaltamos a importância de ampliar as discussões e pesquisas aplicadas em temas como tecnologia assistiva, inclusão e acessibilidade, a fim de melhor fundamentar o desenvolvimento de novos projetos voltados para este público.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROOKE, John. **“SUS: a “quick and dirty” usability scale”**. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland. *Usability Evaluation in Industry*. London: Taylor and Francis, 1996. Disponível em; <https://www.itu.dk/courses/U/E2005/litteratur/sus.pdf>.

GRADE, A. R. **Ensino de cores a crianças daltônicas**: criação de um manual interativo para o ensino pré-escolar. Dissertação (Mestrado em Design de Comunicação). Universidade de Lisboa, Faculdade de Arquitectura, Portugal, 2013.

LOBACH, B. **Design Industrial**: bases para a configuração dos produtos industriais. Rio de Janeiro: Blucher, 2009.

MAIA, A. F. D. V. M. **Representação gráfica de mapas para daltônicos**: um estudo de caso dos mapas da rede integrada de transporte de Curitiba. Dissertação (pós-graduação em design). **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, 2013.

MAIA, A. F. D. V. M.; SPINILLO, C. G. **O papel do design em projetos para daltônicos**. II Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão para a Inovação, Florianópolis, 21-23 out. 2012.

MERINO, Giselle S. A. D. **GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos**: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário. Florianópolis: NGD/UFSC, 2016. Disponível em: <https://ngd.ufsc.br>.

NEIVA, M. **Sistema de Identificação de Cor para Daltônicos: Código Monocromático**. **Dissertação de Mestrado**. Universidade do Minho, Portugal, 2008.

NOOTE. **Experiências coloridas e divertidas para Daltônicos**. 11 . mai . 2017. Disponível em: <https://www.nootte.com/pt/blog/coloraddpt/>.

PÚBLICO. **Uno para daltônicos**. Disponível em: <https://www.publico.pt/2017/09/06/p3/noticia/ja-ha-uma-versao-do-uno-para-daltonicos-e-o-codigo-e-portugues-1828649>.



## Índice de autores

- Abud, Janaína Vieira Taillade — 360
- Acioly, Angélica de Souza Galdino — 467
- Aguiar, Bárbara de Cássia Xavier  
Cassins — 219, 437, 444, 451
- Aguilar, Paulo A. Cavalcante — 318
- Andrade, Andrea Faria — 219,  
437, 444, 451
- Andrade, Roberta Dutra — 318
- Araújo, Gael Carlos de — 337
- Araújo, Marcus Costa de — 26
- Araújo, Vera Lúcia Santiago — 360
- Baleotti, Luciana Ramos — 62
- Barbosa, Gabriel M. — 139
- Barczynszyn, Karin — 85
- Barroso Lima, Neyara Rebeca — 196
- Batista, Mariane de Jesus — 145
- Berlato, Larissa Fontoura — 426
- Bertolaccini, Guilherme da Silva — 272
- Bez, Marta Rosecler — 100
- Bezerra, Marcela Fernanda de C.  
G. F. — 45, 229, 266
- Biancolli, Luana Gonçalves — 380
- Bião, Menilde Araújo Silva — 183
- Borges, Oscar — 155
- Braganha, Alessandra Natasha A.B. — 170
- Branch, Marcus — 128
- Brand, Valéria Bussolo — 164
- Brito, Roger — 155
- Brogini, Bruna — 351
- Bueno, Juliana — 458
- Bueno, Tainá — 75, 297
- Cabral, Ana Karina — 290
- Calgato, Rafael — 189
- Campos, Livia F. de A. — 118
- Campos, Maria Carlizeth da Silva — 360
- Canciglieri Junior, Osiris — 246
- Carvalho, Allysson G. L. — 266
- Casagrande, Wagner D. — 139
- Catapan, Márcio Fontana — 107
- Cavalcante Vieira, Roberto Cesar — 196
- Chagas, Brenda — 467
- Cinelli, Milton — 15, 297
- Cordeiro, Débora Maria — 337
- Cordeiro, Luciana — 196
- Costa, Carlos Alberto — 55, 189
- Costa, Diogo Pontes — 164, 177
- Costa, Felipe Acordi — 55, 189
- Costa, José Ângelo — 290
- Costa, William — 212
- Costa, Álvaro Júnior — 304
- Cruz, Maria Gabrielle Lopes — 45
- Da Gama, Alana Elza Fontes — 212
- Dantas, Matheus F. do Nascimento — 318
- De Castro e Silva, Rôney R. — 92
- De Oliveira, Adonias C. — 92

- de Paula, Simone — 100
- Dias, Franciele Vieira — 426
- Dias, Jamilton Alves — 183
- Dias, Robson C. — 92
- Fernandes, Nathan M. — 118, 272
- Fernandes, Raquel dos Santos — 351
- Fernandes, Tânia — 311
- Ferrari, Guilherme Neto — 236
- Ferrari, Thais Ribeiro — 373
- Ferreira, Alais Souza — 426
- Ferreira, André — 139
- Ferreira, Clarice Isabelle — 219
- Ferro-Marques, Larissa R. — 118
- Figueiredo, Luiz Fernando  
Gonçalves de — 426
- Florêncio, André V. B. — 266
- Foggiatto, José Aguiomar — 85
- Fonseca, Pedro — 155
- Franco, Felipe Mateus — 85
- França Cunha, Israel Fernandes — 283
- Frazão Seoane, Alexandra — 196
- Frizera-Neto, Anselmo — 139
- Fülber, Heleno — 344
- Garcez, Letícia Vasconcelos Morais — 62
- Giracca, Cesar Nunes — 164, 177
- Gomes, José — 212
- Gomes, Marilu — 212
- Gomes, Rafael Cemin — 55
- Gomes Ferreira, Marcelo Gitirana — 15
- Gonçalves, Matthews Soares — 170
- Grandi, Suzete — 55, 189
- Granza de Mello, Rafael — 390
- Gusso, Mariana M. — 396
- Henzen, Alexandre F. — 396
- Hounsell, Marcelo da Silva — 329
- Ilha, Amanda — 297
- Jensen, Nikolas — 390
- Karkling, Gabriela Machado — 164
- Klein, Alison Alfred — 107
- Lima, Eduardo Nascimento — 344
- Lima, Nicholas Raphael Bezerra — 45
- Lima, Pedro — 155
- Lima, Vitor — 128
- Lopes, Geluza Gabriela Tagliari — 15
- Lopes, João L. Cruz — 318
- Lourenço, Gerusa Ferreira — 380
- Luz, Maria de Lourdes Santiago — 236
- Luz, Pedro — 155
- Machado, Rafaela — 311
- Magalhães, Paula Hortência dos  
Santos — 183
- Marcelino, Juliana Fonsêca de  
Queiroz — 26, 290
- Marchi, Sandra Regina — 351, 444
- Marques, Larissa R. Ferro — 272
- Martins, Laura — 290
- Martins, Manuela — 290
- Martins J., F. Luciano C. — 92
- Medeiros, Cindy Renate Piassetta  
Xavier — 407
- Medeiros, Ramon — 311
- Medola, Fausto Orsi — 62
- Melo, Ana Paula — 290
- Melo, Guilherme — 212

- Melo, Mirella — 212
- Merino, Eugenio — 164, 177, 205
- Merino, Giselle S. A. D. — 37, 417
- Merlin, Bruno — 344
- Monteiro, Hércules — 256
- Monteiro, Roberto Souza — 183
- Moraes, Rodrigo — 155
- Mota, Renata de Souza — 145
- Moura, Bruno Santos — 337
- Nakamura-Palacios, E. M. — 139
- Nascimento, Mineu — 290
- Nassar, Victor — 75, 297
- Negrão, Larissa — 155
- Nickel, Elton Moura — 15
- Nishida, Jonathan — 75, 297
- Nohama, Percy — 396
- Noveletto, Fabrício — 390
- Nunes, Maria S. Mendes — 318
- Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro — 107
- Okumura, Maria Lucia Miyake — 246
- Oliveira, Georgia Tath Lima de — 360
- Oliveira, Marcelo Mendes de — 183
- Oliveira, Marina — 212
- Oliveira, Paula C. Rocha — 236
- Ourives, Eliete — 75
- Pagatini, Michel — 205
- Paschoarelli, Luis Carlos — 62,  
118, 272, 373
- Pedrosa, Haline Leila Silva — 26
- Pereira, Elias da Silva — 100
- Pichler, Rosimeri Franck — 256, 337, 417
- Pires, Andressa da Silva — 451
- Porsani, Rodolfo Nucci — 272
- Poteriko da Silva, Geane Aparecida — 246
- Prim, Gabriel — 75
- Razza, Bruno Montanari — 236
- Reis, Lucas Santos — 145
- Rocha, Esther Pinheiro — 45
- Rocha, Saulo Moreno — 360
- Rodrigues, Ana Cláudia Tavares — 62
- Rodrigues, Liliane — 196
- Rodrigues Júnior, Jorge Lopes — 283
- Rodrigues Neto, Jorge Lopes — 283
- Rorato, Eduardo Keller — 15
- Roth, Valmir — 396
- Sales, Larissa da Conceição — 196
- Sanches, Emilia C. Picelli — 458
- Santiago Araújo, Vera Lúcia — 196
- Santos, Isabela Castagna — 15
- Santos, Leandro Brito — 183
- Santos, Tatiane Kelly Ferreira dos — 337
- Scardovelli, João Vitor — 272
- Schenkel, Ana de Castro — 37
- Schuenke, Gabriel de Souza — 15
- Serur, Gabriele — 396
- Sierra, Isabella de Souza — 107
- Silva, Andrei Luiz Demétrio e — 344
- Silva, Bruno Vieira da — 229
- Silva, Danilo Corrêa — 329
- Silva, Estéfane Costa — 283
- Silva, João Carlos Riccó Plácido — 373
- Silva, João H. dos Santos — 318
- Silva, Luiz — 155

Silva, Marcelo Martins — 318  
Silva, Oriana Comesanha e — 304  
Silva, Raphael Diego Comesanha e — 304  
Silva, Stephany de Souza — 15  
Siqueira, Graciele Karine — 360  
Smythe, Kelli C. A. Silva — 458  
Sousa, Alexandre — 128  
Souza, Kercia Cristine Rosário — 145  
Souza, Nilmar de — 145  
Spindola, Marilda Machado — 55  
Texeira, João Marcelo — 212  
Thomas, Carmine — 311  
Veras, Adonney Allan de O. — 344  
Victoria, Isabel Cristina Moreira — 426  
Vieira, Milton — 75, 297  
Vieira, Roberto Cesar Cavalcante — 360  
Yasuda, Kamila Tizumi — 407

**Tecnologia Assistiva: Projetos e Aplicações** é destinado a profissionais e pesquisadores que atuam no amplo campo da Tecnologia Assistiva e suas áreas correlatas, especialmente Design, Engenharia, Ergonomia, Reabilitação, Terapia Ocupacional, Fisioterapia, entre outros. Está organizado em cinco seções, com foco nos seguintes assuntos:

1. Ergonomia;
2. Tecnologia;
3. Projetos;
4. Comunicação;
5. Educação.

Os capítulos, oriundos de diferentes profissionais e grupos de pesquisa reconhecidos na comunidade acadêmica e científica, abordam práticas e projetos que visam, especialmente, contribuir para a inclusão social das pessoas com deficiência.