

ORGANIZADORES

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 Diaz Merino (UFSC)

Prof. Dr. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira (UDESC)

Profa. Dra. Giselle Schmidt Alves Diaz Merino (UDESC)



REDE DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM TECNOLOGIA ASSISTIVA

Prefácio de **Rita Bersch**

REDE DE PESQUISA E
DESENVOLVIMENTO EM
TECNOLOGIA ASSISTIVA

REDE DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM TECNOLOGIA ASSISTIVA

ORGANIZADORES

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 Diaz Merino (UFSC)

Prof. Dr. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira (UDESC)

Profa. Dra. Giselle Schmidt Alves Diaz Merino (UDESC)



1ª edição 2022 | Bauru, SP

canal6 editora

Catálogo na Publicação (CIP)
(BENITEZ Catalogação Ass. Editorial, MS, Brasil)

R147 Rede de pesquisa e desenvolvimento em tecnologia assistiva /
1.ed. organizadores Maria Lúcia Ribeiro Okimoto...[et al.]. – 1.ed. –
Bauru, SP : Canal 6, 2022.
262 p.; 16 x 23 cm.

Outros organizadores : José Aguiomar Foggiatto, Luís Carlos Paschoarelli, Fausto Orsi Medola, Eugenio Diaz Merino, Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Giselle Schmidt Alves Diaz Merino.

Bibliografia.
ISBN 978-85-7917-578-7
DOI 10.52050/9788579175787

1. Idosos – Aspectos sociais. 2. Inovação tecnológica. 3. Mobilidade reduzida. 4. Pessoas com deficiência. 2. Tecnologia assistiva.

04-2022/64

CDD 362.417

Índice para catálogo sistemático:

1. Mobilidade reduzida : Pessoas com deficiência :

Tecnologia assistiva : Bem-estar
362.417

Biblioteca : Aline Grazielle Benitez CRB-1/3129

Copyright© Canal 6 Editora, 2022

SUMÁRIO

11 PREFÁCIO

Rita Bersch

15 A REDE DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM TECNOLOGIA ASSISTIVA

OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro

FOGGIATTO, José Aguiomar

PASCHOARELLI, Luís Carlos

MEDOLA, Fausto Orsi

MERINO, Eugenio Diaz

FERREIRA, Marcelo Gitirana Gomes

MERINO, Giselle Schmidt Alves Diaz

35 SIMULAÇÃO DE AMBIENTE DE COCRIAÇÃO DE MODA FUNCIONAL: ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO CO-WEAR

BROGIN, Bruna

OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro

51 FABRICAÇÃO DE MATRIZES POR MICRO USINAGEM PARA APLICAÇÃO DE CÓDIGO TÁTIL SEE COLOR

BARBOSA, Maria Lilian Araújo

OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro

CATAPAN, Marcio Fontana

SILVA, Guilherme da Costa Mattos

- 69** USER-CAPACITY TOOLKIT: CONJUNTO DE FERRAMENTAS PARA AUXILIAR O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS CENTRADAS NO USUÁRIO
PICHLER, Rosimeri F.
MERINO, Giselle S. A. D.
- 91** GESTÃO E TECNOLOGIA: ÓRTESE DE FIBRA DE CARBONO COM BASE NAS PESSOAS, PROJETOS, PROCESSOS E PROCEDIMENTOS
GIRACCA, César
MERINO, Eugenio
PAULO, Irandir
PONTES, Diogo
MERINO, Giselle
- 111** AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE DIGITALIZAÇÃO 3D DE BAIXO CUSTO PARA FABRICAÇÃO DE ÓRTESES PERSONALIZADAS POR MANUFATURA ADITIVA
ROSENMANN, Gabriel C.
POIER, Paloma H.
WEIGERT, Mateus C.
OKIMOTO, Maria L. L. R.
FOGGIATTO, José A.
- 127** PERCEPÇÃO DA FUNÇÃO SIMBÓLICA DE CADEIRAS DE RODAS MANUAIS POR NÃO USUÁRIOS: VALORES SIMBÓLICOS E ESTIGMA.
VÁSQUEZ, Melissa Marin
MEDOLA, Fausto Orsi
PASCHOARELLI, Luis Carlos

- 141** ANÁLISE DE DIFERENTES MODELOS DE CR POR MEIO DE LEITURA FACIAL DE EMOÇÕES
LANUTTI, Jamille N. Lima
PEREIRA, Douglas Daniel
MEDOLA, Fausto Orsi
PASCHOARELLI, Luis Carlos
- 161** CONTRIBUIÇÕES DA DIGITALIZAÇÃO 3D PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA
SIERRA, Isabella de Souza
OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro
CATAPAN, Marcio Fontana
- 179** DESENVOLVIMENTO DE ELETRODOMÉSTICOS ACESSÍVEIS: LACUNAS E REFLEXÕES
ADAM, Dominique L.
OKIMOTO, Maria Lúcia L. R.
- 195** IMAGENS AUDIOTÁTEIS NO ENSINO DE ARTES PARA ESTUDANTES CEGOS: LACUNAS E REFLEXÕES
MUNIZ, Júlia Pereira Steffen
SANCHES, Emilia Christie Picelli
OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro
- 215** APLICAÇÃO DO KIT PEDAGÓGICO SEE COLOR COMO FERRAMENTA INCLUSIVA EM TURMAS DE ENSINO FUNDAMENTAL
MARCHI, Sandra Regina
BROGIN, Bruna
OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro

227 DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO
PARAPÓDIUM COM BASE NO PROCESSO OPEN
HARDWARE

CATECATI, Tiago

MORAES, Graziela Guzi

BORTOLAN, Giovana Mara Zugliani

PAPST, Maria Carolina

PERA, João Henrique Pavesi

CROCE, Theodoro Ian

MAGER, Gabriela Botelho

FERREIRA, Marcelo Gitirana Gomes

243 DISPOSITIVOS AUXILIARES PARA VIDA INDEPEN-
DENTE PERSONALIZADOS E PRODUZIDOS POR
MANUFATURA ADITIVA

POIER, Paloma Hohmann

ARCE, Rodrigo Pulido

DOURADO, João Vitor Leão Silveira

FOGGIATTO, José Aguiomar

PREFÁCIO

Agir em Tecnologia Assistiva (TA) significa buscar soluções de problemas vivenciados por pessoas com deficiência, com mobilidade reduzida, idosos ou aqueles que temporariamente apresentam dificuldades práticas em executar tarefas do cotidiano: comunicação, acesso à informação, alimentação, higiene, vestuário, cuidados com a saúde e com a casa, posicionamento, transferências e mobilidade, esporte, lazer, leitura, escrita entre outros.

Definir o problema e saber exatamente onde se pretende chegar é o ponto de partida e isso acontece quando uma diferença é sentida entre a situação presente e uma possível “melhor” situação. Esta definição só pode vir de quem vive a experiência do limite, ou seja, do próprio usuário.

A equipe que integra um serviço da TA deve ter uma abordagem centrada no usuário. A ele, compete a apresentação do problema e a tomada de decisão sobre as coisas que lhe dizem respeito e isso deve acontecer durante todo o processo que levará a definição e utilização de soluções em TA.

Pode-se vislumbrar sucesso em uma intervenção em TA à medida que a equipe se compromete a fazer com que o usuário atinja com ela uma relação de parceria, ao invés de consolidar uma relação – comum no passado, mas ainda vigente - de total dependência de decisões profissionais. Este ponto de vista fundamenta-se em considerações éticas (o usuário protagonista das próprias escolhas), clínicas (a aceitação positiva do recurso e o comprometimento do usuário com ações necessárias para sua utilização eficiente) e econômicas (melhoria da relação custo- benefício, ou, investimento/resultado).

A relação de parceria entre membros da equipe e usuário, que assume o protagonismo do processo, é algo a ser aprendido. Esta realidade não é nata, é desenvolvida nos indivíduos, pode e deve ser encorajada e promovida nos serviços de TA. Por este motivo, serviço de TA é compreendido também como um serviço de educação à autonomia. Quando trabalhamos nesta perspectiva, equiparamos todos os saberes dos implicados no processo de busca de solução, sem hierarquização do conhecimento e assim vivenciamos a cocriação. Aqueles que eram considerados como “demandantes” de tecnologias, consumidores passivos ou “pacientes”, passam a ser atores diretos no processo de construção e desenvolvimento tecnológico, da tomada de decisões, sem se limitar mais à simples “recepção” de tecnologia.

A leitura deste livro revela a alta qualidade da pesquisa desenvolvida pela Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA). O conhecimento aqui apresentado vem contribuir não só na descoberta de novos processos, materiais e produtos de TA, mas de forma moderna, centra-se no usuário, chama-o ao protagonismo, entende que o conhecimento de quem vive a experiência do limite porta um saber distinto e de igual importância àquele dos profissionais envolvidos na busca de solução (design, engenharia, arquitetura, saúde, educação,...). É desta forma que a busca por soluções práticas, estéticas e simbólicas é percebida e

contemplada em cada um dos capítulos. Outro ponto a ressaltar é a qualidade de proposições metodológicas descritas, que encantam e poderão inspirar não só processos de desenvolvimento de novos produtos, mas também poderão apoiar profissionais da educação e saúde no design de prestação de serviços de TA.

Rita Bersch

Fisioterapeuta

Mestre em Design – UFRGS

Diretora da Assistiva Tecnologia e Educação.

REDE DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM TECNOLOGIA ASSISTIVA: CONTRIBUIÇÕES

OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro¹
FOGGIATTO, José Aguiomar²
PASCHOARELLI, Luís Carlos³
MEDOLA, Fausto Orsi⁴
MERINO; Eugenio Diaz⁵
FERREIRA, Marcelo Gitirana Gomes⁶
MERINO, Giselle Schmidt Alves Diaz⁷

RESUMO

“Nada sobre Nós sem Nós”. Essa foi a reflexão motivadora, sobre a dignificação e realização pessoal, educacional, profissional, de saúde dentre outras, para a Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva, RPDTA, projeto apoiado pela CAPES,

1 Departamento Engenharia Mecânica e Design, UFPR, lucia.demec@ufpr.br

2 Departamento Engenharia Mecânica, UTFPR, foggiatto@utfpr.edu.br

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

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

5 Departamento Design, UFSC, eugenio.merino@ufsc.br

6 Departamento Design, UDESC, email6@email.com.br

7 Departamento Design, UDESC, gisellemerino@gmail.com

edital 59/2014 PGPTA. Apresentamos neste capítulo os resultados obtidos através de esforços conjuntos e práticas colaborativas envolvendo Professores, pesquisadores, alunos de doutorado, mestrado e iniciação científica da UFPR, UFSC, UTFPR, UNESP-Bauru, UDESC, instituições e Pessoas com Deficiência. Essa parceria colaborativa, refletiu-se nos resultados apresentados trazendo contribuições para a área de Tecnologia Assistiva no Brasil..

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva; Rede de Pesquisa; Pessoa com Deficiência, Inclusão; Acessibilidade

ABSTRACT

“Nothing about Us without Us”. This was the motivating reflection about daily life educational, professional, dignity, personal fulfillment, and healthcare, among others, for the Research and Development Network in Assistive Technology, RPDTA, a project supported by CAPES, edict 59/2014 PGPTA. In this chapter, we present the results obtained through joint efforts and collaborative practices involving professors, researchers, doctoral, master’s and scientific initiation students from UFPR, UFSC, UTFPR, UNESP-Bauru, UDESC, institutions and People with Disabilities. This collaborative partnership was reflected in the results presented, bringing contributions to the Assistive Technology area in Brazil.

Palavras-chave: Assistive Technology; Research Network; Person with Disabilities, Inclusion; Accessibility

1. INTRODUÇÃO

O avanço do desenvolvimento tecnológico efetivo, é alcançado quando está centrado na dignificação do ser humano, marcando e recontextualizando os valores culturais, sociais e morais da sociedade. Essa recontextualização advinda da transformação tecnológica expressa-se em diversas áreas, mas destaca-se quando disponibiliza acesso equânime aos meios de comunicação, mobilidade, educação, saúde, lazer, trabalho, entre outros. Uma sociedade deve almejar para seus cidadãos a aplicação desses novos conhecimentos para o bem-estar e qualidade de vida, considerando as necessidades dos indivíduos, respeitando-os e promovendo oportunidades a todos. Essa premissa fundamenta-se nos princípios de direitos humanos, através da Declaração Universal dos Direitos Humanos, Representação da UNESCO no Brasil (1948).

É sem dúvida um grande desafio tanto a pesquisa quanto a inserção desses conhecimentos de Tecnologia Assistiva com as Pessoas com Deficiência, a fim de que se realize a primeira premissa necessária “nada sobre nós sem nós”. Essa premissa vem se fortalecendo e tem sido utilizada historicamente como parte do ativismo das Pessoas com Deficiências em diversos países. Para alcançarmos com plenitude essa premissa maior, é necessário que todos nós sejamos agentes e partes formadores da recontextualização dos valores culturais, sociais e morais, promovendo desta forma a dignificação e realização pessoal, educacional, profissional, de saúde etc.

Para um cenário futuro temos um incremento populacional, segundo o IBGE em tabelas de projeção (2018), o Brasil terá uma expectativa média de vida de 80 anos em 2040 e com uma população projetada de aproximadamente 232.000.000 habitantes. Por meio deste argumento numérico exposto, do aumento da expectativa de vida para as próximas décadas, podemos inferir que o Brasil terá proporcionalmente um aumento de Pessoas Idosas e de Pessoas com Deficiência. Como esses dados norteiam todo e qualquer

planejamento estratégico, esse cenário apontado deve despertar e sinalizar ações para as políticas educacionais, a fim de reverter em um preparo de todas as áreas profissionais. A verdadeira inclusão e acessibilidade das Pessoas com Deficiência e Pessoas Idosas no ambiente familiar, educacional, profissional, de lazer, etc., somente vai ocorrer quando a sociedade já tiver sorvido as ações de Tecnologia Assistiva em sua própria cultura.

Esse olhar para o futuro, reafirma a necessidade de ações e estratégias para o planejamento dessas demandas, tanto das Pessoas com Deficiência (PcD) quanto das Pessoas Idosas (PI), mas sem esquecer das necessidades emergentes que carecem de ações conjuntas para o desenvolvimento de Tecnologia Assistiva. Dessa forma, é necessário estruturar ações de cooperação em Tecnologia Assistiva conjuntamente com as PcD e PI, pesquisadores, instituições de ensino, acolhimento e de tratamento, bem como demais profissionais.

A iniciativa da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva, RPDTA, com apoio da CAPES no edital 59/2014, teve sua formação baseada em princípios de cooperação para incentivar e despertar a temática de Tecnologia Assistiva, usufruindo do compartilhamento do conhecimento do meio acadêmico. E foi justamente a união de propósitos que nos permitiu estender e aprofundar os conhecimentos nos Programas de Pós-graduação em Design e de Engenharia Mecânica e aos seus respectivos cursos de graduação na UFPR, UTFPR, UFSC, UNESP-Bauru e UDESC, criando oportunidades de parcerias e diálogo com as instituições voltadas ao atendimento às PcDs. Entre as instituições envolvidas com este propósito esta temática passou a fazer parte de disciplinas dos cursos de graduação, pós-graduação, de projetos de extensão e pesquisa, e em estágios das diversas áreas do conhecimento. Esta expansão surgiu pelo envolvimento dos alunos da graduação, mestrado e doutorado, e professores e pelas oportunidades de aplicações das novas tecnologias em temas tão relevantes tais como:

órgãos, próteses, construção de material acessível, design universal, tecnologias da informação, e projetos de produtos aplicados às mais diversas necessidades das PcD e PI.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Além das disciplinas e projetos já citados, criou-se uma cultura para o desenvolvimento de métodos e técnicas aplicados ao tema e atividades em equipes multidisciplinares envolvendo Pessoas com Deficiência e profissionais de diversas áreas tais como: Engenheiros, Designers, Fisioterapeutas, Terapeutas Ocupacionais, Cientista da Computação, pais, cuidadores, entre outros. A metodologia de Design Thinking, Co-criação, Experiência do Usuário, Ergonomia, Modelagem Computacional, Processos de fabricação por Manufatura Aditiva, Escaneamento Tridimensional, Tecnologia Eletrônica, linguagens de Comunicação Alternativa e Aumentativa, foram trabalhadas de modo integrado nos diversos estudos. Desta forma promoveu-se uma recontextualização do conhecimento existente, agregando às novas tecnologias aplicações interdisciplinares e multidisciplinares, propiciando assim práticas colaborativas institucionais e interinstitucionais. Ampliou-se o espaço acadêmico sobre Tecnologia Assistiva no Brasil, com a criação do Congresso Brasileiro de Tecnologia Assistiva, incentivando a rede interna de pesquisa nas instituições, respaldados pela confiança e seriedade das atividades desenvolvidas na RPDTA. A difusão dos estudos para a sociedade, lideradas pelos coordenadores institucionais da RPDTA, consolidou parcerias com as comunidades, instituições de atendimento as PcD, instituições governamentais, e ONGs sendo as PcD os maiores beneficiários desta colaboração tendo a sua disposição novos produtos de Tecnologia Assistiva, dos quais foram desenvolvidos e executados em colaboração participativa.

3. RESULTADOS

No Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da UFPR, Laberg, grupo formado por professores e estudantes de graduação e pós-graduação, e parcerias ativas de instituições de educação inclusiva, conjuntamente com PcDs, atuaram para preparar e avaliar métodos e tecnologias, entre estas: Tecnologias de escaneamento tridimensional, para identificar as aplicações no desenvolvimento de produtos de Tecnologia Assistiva, Figura 1; Metodologias para os processos de Co-Design, com a efetiva participação das PcD nas etapas do desenvolvimento de produto gerando aplicações para a moda inclusiva, que ganhou o destaque no Prêmio Viva Inclusão 2018, promovido pela Prefeitura de Curitiba, Figura 2; produziu material técnico e didático para a identificação de cores de forma tátil, por pessoas com deficiência visual, solução destaque no Prêmio Viva Inclusão 2018 promovido pela Prefeitura de Curitiba, Figura 3 e investigação de processos de fabricação e aplicação dessas tecnologias em diferentes materiais, para se obter padrões de qualidade do produto final. O Pôster com a apresentação da dissertação: Aplicação do código tátil see color por processo de embossing em produtos para tecnologias assistivas, ganhou o 1º lugar no Workshop Internacional sobre Tecnologias Assistivas, da Fundação Araucária, Seti-PR e Sejufr-PR, pelo rigor acadêmico apresentado. Figura 4; Tecnologias digitais para da acessibilidade em produtos de modo ampliar as fontes de percepção através de sistema áudio-tátil com diversas possibilidades de aplicações na vida diária de Pessoas Cegas, e ampliar a acessibilidade nos meios digitais propondo métodos de avaliação e de protocolos para ouvir e compreender as PcDs no uso das tecnologias de informação, Figura 5.



Figura 1. Tecnologias de escaneamento Tridimensional.



Figura 2. Metodologias para os processos de Co-Design.



Figura 3. Criação código tátil e material didático.a



Figura 4. Criação de matrizes para aplicação do código tátil em diferentes materiais.



Figura 5. Tecnologias Digitais.

No Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade da UFSC, a equipe é formada por professores, estudantes de graduação e pós-graduação, complementados por pesquisadores de outras instituições, bem como por membros das instituições parceiras (Instituto de Psiquiatria de Santa Catarina, Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco e Hospital Universitário da UFSC). Vem desenvolvendo uma série de pesquisas dentre as quais destacam-se: Workshop e cursos (Figura 6) com abordagens metodológicas e instrumentação tecnológica (UNESP, UFPR, UTFPR, UDESC, UFPE, UFPB); Desenvolvimento de Protocolos e Metodologias para o desenvolvimento de TA (Figura

7), como o User-capacity toolkit (conjunto de ferramentas para guiar equipes multidisciplinares nas etapas de levantamento, organização e análise de dados), Thermos Protocol (protocolo de coleta de dados termográficos), Motion Capture Protocol (protocolo para captura de movimentos por sensores inerciais), dentre outros; Desenvolvimento de Órteses em Fibra de Carbono (OFC), (Figura 8), e Desenvolvimento de TA (Figura 9), em parceria com a Terapia Ocupacional e Engenharia da UFPE e IFPE no contexto da artrite reumatoide (PPSUS), num processo integrativo centrado no ser humano, tecnologias, processos e inovação.



Figura 6. Workshop e cursos.



Figura 7. Protocolos e Metodologias para TA.



Figura 8. Órtese em Fibra de Carbono (OFC).



Figura 9. TA para Artrites Reumatoide.

O NUFER (Núcleo de Manufatura Aditiva e Ferramental) da UTFPR, grupo formado por professores e alunos de mestrado, doutorado e iniciação científica, centralizou seus esforços no projeto e fabricação de próteses e órteses utilizando tecnologias de digitalização 3D, e impressão 3D de baixo custo. Os trabalhos desenvolvidos cumpriram esse objetivo desenvolvendo órteses de membro superior e inferior e trabalhando no desenvolvimento de próteses mamárias externas. Em paralelo foram desenvolvidas sistemáticas para a correção de malhas e processos de digitalização 3D. Como retorno para a sociedade este projeto permitiu a formação de recursos humanos para a área de Tecnologia Assistiva, tanto na formação de mestres e doutores quanto na oferta de disciplina na pós-graduação e na geração de procedimentos metodológicos para o projeto e manufatura por impressão 3D de órteses e próteses de baixo custo para que pessoas de menor poder aquisitivo possam ter acesso a esses produtos assistivos. O projeto permitiu o atendimento gratuito de pacientes de várias instituições como o Hospital Escola da UFPR, Clínica de reabilitação Vitória e ERCE (Escola

Campo Largo – Educação Infantil e Ensino Fundamental na modalidade Educação Especial), entre outras.

As Figuras 10 e 11 ilustram os principais produtos desenvolvidos no NUFER:



Figura 10. Órteses de membro superior por digitalização e impressão 3D



Figura 11. Órteses de membro superior por digitalização e impressão 3D

As figuras 12 e 13, referem-se as órteses de membro inferior confeccionadas por AM de baixo custo:



Figura 12. Órteses de membro inferior por digitalização e impressão 3D



Figura 13. Órteses de membro inferior por digitalização e impressão 3D

No Laboratório de Ergonomia e Interfaces da UNESP, uma equipe que reuniu docentes e estudantes de graduação e pós-graduação, investigou e testou procedimentos metodológicos em uma ampla gama de abordagens na área do Design Ergonômico e Design Assistivo. De fato, foram realizadas desde abordagens sobre a percepção de estigmas no uso de Tecnologia Assistiva (empregando

tanto técnicas de autorrelato, quanto técnicas de identificação de microexpressão fácil por meio do FaceReader®, (Figura 14), até a aplicação efetiva de técnicas de co-design (Figura 15) no desenvolvimento de próteses transradiais e transtibiais (Figura 16). Também foi definido como meta a compreensão e aplicação das novas tecnologias de digitalização tridimensional, associadas às de prototipagem rápida (Figura 17), e os novos meios de desenvolvimento de produtos de Tecnologia Assistiva, com base no Design e na Ergonomia, que são a principal expertise do referido Laboratório.

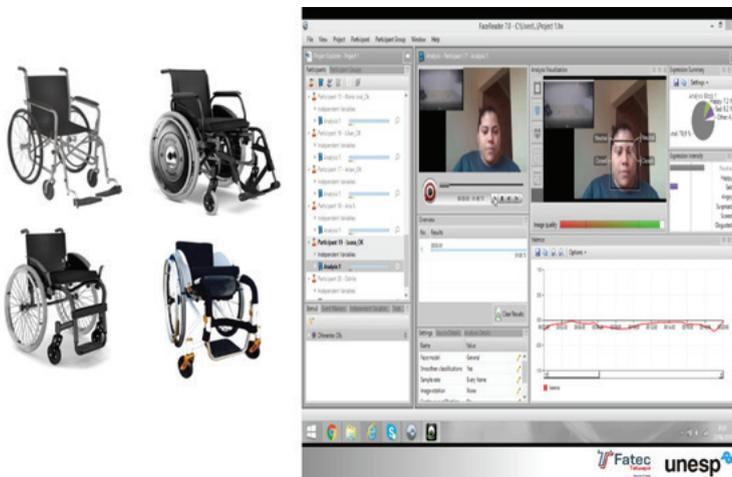


Figura 14. Emprego do FaceReader®.



Figura 15. Técnica de Co-design



Figura 16. Desenvolvimento de Próteses



Figura 17. Técnicas de Prototipagem Rápida.

O Laboratório de Interfaces e Interações em Tecnologia Assistiva é formado por professores e estudantes vinculados ao PPGDesign da UDESC, em Florianópolis-SC. Dentre as suas atuais pesquisas destacam-se: a utilização de tecnologias de fabricação digital no projeto e fabricação de dispositivos de TA, em parceria com a Fundação Catarinense de Educação Especial (FCEE), o uso de materiais naturais e sustentáveis (bambu) na confecção de órteses (Figura 18) para membros inferiores, em parceria com o Centro Catarinense de Reabilitação (CCR) e o Hospital Universitário de

Besançon, na França, o estudo da adoção do paradigma open hardware, ou projeto aberto, no desenvolvimento de TA, (Figura 19) e o desenvolvimento de metodologia de materiais instrucionais-didáticos para pessoas surdas com uso de imagens e vídeos estereoscópicos(Figura 20)



Figura 18. Uso de materiais naturais e sustentáveis.



Figura 19. Fabricação digital de dispositivos de TA.



Figura 20. Materiais instrucionais-didáticos para pessoas surdas.

4. CONCLUSÕES

Esse breve panorama listado pelos grupos de pesquisas da RPDTA, mostra a viabilidade das atividades cooperativas e colaborativas em prol do processo de construção de uma cultura de pesquisa e desenvolvimento em Tecnologia Assistiva. E devemos não apenas olhar os resultados apresentados como sendo os produtos gerados, que sem dúvida nenhuma, revertem na qualidade de saúde e permitem uma maior inclusão, social e educacional. Mas os aspectos de satisfação percebida, aquela que foi demonstrada por elas

terem se sentido valorizadas e inseridas no processo de criação dos produtos de Tecnologia Assistiva, no qual elas foram ouvidas e consideradas. Esse aprendizado, foi obtido em cada projeto, em cada nova situação, em cada nova necessidade observada, cada pessoa com deficiência foi único e singular e todos nos ensinaram muito, e continuarão a nos ensinar. Os métodos de desenvolvimento de produto inclusivo, de co-design, design universal entre outros são apenas o nosso Norte, mas não são os determinantes para o sucesso do projeto de uma Tecnologia Assistiva. O elemento determinante neste processo é o fator de interação entre os participantes, de colaboração, disposição e humildade para aprender com o outro, percebendo como o outro. Consideramos que o projeto e a pesquisa em tecnologia Assistiva é em sua essência um processo construtivista. E isso nos estimula a seguir em frente e a continuar disseminando e incentivando novas ações e pesquisas. É motivo de orgulho de todos os membros dos grupos de pesquisa da RPDTA, a realização das temáticas propostas com diversas abordagens de órteses, tecnologias, material didático, processos de fabricação entre outras. E os sorrisos revelados pelas PcD às equipes de pesquisadores, no uso dos produtos de TA gerados nos diversos projetos, demonstraram o vínculo de confiança estabelecido e de aprovação dos trabalhos realizados.

Deixamos neste artigo nosso breve relato e votos de que cada produto a ser desenvolvido possa haver espaço para um olhar dentro dos aspectos humanos e de inclusão às Pessoas com Deficiência e às Pessoas Idosas. As pesquisas desenvolvidas pelas equipes da RPDTA mencionadas, trazem neste livro nos capítulos seguintes, de forma mais detalhada os estudos, métodos, técnicas e resultados alcançados.

E esperamos que as ações da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva possam incentivar e repercutir para a formação cultural de inclusão das PcD e PI no desenvolvimento de produtos em nosso país. E manifestamos nossos agradecimentos

a CAPES, pela confiança dada a esse grupo de pesquisadores, pelo qual foi possível estender as fronteiras de pesquisa com as demais instituições desse nosso País.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES e ao CNPQ pelos investimentos na Rede de Pesquisa e Desenvolvimento e Tecnologia Assistiva – RPDTA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

UNESCO. Representação no BRASIL. Declaração Universal dos Direitos Humanos. 1998. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139423>>. Acesso em: 05/07/2021.

IBGE. Projeções Populacionais - Tabela 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 10/05/2021.

SIMULAÇÃO DE AMBIENTE DE COCRIAÇÃO DE MODA FUNCIONAL: ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO CO-WEAR

BROGIN, Bruna¹
OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro²

RESUMO

A moda funcional precisa ser projetada a fim de conferir autonomia e qualidade de vida às pessoas com deficiência. Objetivou-se a avaliação da aplicação do Co-Wear: Método de Cocriação de Moda Funcional com equipes multidisciplinares de diferentes perfis, a fim de verificar se as fases, etapas e ferramentas propostas são de fácil compreensão e utilização. Foram propostas dez atividades a serem realizadas pelos participantes mediante a interação com o Kit de Aplicação do Co-Wear, na sequência os 21 cocriadores responderam um questionário para avaliar o método. O Co-Wear foi

1 Programa de Pós-Graduação em Design, UFPR, brunabrogin@hotmail.com

2 Programa de Pós-Graduação em Design, UFPR, lucia.demec@ufpr.br

Correspondência: UFPR Edifício Dom Pedro I – R. General Carneiro, 460 – 8º andar, Curitiba – Paraná, Brasil, 80060-150

considerado de fácil compreensão em suas fases, etapas e ferramentas utilizadas.

Palavras-chave: Moda funcional, Co-Wear, cocriação

ABSTRACT

Functional fashion needs to be designed to confer autonomy and quality of life for people with disabilities. The objective of this study was to evaluate the application of Co-Wear: Functional Fashion Co-creation Method with multidisciplinary teams of different profiles, in order to verify if the proposed phases, steps and tools are easy to understand and use. Ten activities were proposed to be performed by the participants through interaction with the Co-Wear Application Kit, following which the 21 co-workers answered a questionnaire to evaluate the method. Co-Wear was considered easy to understand in its phases, steps and tools used.

Keywords: Functional fashion, Co-Wear, co-creation.

1. INTRODUÇÃO

Um quarto da população brasileira possui algum tipo de deficiência (IBGE, 2010), devido a isso é dever dos designers prover soluções em produtos, processos e sistemas que promovam a autonomia, acessibilidade e qualidade de vida desta população.

Uma das atividades diárias desenvolvidas por estas pessoas é o vestir (GUPTA, 2011). Atividade no qual encontram limitações devido a modelagens, tecidos e aviamentos não acessíveis, além de tamanhos não ergonômicos (CARROLL e GROSS, 2010; KABEL et al., 2017; AULER e SANCHES, 2017; ARAÚJO e CARVALHO, 2014).

A fim de viabilizar o desenvolvimento de vestuário funcional para esta população foi desenvolvido o Co-Wear: Método de Cocriação de Moda Funcional (BROGIN, 2019). Este método auxilia no processo de design colaborativo para o desenvolvimento de peças que se adequem a usuários com deficiência proporcionando-lhes conforto e eficácia no uso.

A moda funcional é um conteúdo optativo nos cursos técnicos e de graduação em Design de Moda e Estilismo, muitas vezes sendo abordado de maneira passageira em disciplinas referentes à ergonomia, antropometria ou projeto de produto. Acredita-se que o Co-Wear seja de grande auxílio na apresentação do tema e na aplicação em projetos inclusivos e com foco na funcionalidade de usuários com deficiência.

Visando resultados que colaborem para entender como seria a aplicação do Co-Wear em um ambiente de ensino-aprendizagem, este estudo objetiva a avaliação da aplicação do Co-Wear com equipes multidisciplinares de diferentes perfis, a fim de verificar se as fases, etapas e ferramentas propostas são de fácil compreensão e utilização.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A caracterização desta pesquisa é feita com base em Silva e Menezes (2005), sendo a natureza aplicada, visto que serão conduzidos experimentos com participantes reais. A forma de abordagem é qualitativa, buscando explorar os dados advindos da experiência dos participantes com o material disponibilizado. Os objetivos são exploratórios, visto que a interação entre participantes e o material será explorado a fim de verificar como se dá o entendimento e autonomia das equipes no uso do material.

Os procedimentos metodológicos utilizados perpassam a pesquisa experimental. Segundo o disposto por Barnes et al. (2012)

se caracterizam como quase-experimentos a fim de explorar a interação de usuários com o material do Co-Wear (Guia e Kit de Aplicação).

Esta pesquisa seguirá as seguintes etapas: Preparação de palestra introdutória sobre moda inclusiva, elaboração de *persona* e contexto a serem usados como caso simulado, preparação de ferramentas do Co-Wear com as informações da *persona* elaborada, convite para participação dos *workshops* para pessoas diversas, realização da palestra e na sequência os *workshops*, avaliação do método de cocriação por meio de um questionário.

A preparação da palestra incluiu a reunião de conteúdo sobre definições relativas à pessoa com deficiência, tecnologia assistiva e moda inclusiva, bem como exemplos de vestuários inclusivos já comercializados, explicações sobre o Co-Wear, suas fases, etapas e ferramentas. A palestra foi preparada para durar uma hora com auxílio de recursos de hiperlinks. Escolheu-se aleatoriamente uma *persona* feminina jovem usuária de cadeira de rodas, que foi apresentada aos participantes por meio de uma imagem e dados (figura 1).

Patrícia, 24 anos, solteira

Mora em Curitiba

Estuda engenharia Química na UFPR

Deficiência motora: Usuária de cadeira de rodas manual e órtese na perna direita

Usa transporte público e privado

Eventualmente tem cuidadora (mãe)

Atividades: Ler, dançar, ficar no computador, pintar, televisão, cozinhar, sair com os amigos, ir a fisioterapia, brincar com sua cachorrinha.

Faixa econômica: B

Possui interesse em moda



Figura 1 - *Persona* e contexto para o projeto simulado.

Foram preparadas algumas ferramentas do Co-Wear com dados da *persona* e foram estipuladas outras que os participantes deveriam utilizar durante os *workshops*: 1) Analisar o painel

de Público-Alvo; 2) Analisar o Questionário de informações de vestuários de uso diário; 3) Analisar o Protocolo de análise da tarefa da calça; 4) Analisar as ficha de produtos concorrentes e similares; 5) Preencher o Protocolo de análise e diagnóstico da fase de Pré-Design; 6) Analisar o Painel de Tendências; 7) Analisar o Painel Conceitual; 8) Preencher o Painel de Cores, de Tecidos e de Aviamentos; 9) Desenhar um modelo de calça para a Patrícia (*persona*); 10) Apresentar a solução para as outras equipes.

Para participar dos *workshops* foram selecionadas pessoas por meio do envio de convites para instituições de amparo a pessoas com deficiência, por meio de redes sociais, convites em grupos de estudantes de design e engenharia, instituições que fomentam atividades voltadas à moda e costura. Foi estipulado o tempo de uma hora para palestra e duas horas para a realização dos *workshops* e preenchimento do questionário de avaliação. Este por sua vez era composto por sete questões de múltipla escolha estabelecidas pelas pesquisadoras.

As respostas dos questionários foram analisadas por meio da análise do conteúdo, que segundo Capelle, Melo e Gonçalves (2003) pressupõe uma pré-análise do material, exploração e o tratamento e interpretação dos resultados obtidos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Co-Wear: método de cocriação de moda funcional a ser utilizado nos quase-experimentos deste estudo é proposto por Brogin (2019). É composto por três fases principais, (1) Pré-Design, (2) Design e (3) Prototipagem e Avaliação (figura 2). Cada fase é composta por 6 etapas e ferramentas de uso prático para equipe de projeto.

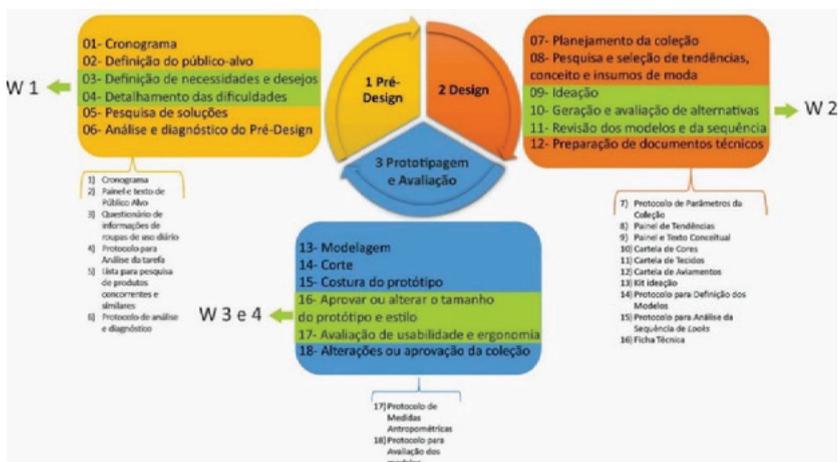


Figura 2. Co-Wear: método de design para cocriação de moda funcional.
 Fonte: Brogin, 2019, p. 206.

O método é baseado na cocriação, que une projetistas com conhecimento em moda, pessoas com deficiência, cuidadores e profissionais da saúde, para somarem esforços em prol do desenvolvimento de produtos de moda com acessibilidade, funcionalidade e que gere autonomia para os usuários.

O Co-Wear prevê quatro momentos de cocriação (etapas 3 e 4, etapas 9, 10 e 11, etapas 16 e 17, e se necessário uma etapa para reavaliação do projeto nas etapas 16 e 17 novamente). Nestes momentos toda a equipe trabalha junta para o desenvolvimento do projeto, nas demais etapas a equipe de design ou estilista desenvolve o projeto de acordo com o conhecimento da área, sem a participação dos cocriadores. O método é iterativo, ou seja, caso o resultado final não seja aprovado deve ser revisado e melhorado pela equipe.

4. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Foram realizados três *workshops* em dias e locais diferentes. Todos iniciaram com a palestra e na sequência foi apresentado o material com o qual os participantes iriam trabalhar. Ele era composto por um Kit

de Aplicação: uma caixa, um Guia de Aplicação do Co-Wear (livro), uma painel de Público-Alvo previamente determinado, junto com um Questionário de Informações de Vestuários de Uso Diário já respondido, um Protocolo para Análise da Tarefa já respondido, uma lista de produtos funcionais previamente selecionados, um Painel de Tendências e um Painel Conceitual já organizados, uma caixa de lápis de cor, lápis de escrever, borracha, fita adesiva e caneta (figura 3).



Figura 3. Kit de Aplicação Co-Wear utilizado nos workshops.

Os participantes foram divididos em grupos de até seis pessoas cada, mais um tutor que orientava a cocriação, que era um profissional da área de design que já conhecia o método Co-Wear. No primeiro *workshop* os perfis dos participantes eram de estudantes (um grupo de 5 e outro de 4 pessoas), no segundo eram profissionais ligados a áreas de atenção à deficiência (dois grupos de quatro pessoas cada) e no terceiro eram pessoas com experiência prática em moda (um grupo de 6 pessoas). Apesar dos agrupamentos de perfis procurou-se colocar pessoas com diferentes formações na mesma equipe, deixando-as multidisciplinares, na medida do possível.

Para realizar todas estas atividades as equipes tinham duas horas. A definição do tempo e de outros detalhes desta aplicação vieram a partir das colocações de IDEO (2013), que em seus processos de cocriação determinam espaços de tempo finitos para não sobrecarregar os participantes, formam equipes multidisciplinares para enriquecer o projeto, propõem diferentes cenários e elaboram espaços dedicados para aplicação do método, conhecido como *Design Thinking*.

Sobre a interpretação dos materiais as tutoras afirmaram que os participantes conseguiram relacionar o perfil da persona apresentada

ao Painel de público-alvo entregue (figura 4), entendendo o contexto deste segmento de mercado (atividade 1). Na sequência leram as informações do Questionário de informações de vestuários de uso diário (figura 4) e conseguiram entender as necessidades que o público tinha quanto a tecidos, modelos e aviamentos de suas roupas, como o cuidador intervinha, quanto tempo levava para se vestir, e quais características estéticas apreciava (atividade 2).

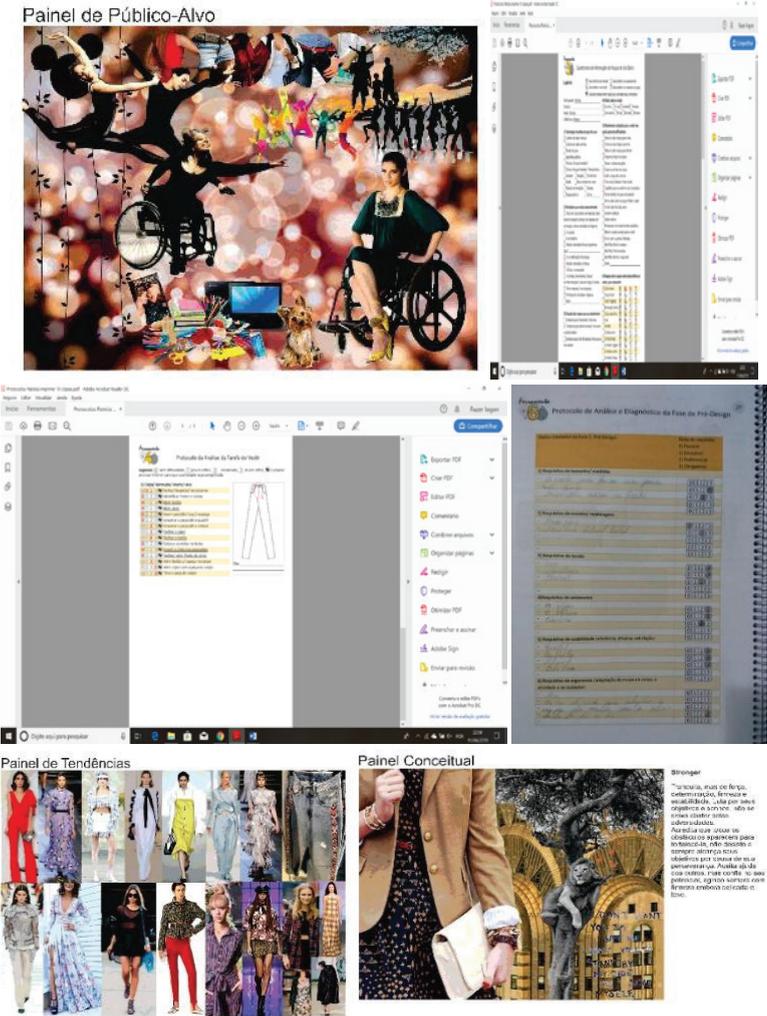


Figura 4. Material disponibilizado para realização dos workshops.

Na sequência as equipes analisaram o Protocolo de análise da tarefa da calça (figura 4), descobrindo quais tarefas eram difíceis para a *persona* no contato com este produto, discutindo entre si que melhorias poderiam ser feitas na calça a ser projetada (atividade 3). Então leram e discutiram as Fichas de produtos concorrentes e similares e começaram a ter mais ideias de como resolver os problemas de interação apresentados nas ferramentas anteriores, já preenchidas pelas pesquisadoras (atividade 4).

Para preencher o Protocolo de análise e diagnóstico da fase de Pré-Design (figura 4) as tutoras relataram um pouco de dificuldade por parte dos participantes em elencar uma nota de 0 a 3 para os requisitos da ferramenta (atividade 5). Além da falta de consenso, alegaram a necessidade de mais tempo para o preenchimento deste protocolo, pois demanda bastante discussão entre os membros da equipe. Solicitou-se a inserção de uma definição para “modelo/ modelagem” neste protocolo a fim de explicar as diferenças para pessoas leigas.

Apesar de todas as equipes terem preenchido este protocolo duas não inseriram as notas dos requisitos, informou-se que não conseguiram chegar em um consenso sobre qual a nota apropriada no tempo estipulado para o preenchimento do protocolo (10 minutos). O tempo estipulado visava que as equipes não ficassem muito tempo em uma atividade e por ventura não chegassem ao fim da cocriação.

Na sequência as equipes analisaram os Painéis de Tendências (atividade 6 com painel representado na figura 4) e discutiram os modelos, cores e tecidos que estavam na moda para aquela estação. Discutiram, também, o Painel de Conceito (atividade 7 representado na figura 4) e como a peça criada poderia aderir aquela proposta.

Na atividade 8 definiram cores a serem utilizadas no desenvolvimento da calça, escolheram retalhos de tecidos coloridos e preencheram o painel com as cores escolhidas (figura 5). Também avaliaram 20 tecidos disponíveis no kit que receberam e escolheram os que eram acessíveis ao público-alvo e que iam usar na composição da peça (figura 5). Analisaram cerca de 15 aviamentos presentes no kit que receberam e escolheram aqueles que seriam utilizados na elaboração do modelo (figura 5).



Figura 5. Painel de Cores, Painel de Tecidos e Painel de Aviamentos desenvolvidos pela equipe do workshop 3.

As tutoras afirmaram que a atividade 9 foi de muito interesse por parte dos cocriadores, que debateram sobre a escolha das cores, sobre pontos positivos e negativos das opções de tecidos, sobre a acessibilidade fornecida por cada aviamento, a fim de escolher aqueles que realmente iriam ser efetivos para *persona*.

Após estas definições todas as equipes propuseram desenhos de vestuários funcionais para Patrícia. Todos os desenhos estão na figura 6 e seguem as explicações dadas pelas equipes durante as apresentações finais (atividade 10). A imagem “a” representa a solução da equipe 1 do *workshop 1*, com uma calça multifuncional, para ser usada em diferentes atividades que a *persona* realiza durante o dia. Pode ser usada de três maneiras, toda fechada, com os botões abertos até o joelho revelando o tecido vermelho interno, com a calça fechada e dobrada sendo uma Pantacourt, caso ela não se importe em revelar a órtese.

O cós das costas é mais alto para dar conforto a usuária de cadeira de rodas, é de jeans fino com elastano de cor preta, tecido interno de Piquet de malha na cor vermelha, corte reto, detalhe lateral com uma faixa de tecido estampado em animal print de oncinha onde estão fixados botões de ímã do cós a bainha da calça, comprimento sob medida para não ficar curto na perna, com alças internas na altura do quadril para ajudar a subir a calça.

A calça “b” é da equipe 2 do *workshop 1*, que desenvolveu uma calça no estilo Pantalona para facilitar o uso da órtese. A calça tem elástico grosso na cintura, cós das costas mais alto que o cós da frente, é de cor lilás com um friso azul na lateral das pernas, é de Piquet de

malha. A calça apresenta uma abertura no interior da perna, que é um detalhe feito para dentro para não ter o problema de o tecido enroscar nas rodas da cadeira de rodas, pode ser usado fechado ou aberto, pois contém botões de ímã nesta parte.



Figura 6. Desenhos apresentados nos workshops 1, 2 e 3.

A primeira equipe do *workshop 2*, cujo desenho é o 6.c, visando o conforto escolheu como tecido a malha de moletom em três tons diferentes de marrom. O desenho da esquerda apresenta elástico na lateral do cóc, abertura frontal na direita e esquerda até metade da coxa. Na parte inferior tem uma abertura que é fechada por meio de ilhós e

cadarço, mas ele é fechado na parte superior, quase no joelho, para que a usuária de cadeira de rodas não caia ao tentar amarrar o cadarço na bainha, projetando o corpo para frente. Esta abertura visa proporcionar o uso da peça junto à órtese. Na altura do joelho tem um cordão com amarração que pode ser puxado para os dois lados para ajustar a peça no joelho e finalizar com um laço.

O desenho 6.c (direita) apresenta elástico grosso nas laterais do cóis da calça e no punho da barra, bem como cadarço no centro da frente do cóis. Tem bolsos em “V” sobre a coxa, sendo acessíveis para usuários de cadeira de rodas. A cor da calça é diferente daquela do bolso.

A segunda equipe do *workshop 2* preferiu apresentar diferentes versões de peças, mas todas com os tecidos escolhidos, que foram o Piquet de malha em vermelho e outro estampado com flores azuis. O desenho esquerdo da figura 6.d mostra uma calça de tecido vermelho com abertura em preto na lateral entre cintura e quadril, com botões nas laterais para proporcionar conforto, com cadarço na cintura para facilitar o vestir, franzido na lateral da calça para dar estilo e deixar menos justa.

No desenho 6.d direito a participante desenhou uma calça vermelha com elástico no cóis, detalhe em tecido azul na barra, botões que podem ser de ímã do meio da canela para baixo para facilitar o vestir.

A figura 6.e apresenta uma participante desenhando e a figura 6.f apresenta quatro opções de desenhos gerados no *workshop 3*. Esta equipe escolheu 8 cores diferentes e três opções de tecidos: crepe, veludo molhado e moletom. Para aviamentos escolheram o elástico largo, botão de ímã e zíper.

O primeiro modelo na figura 6.f é uma calça Pantalona azul com abertura lateral do cóis ao quadril e fechamento por quatro botões laterais. Um segundo modelo lilás é mais largo, com elástico no cóis, abertura frontal direita e esquerda e fechamento por botões, punho largo que abre e fecha por botões. O modelo em vermelho é largo, com elástico somente no cóis das costas e punho na bainha. A calça azul da direita é de Piquet de malha, apresentando um modelo mais folgado, com uma abertura frontal direita/ esquerda com fechamento por botões. Tem uma abertura lateral inferior com fechamento por três botões de cada lado.

Após desenharem cada uma das equipes apresentou seus desenhos e responderam às perguntas dos demais participantes. Na sequência todos foram convidados a responder o Questionário de Avaliação do Método.

A primeira pergunta questionava quantas vezes os participantes já tinham contribuído para o desenvolvimento de vestuários para pessoas com deficiência. Dos vinte e um respondentes um respondeu que duas vezes (5%) e vinte responderam que esta era a primeira vez (95%).

A segunda pergunta questionou o que os respondentes acharam do Co-Wear quanto a assimilação das fases e a pertinência para o desenvolvimento de produtos de moda. Nove respondentes acharam muito fácil (43%), sete acharam fácil (33%), três acharam regular (14%) e dois participantes acharam muito difícil (10%). As respostas possuem média e mediana igual a quatro, indicando que de modo geral os participantes acharam o Co-Wear e suas fases fáceis. A variância é 0,95 e o desvio padrão é 0,97, indicando muito alta dispersão de opiniões.

A terceira questão indagou a opinião dos participantes a respeito do Co-Wear com relação a assimilação das ferramentas propostas, o entendimento de como funcionavam e quais dados deveriam fornecer a fim de contribuir com o projeto. Sete participantes responderam que acharam muito fácil (33%), onze acharam fácil (52%), um achou regular (5%) e dois acharam muito difícil (10%). As respostas possuem média e mediana igual a 4, indicando que de modo geral os participantes acharam o Co-Wear e suas ferramentas de fácil compreensão e aplicação, a variância foi 0,6, sendo regular e o desvio padrão foi 0,81, considerado muito alto.

A questão quatro indagou quais dificuldades os participantes encontraram na interação com as ferramentas, totalizando 23 respostas. Onze respondentes assinalaram que não houve nenhuma dificuldade (48%); seis assinalaram que houveram dificuldades devido à falta de conhecimento sobre moda funcional (26%); três participantes afirmaram terem dificuldades devido à falta de criatividade (13%); duas participantes (9%) indicaram haver problemas de comunicação; um participante afirmou que teve dificuldade para entender como funcionavam as ferramentas (4%) e argumentou a necessidade de explicar melhor a

ferramenta 6 (Protocolo de Análise e Diagnóstico da Fase de Pré-Design) principalmente com referência ao termo “modelagem”.

A quinta questão foi referente a participação de todos os envolvidos da equipe na cocriação, questionando se os participantes acreditavam que todos conseguiram se expressar igualmente para o desenvolvimento da cocriação. Dezoito pessoas, ou 87%, afirmaram que “sim”, todos se expressaram igualmente.

Três pessoas, ou 13%, afirmaram que “não”, salientando que as opiniões de algumas pessoas sobressaíram. Entre as três pessoas que responderam “não”, uma informou por extenso que devido a não saber muito sobre moda não teve uma opinião “forte” sobre o assunto (a). Outra escreveu que não foram igualitárias as definições sobre os detalhes dos desenhos (b). E a terceira pessoa argumentou que não foi igualitário, pois isto depende da prática que vêm com a experiência pessoal e estímulo a cocriação (c).

As respostas “a” e “c” dão a entender que a não participação igualitária possa ser proveniente do estímulo ou motivação do participante, advindo de seus conhecimentos prévios e experiências. A resposta “b” indica uma possível discrepância entre opiniões, onde a tutora possivelmente não soube balancear para que todas as opiniões fossem levadas em conta da mesma maneira e neste caso a pessoa que desenhou acabou criando da maneira que achou mais conveniente.

A questão seis indagou se os participantes aprenderam mais sobre moda funcional ao utilizar o Co-Wear, e todos os participantes afirmaram que sim (100%). A questão sete perguntou se os participantes acreditavam que o Co-Wear colaborou no desenvolvimento do vestuário funcional desenvolvido, novamente todos responderam que sim (100%).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os objetivos deste artigo foram realizados *workshops* simulados de utilização do Co-Wear com posterior aplicação de questionário para avaliar a compreensão e utilização das fases, etapas e ferramentas propostas pelo método.

As fases avaliadas foram a 1º, Pré-Design, e 2º, Design, as etapas de 1 a 9 e as ferramentas de 1 a 13, conforme disposto na representação gráfica do método na figura 2. As dez atividades de análise de material e execução de atividades foram realizadas e concluídas por todas as equipes, independente do perfil de participantes que as compunham.

As respostas dos questionários destacaram que as fases, etapas e ferramentas do Co-Wear foram de fácil compreensão e aplicação. As dificuldades encontradas relacionavam-se a necessidades de pequenos aperfeiçoamentos nas ferramentas ou no modo de aplicação.

Destacou-se também a eficácia na transmissão de conhecimentos sobre moda inclusiva e a equidade na participação de cada criador. Todos os respondentes concluíram que o Co-Wear colaborou no desenvolvimento do vestuário proposto, levando a conclusão que seria uma importante ferramenta a ser usada no processo de ensino-aprendizagem no que diz respeito a projetos de moda com foco no desenvolvimento de produtos ergonômicos e com usabilidade para pessoas com deficiência.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES e ao CNPQ pelos investimentos na Rede de Pesquisa e Desenvolvimento e Tecnologia Assistiva – RPDTA e ao MCTI pelos investimentos na realização da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de 2018.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. do S.; CARVALHO, M. A. F. Antropometria e ergonomia no design para cadeirantes desportistas. **Revista Dobras**, Brasil, v. 7, nº. 15, p, 80-89. 2014.

AULER, D.; SANCHES, G. **9º Concurso Moda Inclusiva**. São Paulo: Estação das Cores e Letras; Secretaria de Estado dos Direitos da Pessoa com Deficiência, 2017.

BARNES, L. et al. **Experimental and Quasi-Experimental Research**. Writing@CSU Guide, The Writing Studio. Fort Collins: Colorado State University. 2012.

BROGIN, Bruna. **Método de Design para Cocriação de Moda Funcional para Pessoas com Deficiência**. 411. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em design da Universidade Federal do Paraná. 2019

CAPELLE, M. C. A. et al. Análise de conteúdo e análise do discurso nas ciências sociais. **Revista Eletrônica de Administração da UFLA**, v.5, n. 1. 2003.

CARROLL, K.; GROSS, K. An Examination of Clothing Issues and Physical Limitations in the Product Development Process. **Family & Consumer Sciences Research Journal**, United States v. 39, nº. 1, p 2-17. 2010.

GUPTA, D. Functional Clonthing – Definition and Classification. **Indian Journal of Fiber and Textile Research**, Índia, v.36, p.321-326, dez. 2011.

IDEO. **Kit de ferramentas**. 2º ed. Versão em português. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2000**. São Paulo: IBGE, 2000.

KABEL, A. et al. Clothing-related barriers experienced by people with mobility disabilities and impairments. **Applied Ergonomics**, Estados Unidos, v. 59, p. 165-169. 2017.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4.ed. rev. atu. Florianópolis: UFSC, 2005.

FABRICAÇÃO DE MATRIZES POR MICRO USINAGEM PARA APLICAÇÃO DE CÓDIGO TÁTIL SEE COLOR.

BARBOSA, Maria Lilian Araújo¹
OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro²
CATAPAN, Marcio Fontana³
SILVA , Guilherme da Costa Mattos⁴

RESUMO

Para a inclusão de pessoas com deficiência visual em atividades que precisam do reconhecimento de cores, foi criado um código tátil para a sistematização do reconhecimento de cores. Foi identificada uma lacuna para sua aplicação e foi proposto o processo de embossing para esta aplicação, por meio de matrizes. Este estudo descreve o processo de fabricação de matrizes, macho e fêmea, por micro usinagem high speed utilizando o material Toolox 44. Os resultados não apresentaram deformação visual dos elementos do see

1 Departamento de Eng. Mecânica, UFPR, lilianresearcher@gmail.com

2 Departamento de Eng. Mecânica, UFPR, UFPR, lucia.demec@ufpr.br

3 Departamento de Expressão Gráfica e Eng. Mecânica, UFPR, marciocatapan@gmail.com

4 Departamento de Eng. Mecânica, UFPR, UFPR, guilherme.cm.silva@hotmail.com

Correspondência: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 230 Centro Politécnico, Bl. 04, Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil, 81530-000.

color nas matrizes. Enfatiza-se a interdisciplinaridade entre design e engenharia para a criação e fabricação desta ferramenta.

Palavras-chave: micro usinagem, matrizes, embossing.

ABSTRACT

For the inclusion of people with visual impairment in activities that require color recognition, a tactile code was created for systematizing color recognition. A gap was identified for its application and the embossing process for this application was proposed, through matrices. This study describes the process of fabrication of male and female dies by high-speed micromachining using the Toolox 44 material. The results did not present visual deformation of the see color elements in the matrices. It emphasizes the interdisciplinarity between design and engineering for the creation and manufacture of this tool.

Palavras-chave: micromachining, matrix , embossing.

1. INTRODUÇÃO

De forma interdisciplinar, profissionais se unem com seus conhecimentos para o desenvolvimento de soluções, em Tecnologias Assistivas (TA), com o objetivo de inclusão em contextos da vida diária, promoção da independência, qualidade de vida e inclusão social de pessoas com deficiência (PcD). A TA, é um conjunto de serviços, produtos, recursos, procedimentos, processos, práticas, estratégias, sistemas, métodos, técnicas, tecnologias e mecanismos gerais de apoio às PcD para que seja ampliada sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de aprendizado

e trabalho, com acesso pleno à vida em sociedade manifestando-se naturalmente como cidadãos (BRASIL, 2012).

Em contribuição para a inclusão de cidadãos com deficiência visual em atividades que precisam do reconhecimento de cores, um grupo de pesquisadores da Universidade Federal do Paraná - UFPR, criou um código tátil para a sistematização do reconhecimento de cores, a partir dos estudos de Marchi (2019). Trata-se de um conjunto de símbolos táteis, composto por cores primárias, secundárias, preto e branco e a partir destas, outras tonalidades, denominado *See Color* (INPI,2017).

Com a criação deste código, foi identificada a necessidade de processos para sua aplicação em produtos e embalagens. A partir da identificação desta lacuna, propôs-se o uso do processo de embossing, para aplicação do *See color* em produtos e embalagens que utilizem materiais em formato de lâminas ou chapas. Para a aplicação do see color por este processo, é necessário a criação de uma ferramenta que viabilize sua aplicação. A proposta deste estudo é: Descrever o processo de fabricação de um ferramental, definidas como matrizes do tipo macho e fêmea, por micro usinagem high speed utilizando o material Toolox 44.

1.2 EMOSSING

O embossing é caracterizado como um estiramento, que é uma deformação por tensão ou tração reduzindo a espessura do material, com uso de matrizes macho e fêmea, realizando a gravação em relevo em materiais no formato de lâminas ou chapas, (NOGUEIRA, 2015).

De acordo com Gual Ortí et al, (2014), o embossing é um processo para gravação em relevo, que tem sido utilizado em processos industriais, pela versatilidade de aplicação em diferentes materiais, como papel/papelão, pvc, metais, dentre outros, podendo ser aplicado de forma manual ou mecânica.

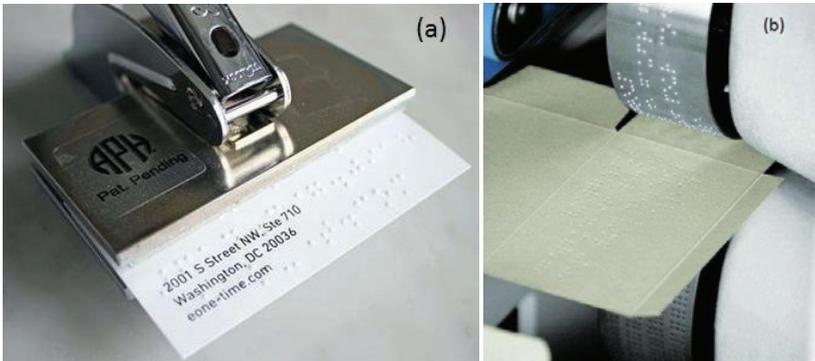


Figura 2. Embossing mecânico manual e automatizado.

Fonte: Offset print Technology (2013)

Legenda: a) Embossing mecânico manual; b) Embossing mecânico automatizado;

1.3 MICRO USINAGEM

A micro usinagem tem despertado interesse de acadêmicos e indústria, devido à crescente demanda por fabricação de microcomponentes, como telecomunicação, setor médico-odontológico, com parafusos para implantes dentários, ósseos e órteses, sendo necessário a seleção de materiais de alta tecnologia para estas aplicações.

A indústria automotiva, em células de combustível, micro atuadores, sensores, circuitos integrados e uma gama de produtos industriais que se utilizam de micro elementos. O grande desafio da micro usinagem é a seleção de matéria prima e processos industriais que preservem as propriedades mecânicas e precisão dimensional de micro componentes. A miniaturização de componentes oferece vantagens significativas, pois dispositivos micrométricos, são mais leves, têm menor consumo de energia e oferecem mais funcionalidades em pouco espaço. A micro usinagem ocorre por meio da remoção de material, por torneamento e fresamento. O fresamento por high speed permite maior precisão dimensional, geométrica e qualidade superficial. (CAVALCANTI, SOARES, 2013; MARANHÃO, SILVA E DAVIM, 2012).

1.4 REQUISITOS DE PROJETO E SELEÇÃO DE MATERIAIS

A seleção de materiais é um fator de complexidade no desenvolvimento de produtos que deve atender aos requisitos do projeto. A classificação dos materiais pode ocorrer por categorias, estrutura, função ou desempenho. (ASHBY, SHERCLIFF E CEBOM, 2012; ASKELAND, WRIGHT, 2014).

Segundo Ferrante (2007) a seleção do material pode ocorrer por sua função, quando aplicado em um produto considerando o ambiente que o material será instalado, o ciclo de vida, o custo da solução encontrada e quais as expectativas do mercado em relação a este material.

A empresa SSAB (2019), desenvolveu o material Toolox 44, que vem sendo utilizado pela indústria metal mecânica, para aplicações em ferramentas, matrizes para injeção plástica, na indústria de telecomunicações, automobilística e aeroespacial. Apesar de possuir elevada dureza, o Toolox possui baixa adição de carbono, propiciando fácil usinabilidade e estabilidade dimensional após a

usinagem. Pertence a uma família de aço de alta resistência, sua dureza nominal é de 450 HBW/45 HRC, com diâmetro de 38mm, em estado bruto com tratamento térmico, pronto para o uso.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos para o desenvolvimento das matrizes, seguiram o modelo de requisito de projeto sugeridos Ashby, Shercliff e Cebom (2012), conforme Figura 3.

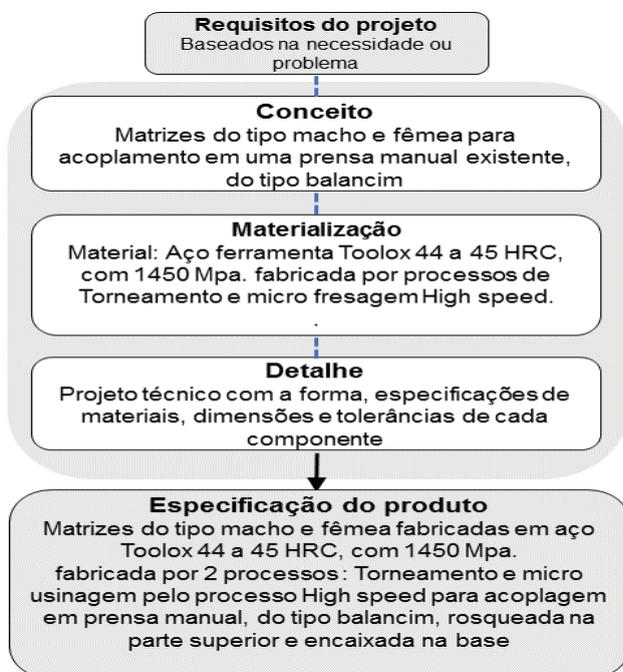


Figura 03. Requisitos de projeto. Fonte: Adaptado de Ashby, Shercliff e Cebom (2012).

No requisito de projeto, a necessidade ou problema, refere-se a lacuna de como aplicar o see color em produtos. Propôs-se o uso do processo de embossing, para aplicação do see color em produtos e embalagens que utilizem materiais em formato de lâminas

ou chapas, com a fabricação de uma ferramenta que viabilize esta aplicação.

Optou-se por desenvolver três matrizes, contendo os símbolos do *see color*, referentes às cores: vermelho, amarelo e branco. Estas cores representam as variações de posições destes elementos conforme mostra a Figura 4.

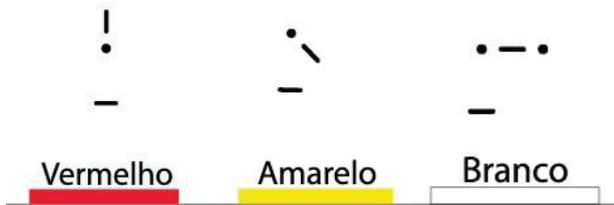


Figura 4. See color das cores selecionadas. Fonte: Adaptado de Marchi (2019).

O conceito para criação das matrizes, levou em consideração, o suporte onde elas seriam acopladas: uma prensa manual, do tipo balancim, com capacidade de pressão até 100kg. (FIGURA 5).



Figura 5. Prensa manual tipo balancim. Fonte: Cardenas (2019)

Este modelo dispõe de um espaço com 60mm, para encaixe manual das matrizes, por meio de rosqueamento manual no curso superior e encaixe no furo da base. Foi elaborado um projeto conceitual das matrizes, para análise, do acoplamento no balancim conforme FIGURA 6.

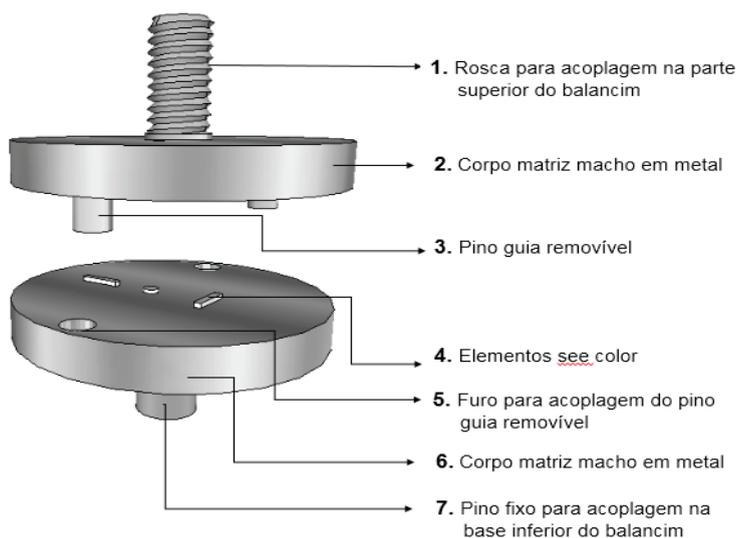


Figura 6. Conceito matrizes macho e fêmea. Fonte: Os autores (2019).

Além do projeto conceitual, foi elaborado um projeto técnico das matrizes, para análise, do acoplamento dos elementos do see color conforme FIGURA 7.

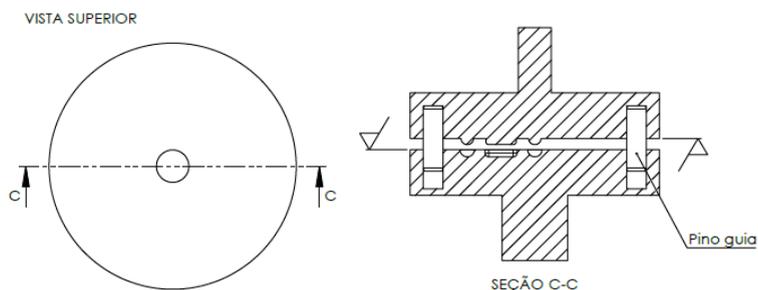


Figura 7. Acoplamento matriz macho e fêmea. Fonte: os autores (2019).

A materialização e especificação do produto define os processos: fabricação por torneamento e micro usinagem high speed, com o material Toolox 44. A seleção do material levou em consideração, o escopo mais crítico do projeto: a manutenção das características dimensionais dos elementos do *See Color* após a micro usinagem. A fabricação das matrizes foi realizada pela empresa RK Ferramentaria na cidade de Pinhais, região metropolitana de Curitiba – PR. O período total de projeto e fabricação ocorreu de setembro a dezembro de 2018.

Este estudo, se caracteriza como descritivo. A pesquisa descritiva, segundo Sampiere, Callado e Lucio (2013), busca descrever e detalhar as características dos processos ou qualquer outro fenômeno, que se submeta a uma análise. Pretendem coletar informações, com precisão, com a medição de um ou mais atributos do fenômeno de interesse.

3. RESULTADOS

Todo o processo de fabricação das matrizes foi gerenciado pelo sistema GRV de gestão de produção. Foi utilizado uma barra de aço toolox 44 com diâmetro de 38mm por aproximadamente 200 mm de comprimento. O processo de fabricação das matrizes foi iniciado com a programação de torneamento das peças, utilizando o software FeatureCam, (FIGURA 8), conforme especificações do projeto.

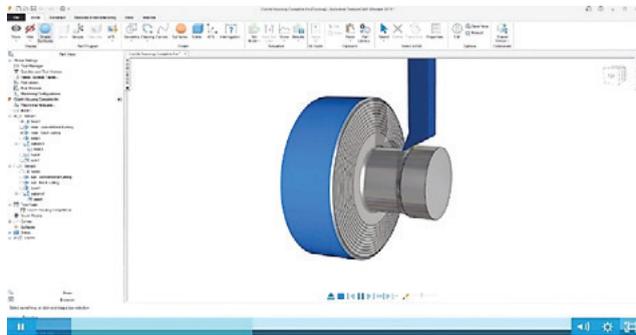


Figura 8. Programação de torneamento matrizes. Fonte: RK Ferramentaria (2018).

Após concluída a programação do torno, foi realizada a usinagem no torno Mazak Quick Turn Smart 250. Concluído o processo de torneamento, foi iniciada a programação da usinagem para a micro-fresagem, dos elementos do See Color. A micro usinagem *High Speed* foi realizada na Mikron HSM 500LP (Figura 10).



Figura 10. Mikron hsm 500lp externo e interno. Fonte: RK Ferramentaria (2018).

Para programação do percurso das ferramentas para micro-fresagem das matrizes, foi utilizado o recurso do software NC CAM, Powermill, que possui várias funções e estratégias de usinagem,

incluindo desbaste e acabamento de altavelocidade e técnicas de usinagem com 5 eixos. A programação de usinagem é específica para cada matriz macho e cada matriz fêmea, de acordo com as características dos elementos do código See Color em suas respectivas cores. Foram utilizados 5 tipos de fresas utilizadas no percurso. As fresas utilizadas foram: fresas toroidal \varnothing 4mm R.0,5mm K2; Fresa topo reto \varnothing 1mm K2, fresa topo reto \varnothing 2mm K2, fresa esférica \varnothing 0,5mm Blue e fresa toroidal \varnothing 2,0mm R.5 Blue, (Figura 11).



Figura 11. Fresas utilizadas na hsm 500LP. Fonte: Rk Ferramentaria (2018).

O produto foi finalizado, as matrizes macho e fêmea, contendo os elementos morfológicos do código de cores See Color nas cores, vermelho, amarelo e branco são mostrados na Figura 12.



Figura 12. Matrizes em aço toolox 44. Fonte: os autores (2019).

Averiguou-se visualmente que os micro elementos do see color, não apresentaram nenhuma deformação em sua forma e tiveram acoplamento dos elementos, conforme projetado (FIGURA 13).



Figura 13. Matriz acoplada. Fonte: Os autores (2019).

O projeto e as matrizes para acoplamento em prensa manual do tipo balacim foi analisado e aceito pela Agência de Inovação da UFPR, para entrada de pedido de patente como modelo de utilização e inovação. O pedido foi protocolado junto ao INPI, em 25/03/2019, sob o número de processo BR1020190057890.

4. DISCUSSÃO

Este estudo delimitou-se por descrever o processo de fabricação de matrizes do tipo macho e fêmea, por micro usinagem high speed utilizando o material Toolox 44. A seleção do balancim manual, para acoplagem das matrizes foi em decorrência do baixo custo do instrumento que já é usado como prensa manual, para outros fins.

Destaca-se a complexidade e tecnologias de ponta envolvidas para cada etapa do processo de micro usinagem das matrizes, com o recurso do software NC CAM, Powermill, especializado em manufatura de formas complexas para a indústria de moldes e matrizes,

automotiva e aeroespacial. A gestão operacional de equipamentos e processos de todas as etapas de fabricação foram integradas pelo Sistema GRV, de ERP- Enterprise Resource Planning, integrando-os e centralizando as informações dos processos de fabricação em um banco de dados da empresa.

Dentre os resultados alcançados, a aceitação por parte da agência de inovação da UFPR demonstrou a utilidade do produto proposto neste estudo. A inovação é relativa ao uso de matrizes do tipo macho e fêmea para impressão em relevo, acoplado em um modelo de prensa manual existente no mercado, do tipo balancim. A solução agregou valor e oportunizou novo uso a um artefato de baixo custo, existente no mercado.

5. CONCLUSÕES

As matrizes foram fabricadas para acoplagem em um balancim manual, que foi adaptado para ser utilizado no processo de embossing. É um instrumento de baixo custo. Atualmente seu valor é em torno de R \$108,00 (cento e oito reais). Espera-se que seu uso seja difundido para pequenos empreendedores, para aplicação do see color em produtos e embalagens dos seus produtos artesanais e assim, possibilitar a disseminação do see color, alcançando um número maior de pessoas com deficiência visual, promovendo sua inclusão em todas as oportunidades de reconhecimento e uso da cor.

Enfatiza-se a interdisciplinaridade entre design e engenharia para a criação de uma tecnologia assistiva, como demonstrado no projeto e fabricação das matrizes, uma ferramenta para aplicação de símbolo tátil para sistematização do reconhecimento de cores por pessoas com deficiência visual, promovendo sua inclusão em todos os contextos do uso da cor.

Para maior alcance deste trabalho, sugere-se para estudos futuros:

- Desenvolvimento de novos modelos de matrizes com corpo fabricado por manufatura aditiva, por meio de impressora 3D, com uso de metal, apenas na área onde é inserida o see color, barateando seu custo;
- Adaptação do processo de embossing do see color, acopladas em facas de corte na produção de embalagens.
- Adaptação do processo de embossing do see color, acopladas em cilindros no mesmo formato utilizado para a aplicação de braille, durante o processo de produção de embalagem de papel cartão, antes da laminação final;

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho foi financiado com uma bolsa de estudos pela Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA), fornecida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) vinculada ao Ministério da Educação (MEC) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Agradeço também a RK Ferramentaria pelo suporte no desenvolvimento das matrizes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHBY, Michael; SHERCLIFF, Hugh; CEBON, David. **Materiais – Engenharia, Ciência, Processamento e Projeto** - Tradução da 2ª Edição – Rio de Janeiro: Elsevier, 2012

ASKELAND, Donald R.; FULAY, Pradeep P.; BHATTACHARYA, D. K. **Ciência e engenharia dos materiais**. Sao Paulo: Editora Cengage Learning, 2014.

CAVALCANTI, Washington Moreira; SOARES, Christianne Lacerda In'10º SEGeT 2013. Simpósio de excelência em gestão e tecnologia **MICRO E NANO MANUFATURA: UMA REVISÃO DE LITERATURA** Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/41818470.pdf> Acesso em: 23/06/2018

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - Relatório Final. **Mapeamento de Competências em Tecnologia Assistiva. Brasília: 2012** Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/tecnologia_assistiva/_assistiva/Tecnologia_Assistiva.html Acesso em: 10 de abril de 2018

FERRANTE, Maurizio. **Seleção de materiais**. 3. ed. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2013. 346 p.

GUAL ORTÍ, Jaume; MÁÑEZ PITARCH, María Jesús; GARFELLA RUBIO, José Teodoro; MARTÍNEZ MOYA, Joaquín Ángel; PUYUELO CAZORLA, Marina. **Expresión Gráfica Tangible** in: XII Congreso Internacional. Expresión Gráfica aplicada a la Edificación Graphic Expression applied to Building International Conference - APEGA 2014

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. **Analysis of Volumetric Tactile Symbols Produced with 3D Printing**. In: ACHI 2012: The Fifth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL - INPI , 2017

Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT BR 10 2017 018174 0. 24 agosto 2017 Disponível em: http://www.prppg.ufpr.br/pgmec/wp-content/uploads/2017/08/Protocolo_BR102017018174-0_870170062085-codigo-cores.pdf Acesso em: 20/05/2018.

MARANHÃO, C.; SILVA, L. R.; DAVIM, J. P. **Comportamento mecânico na microusinagem do aço AISI 4140: Simulação numérica**

com validação experimental. Ciência e Engenharia, Vol. 21, n. 2, p. 28, 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/cieng/article/view/14852/11278> Acesso em: 20/07/2018

MARCHI, S. **Design universal de código de cores tátil: Contribuição de acessibilidade para pessoas Com deficiência visual.** Tese Doutorado. Curitiba, 2019. No Prelo.

NOGUEIRA, Wilson Emanuel Mota. **Análise, Caracterização e Desenvolvimento de Ferramentas de Estampagem para a Indústria Automóvel.** 70p. Dissertação (Mestrado Eng. Mecânica) - Instituto Politécnico de Coimbra Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Coimbra, 2015.

Offset print Technology (2013) **Embossing** Disponível em: <http://www.offsetprintingtechnology.com/2013/accubraille-gt/> Acesso em: 13/07/2018

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, Maria Del Pilar Baptista: **Metodologia da Pesquisa.** 5ª Ed. Penso, Porto Alegre, 2013.

SSAB. **Ficha técnica Aço Toolox 44** Disponível em: <https://www.ssab.com/products/brands/toolox/products/toolox-round-bars-44> Acesso em:10/10/ 2018.

USER-CAPACITY TOOLKIT: CONJUNTO DE FERRAMENTAS PARA AUXILIAR O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS CENTRA- DAS NO USUÁRIO

PICHLER, Rosimeri F.¹
MERINO, Giselle S. A. D.²

RESUMO

O objetivo deste capítulo é apresentar o User-Capacity Toolkit e seu funcionamento na prática projetual, bem como os resultados e discussões decorrentes de sua aplicação em projetos de Tecnologias Assistivas (Workshops e Trabalhos de Conclusão de Curso). Como procedimentos de avaliação, utilizou-se observações assistemáticas, questionário e grupo focal. Como resultados, obteve-se que o Toolkit oportuniza uma coleta de dados abrangente com usuários PCD; torna visual e disponível as principais informações do

1 Núcleo de Design e Comunicação/CAA, UFPE, rosi.pichler@gmail.com

2 Departamento de Design/UDESC e POSDESIGN/UFSC, gisellemerino@gmail.com
Correspondência: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Sala 111, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil, 88040-900.

projeto; estimula a discussão em equipe e a geração de ideias. Desta forma, acredita-se que o Toolkit auxilia na obtenção de soluções em TA com melhor adequação produto-usuário.

Palavras-chave: Design Centrado no Usuário, Ferramentas de Design, Equipes Multidisciplinares, Tecnologia Assistiva.

ABSTRACT

The aim of this chapter is to present the User-Capacity Toolkit and its functionality in the design practice, as well as the results and discussions from its application in Assistive Technology projects (Workshops and Undergraduate Conclusion Work). As procedures, we used non-systematic observations, questionnaire and focus group. As a result, it was obtained that the Toolkit provides a complete data collection with PCD users; makes the main project information visual and available; and encourages team discussion and the generation of ideas. In this way, it is believed that the User-Capacity Toolkit assists in obtaining AT solutions with better product-user adequacy.

Palavras-chave: User Centered Design, Design Tools, Multidisciplinary Teams, Assistive Technology.

1. INTRODUÇÃO

As Tecnologias Assistivas (TA) desempenham um papel fundamental na vida da pessoa com deficiência (PCD), permitindo com que vivam de forma mais saudável, produtiva, independente e digna. Além disso, as TA promovem a manutenção da saúde do indivíduo, compensam capacidades perdidas, reduzem as consequências de uma degeneração gradual, minimizam a necessidade

de cuidadores, previnem o acometimento de outras enfermidades e, conseqüentemente, reduzem os custos com a saúde (FEDERICI; SCHERER, 2012; WHO, 2016a).

Porém, algumas barreiras são enfrentadas no acesso e utilização de TA, como por exemplo, o alto custo de aquisição e a falta de adequação às necessidades e capacidades da PCD (WHO, 2016a). Além disso, das pessoas que adquirem uma TA, muitas interrompem ou abandonam o seu uso precocemente. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), estima-se que aproximadamente 75% das TA são abandonadas pelos usuários e os motivos estão associados, principalmente, a problemas que podem ser resolvidos ainda no processo de projeto, como: inadequação às capacidades e necessidades do usuário, estética estigmatizante, desconforto e insegurança (WHO, 2016b; COOK; GRAY, 2013; CRUZ; EMMEL, 2016; COSTA, et al., 2015).

Neste sentido, a OMS ratifica a necessidade urgente de se mudar a forma como tradicionalmente estes produtos são percebidos, projetados, produzidos, fabricados, distribuídos, servidos e financiados a fim de modificar esse panorama mundial (WHO, 2016b).

O projeto de TA envolve particularidades que tornam o seu desenvolvimento um desafio, principalmente devido às especificidades do usuário com deficiência (diferentes tipos e graus de deficiência), o volume de dados que precisam ser coletados, associado a um ambiente de projeto multidisciplinar (envolvimento de profissionais de diversas áreas do conhecimento) (HOOGERWERF et al., 2013). Tais fatores dificultam o processo de coleta, seleção e conversão dos dados em informação relevante para o desenvolvimento do projeto.

A OMS defende que são necessárias pesquisas e processos de desenvolvimento que contemplem o usuário como centro do processo, cujos produtos, serviços e sistemas levem em consideração a análise adequada das capacidades do indivíduo, das demandas dos dispositivos e do seu contexto de uso (ambiente em que será utilizado e a tarefa que será executada) (WHO, 2016a; c; COOK; GRAY,

2013). O Design, ao utilizar abordagens centradas no usuário, suas experiências e contextos de uso, consegue adquirir profunda compreensão das necessidades por meio de processos empáticos e centrados no usuário (OZENC, 2014; WDO, 2021). Neste sentido, o Design, por meio de seus procedimentos conscientes para solucionar problemas e oportunizar uma melhor qualidade de vida, pode contribuir na concepção de TA adequadas, minimizando o abandono e seus consequentes impactos.

Com o intuito de atender as demandas apresentadas, desenvolveu-se o *User-Capacity Toolkit*, o qual tem como objetivo auxiliar as equipes multidisciplinares nas etapas de levantamento de dados com o usuário, bem como a conversão desses dados em informações relevante para o projeto, até a geração das primeiras ideias de soluções no desenvolvimento da TA. Assim, pretende-se apresentar do que é composto o *User-Capacity Toolkit* e seu funcionamento dentro da prática projetual, bem como os resultados obtidos mediante sua aplicação e avaliação em contextos variados de projeto de TA, com a participação de equipes multidisciplinares.

2. USER-CAPACITY TOOLKIT

O processo de desenvolvimento do User-Capacity Toolkit teve como ponto de partida o Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP)³, proposto por Merino (2016). O GODP é uma metodologia com abordagem centrada no usuário e compreende 8 etapas divididas em 3 momentos (inspiração, ideação e implementação). Assim, o Toolkit foi desenvolvido para atender as demandas de projeto das etapas de Levantamento de Dados (Etapa 1) e de Organização e Análise de Dados (Etapa 2), e foi organizado de

3 Para mais informações sobre o GODP, acesse: <http://ngd.ufsc.br/godp/>

acordo com os blocos de referência Produto, Usuário e Contexto, também propostos pelo GODP.

O User-Capacity Toolkit compreende um conjunto de ferramentas que visa guiar as equipes multidisciplinares nas etapas de levantamento, organização e análise de dados em projetos de Tecnologia Assistiva. Suas ferramentas objetivam:

1. Orientar a equipe nas primeiras decisões de projeto, compreendendo as etapas de levantamento, organização e análise de dados;
2. Proporcionar uma coleta de dados completa e ágil com usuários PCD sobre o Produto, o Usuário e o Contexto;
3. Guiar a conversão dos dados e promover a visualização das informações relevantes de projeto;
4. Promover a integração e o engajamento da equipe na geração de ideias e anotações de projeto.

Para utilização do Toolkit no processo projetual, as ferramentas são aplicadas seguindo os seguintes passos (Figura 1):

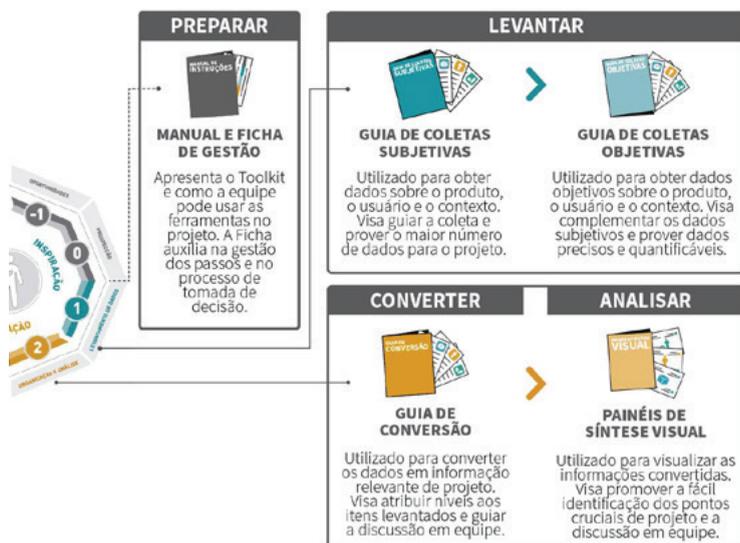


Figura 1. Passos de uso do User-Capacity Toolkit na prática projetual de TA.

Fonte: PICHLER, 2019.

O **Passo Preparar** tem como objetivo apresentar as ferramentas, seu funcionamento e utilização durante o processo de projeto (Manual de Instruções) e auxiliar a equipe na tomada de decisão quanto a divisão de tarefas e período de execução de cada passo (Ficha de Gestão do Projeto);

O **Passo Levantar** tem como objetivo auxiliar as equipes no levantamento de dados subjetivos e objetivos com o usuário. Para isso, contém um Guia de Coletas Subjetivas (roteiro de entrevista com o usuário) e um Guia de Coletas Objetivas (indicação de testes e registros com o usuário). O Guia de Coletas Subjetivas (Figura 2) é composto por 56 perguntas divididas em 3 blocos e 9 dimensões (Quadro 1):

BLOCO	DIMENSÃO	ITENS
PRODUTO	PRÁTICA	5 itens / 9 perguntas
	ESTÉTICA	2 itens / 2 perguntas
	SIMBÓLICA	3 itens / 3 perguntas
USUÁRIO	SENSORIAL	5 itens / 5 perguntas
	COGNITIVO	7 itens / 7 perguntas
	MOTOR	12 itens / 12 perguntas
CONTEXTO	RELAÇÕES	1 item / 1 pergunta
	AMBIENTE	9 itens / 9 perguntas
	ATIVIDADES	8 itens / 8 perguntas

Quadro 1. Organização das perguntas, itens e dimensões no Guia de Coletas Subjetivas.
Fonte: PICHLER, 2019.

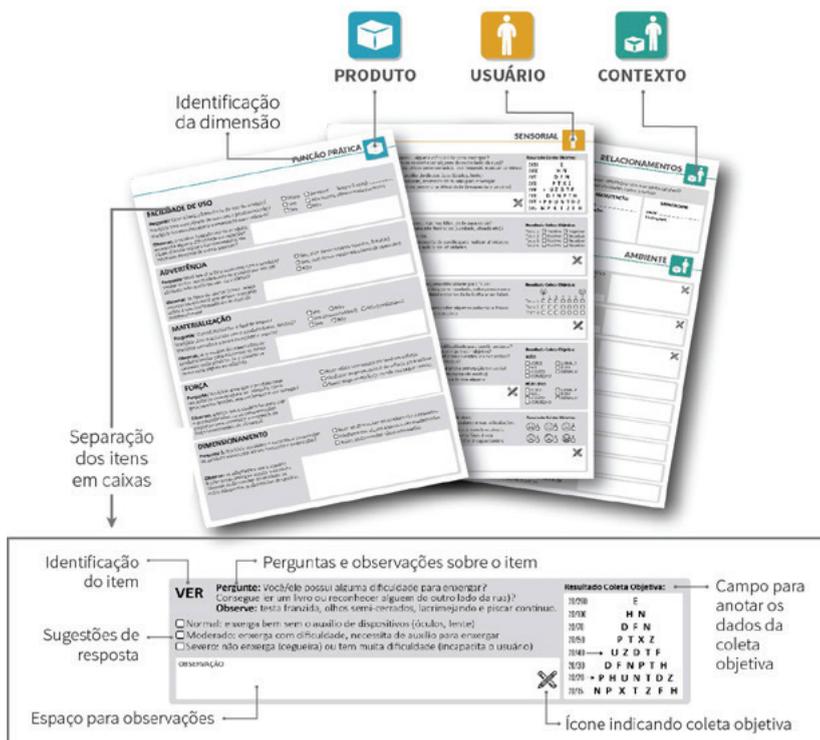


Figura 2. Representação Gráfica dos campos de preenchimento com os dados da coleta.
 Fonte: PICHLER, 2019.

Complementarmente, tem-se o Guia de Coletas Objetivas que orienta a coleta de dados objetivos, tornando o aferimento de determinada capacidade ou limitação mais preciso. Assim, o ícone presente no campo de observações (🩹) indica a existência de um teste/registro que pode ser realizado, podendo a equipe anotar o resultado no campo “Resultados Coleta Objetiva” (Figura 2).

O **Passo Converter** tem como objetivo auxiliar as equipes multidisciplinares na conversão dos dados em informação de projeto. Para isso, fornece um Guia de Conversão, que guia a discussão sobre cada item e a tomada de decisão consensual por meio de níveis pré-estabelecidos quanto as capacidades do usuário. Assim, cada item deverá receber um nível definido na reunião em equipe, o qual pode ser:

- Normal/Bom (■): 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 desenvolvimento do produto;
- Moderado/Mediano (■): 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;
- Severo/Ruim (■): quando a equipe considerar que o item representa uma barreira para o uso do produto, sendo este um item a ser considerado como primordial no desenvolvimento do produto.

O **Passo Analisar** tem como objetivo auxiliar na visualização das informações e na discussão consensual. Para isso, fornece 3 Painéis de Síntese Visual (Figura 3) que funcionam como interface de análise, discussão e geração de observações para o projeto. A geração das observações de projeto pode ser mediada por uma pessoa da equipe, a qual pode se basear nas orientações presentes na última sessão do Guia de Conversão. Logo, as observações geradas pela equipe devem ser registradas no Painel de Síntese Visual correspondente.

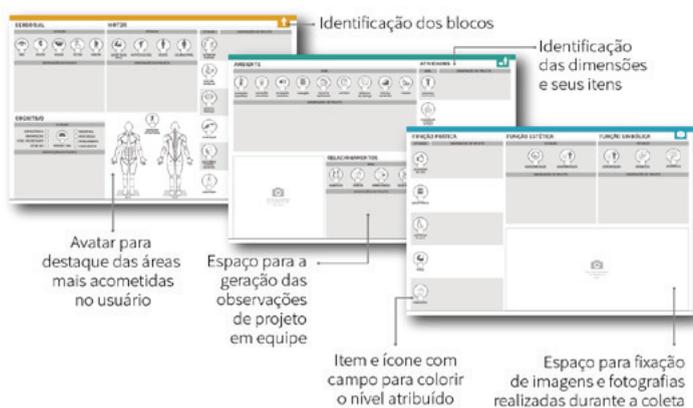


Figura 3. Representação Gráfica dos Painéis de Síntese Visual do User-Capacity Toolkit.
Fonte: PICHLER, 2019.

Concluído os passos do *User-Capacity Toolkit*, a equipe segue para as etapas subsequentes do método de projeto adotado. O *User-Capacity Toolkit* está disponível gratuitamente para *download* pelo endereço eletrônico <www.ngd.ufsc.br/user-capacity-toolkit>.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa se classifica como de natureza aplicada e de objetivo explicativo. Com relação a sua abordagem, classifica-se como mista pois envolve a combinação de dados qualitativos e quantitativos (CRESWELL, 2014). Com relação aos procedimentos técnicos, classifica-se como de levantamento, por meio da realização de observações assistemáticas, aplicação de questionário e grupo focal (GIL, 2010). As aplicações contemplaram duas etapas: *Workshops* e Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC).

O *Workshops* (Etapa 1) teve como objetivo aplicar e avaliar o *Toolkit* com equipes multidisciplinares em um contexto de projeto padronizado. O procedimento compreendeu: 1 - apresentação prévia do *Toolkit* para a equipe de projeto; 2 - período para o primeiro contato da equipe com as partes do *Toolkit*; 3 - apresentação da situação de projeto (informações sobre o usuário, o produto a ser desenvolvido e o contexto de uso do produto); 4 - experimentação do *Toolkit* pela equipe; 5 - aplicação de questionário e realização do grupo focal com as equipes de projeto. A técnica de amostragem utilizada foi a não probabilística por tipicidade, ou seja, as equipes foram compostas por participantes com um conjunto de propriedades típicas da população a quem se destina o *User-Capacity Toolkit* (MARCONI; LAKATOS, 2007). O número de integrantes foi limitado a 7 integrantes e o público compreendeu instituições vinculadas à Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA).

O TCC (Etapa 2) teve como objetivo a aplicação do *Toolkit* no desenvolvimento de projetos reais, com usuários reais e em contextos de uso reais. Para isso, foram selecionados 2 TCCs cujo objetivo fosse o desenvolvimento de uma TA para pessoas com deficiência. Como procedimento de acompanhamento, realizou-se a observação assistemática e a aplicação de questionário *online*.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina, mediante parecer consubstanciado emitido no dia 24 de junho de 2018, nº 2.732.152.

3. RESULTADOS

A Etapa 1 de Aplicação do User-Capacity Toolkit compreendeu a realização de 2 Workshops no dia 21 de junho de 2018 na UFSC, com 6 participantes do Curso de Graduação em Design e dos Programas de Pós-Graduação em Design e Engenharia de Produção, e no dia 26 de junho de 2018 na UFPR, com 14 participantes dos cursos de Pós-Graduação em Design e Engenharia da UFPR e da UTFPR. Assim, participaram da pesquisa respondendo o questionário e realizando do Grupo Focal, 20 participantes. A Etapa 2 compreendeu o acompanhamento de 2 TCCs desenvolvidos na Universidade Federal de Santa Catarina (TCC 1/UFSC) com o desenvolvimento de um abridor de latas, e na Universidade Federal da Paraíba (TCC 2/UFPB) com o desenvolvimento de um dispositivo de transferência para uma usuária cadeirante. Na Figura 4, tem-se os registros da realização das duas etapas de aplicação do User-Capacity Toolkit.



Figura 4. Aplicação do User-Capacity Toolkit em Workshops e em TCCs.
Fonte: PICHLER, 2019.

Considerando a percepção de uso declarada pelos participantes dos *Workshops* (20 participantes) quanto dos TCCs (2 participantes), de modo geral consideraram o *User-Capacity Toolkit* satisfatório e orientador nas etapas iniciais de desenvolvimento de projetos de TA. Com relação ao **Passo 1 – Preparar**, os 22 participantes ressaltaram a linguagem clara e objetiva utilizada no **Manual de Instruções**, facilitando a compreensão do *Toolkit* e seu funcionamento na prática projetual. Na **Ficha de Gestão do Projeto** foram indicadas melhorias no que tange aos campos de preenchimento, os quais 5 participantes consideraram parcialmente suficientes.

Na avaliação do **Passo 2 – Levantar**, 21 participantes relataram que o **Guia de Coletas Subjetivas** facilitou o levantamento de dados com o usuário, principalmente pela existência de itens pré-definidos que tornam a coleta completa e abrangente (20 participantes). Quando questionados se o Guia aborda itens que normalmente o participante não coletaria com o usuário, 15 participantes concordaram, 5 concordaram parcialmente e 2 participantes não concordaram. No que tange a sua **estrutura** (*layout*), 18 participantes avaliaram como satisfatório, 3 concordaram parcialmente e 1 participante discordou. Quanto à praticidade de uso, a maioria avaliou como prático (17 participantes), 2 participantes avaliaram como parcialmente prático e apenas 1 participante não considerou prático.

Sobre o **Guia de Coletas Objetivas**, 20 participantes avaliaram ter auxiliado na obtenção de dados complementares ao projeto, sendo considerada prática a sua utilização durante o levantamento com o usuário por 18 participantes, apenas 2 participantes se posicionaram de forma parcial e 2 discordaram.

O **Passo 3 – Converter**, que compreende o **Guia de conversão**, apresentou de forma geral uma boa satisfação quanto ao seu uso. A totalidade dos participantes avaliaram o momento da conversão como satisfatório com relação ao estímulo na discussão sobre os itens levantados em contexto multidisciplinar da equipe, orientando o preenchimento dos painéis e na tomada de decisão consensual. Sobre a percepção dos participantes quanto ao auxílio do Guia na conversão dos dados coletados e sua interpretação pelos membros da equipe de projeto, 16 participantes declararam concordar e 6 participantes concordaram parcialmente. Com relação a linguagem utilizada no Guia ser clara e compreensível, bem como se o Guia ajudou na correlação pela equipe das informações de projeto, 18 participantes se declararam de acordo e 4 participantes declararam parcialmente.

O **Passo 4 – Analisar**, que compreende os **Painéis de Síntese Visual**, reuniu os itens mais bem avaliados pelos participantes. O

preenchimento dos painéis foi avaliado como fácil e ágil por 20 participantes, sendo que 2 participantes declararam que parcialmente. Com relação a gerar anotações importantes para o desenvolvimento do projeto, 21 participantes concordaram e 1 participante declarou parcialmente. Para as demais questões, a totalidade dos participantes avaliaram como satisfatório o uso de bilhetes autoadesivos no processo de discussão em equipe e que os painéis auxiliaram na visualização dos dados coletados, estimularam e orientaram a discussão em equipe.

Por fim, a **percepção de uso geral do *User-Capacity Toolkit*** pelos participantes foi satisfatória, principalmente no que tange o auxílio do *Toolkit* na comunicação entre os membros da equipe e na geração de ideias para o projeto, questões em que todos os participantes foram favoráveis (Figura 5). A maioria dos participantes (20 participantes) concordou que o *Toolkit* auxiliou na sistematização das etapas de Levantamento, Organização e Análise de dados, sendo que os demais concordaram parcialmente (2 participantes). Sobre a organização do *Toolkit*, 19 participantes concordaram que eles guiaram a equipe nas etapas iniciais do projeto.

Com relação ao levantamento de dados sobre o Produto, o Usuário e o Contexto, 21 participantes manifestaram que o *Toolkit* auxiliou, e apenas 1 participante manifestou ter auxiliado parcialmente. Nesta mesma proporção, foram avaliadas as questões relacionadas ao processo de tomada de decisão sobre os rumos do projeto e na geração de documentação importante para o projeto.

USER-CAPACITY TOOLKIT

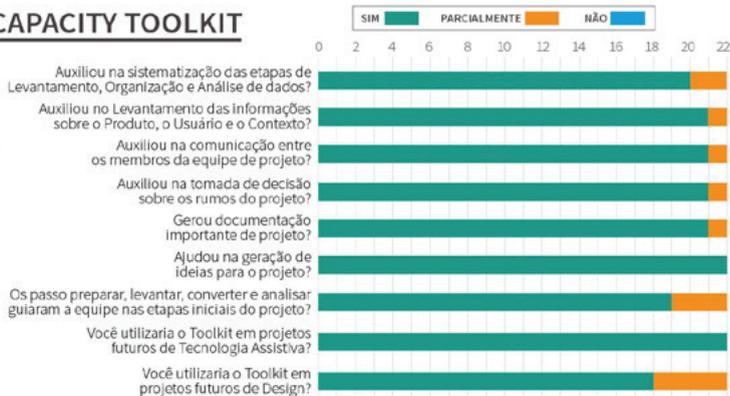


Figura 5. Percepção geral de uso do User-Capacity Toolkit na avaliação em projetos de TA. Fonte: os autores.

A última questão que indagou sobre a possibilidade de utilizar a *User-Capacity Toolkit* no desenvolvimento de projetos futuros, 18 participantes declararam que utilizariam em futuros projetos de design e 4 participantes responderam que utilizariam parcialmente. No caso do desenvolvimento de projetos de Tecnologia Assistiva, todos os participantes declararam que utilizariam.

4. DISCUSSÃO

A aplicação e avaliação do *User-Capacity Toolkit* forneceu um panorama inicial quanto ao seu funcionamento e utilização no desenvolvimento de projetos de TA. Com base nos resultados obtidos, percebe-se que o conjunto de ferramentas cumpre satisfatoriamente o seu papel de guiar as equipes nas etapas iniciais do projeto. Assim, destacam-se como principais contribuições do *User-Capacity Toolkit* no desenvolvimento de projetos de TA com equipes multidisciplinares: (1) oportuniza uma coleta de dados abrangente sobre o usuário; (2) estimula a discussão em equipe e a geração de ideias e soluções ao projeto; e (3) torna visual e disponível as principais informações para serem utilizadas durante o processo de projeto.

- *Oportuniza uma coleta de dados abrangente sobre o usuário*

Mediante avaliação da percepção de uso pelos participantes, o *User-Capacity Toolkit* compreende uma estrutura completa e abrangente de coleta de dados com o usuário. Esta estrutura, foi oportunizada por uma abordagem de projeto centrada no usuário e pela definição dos itens a serem coletados a partir de uma base teórica proveniente de modelos de avaliação e seleção de TA e da PCD. Segundo Dorrington; et al (2016), a aplicação da abordagem centrada no usuário tem o potencial de ajudar os projetistas no desenvolvimento de TA, permitindo que estes possam ouvir e focar nas experiências e na vida real dos usuários.

A abrangência do *Toolkit*, também se justifica pela possibilidade de coletar dados subjetivos (qualitativos), por meio da entrevista com o usuário, como de dados objetivos (quantitativos), auxiliado por equipamentos e testes de aferição das capacidades. Conforme Cook e Polgar (2015), a utilização de métodos qualitativos e quantitativos são fundamentais na avaliação da adequação de uma TA ao seu usuário. Conforme Johnson, Clarkson e Huppert (2010), em projetos envolvendo pessoas com deficiência, a coleta objetiva permite retirar informações de usuários que apresentam dificuldades em reportar suas capacidades, e de oferecer precisão às informações coletadas.

Torrens (2011) acrescenta que a análise de tarefas, juntamente com a realização de entrevistas, fornece ao designer a maior parte das informações necessárias para propor uma solução de design. O autor também defende que é necessário que o designer demonstre a eficácia de suas soluções, baseando-se em métricas e evidências, a fim de conseguir progredir inserido neste mercado conservador que é a área da saúde (TORRENS, 2011).

A abrangência do *Toolkit*, também levantou questões com relação a relevância de coletar tantos dados que, possivelmente no decorrer do projeto, não seriam de fato utilizados. Alguns

participantes sugeriram a possibilidade de seleção prévia dos itens que a equipe deveria coletar baseado em um conhecimento prévio sobre a condição usuário PCD. Embora isto seja possível de ser implementada, entende-se que o conhecimento abrangente das capacidades e limitações do usuário, que vão além da própria deficiência, podem representar novas oportunidades de projeto e uma visão mais real sobre todas as capacidades e limitações do usuário. Além disso, a OMS (WHO, 2012) defende uma abordagem holística da PCD, tirando o foco da doença (modelo médico) para focar nas condições do indivíduo como um todo e nas interações deste com os fatores externos (modelo biopsicossocial). Essa abordagem é vista como mais equilibrada, considerando a interação dinâmica entre os problemas de saúde – físicos e biológicos – e os fatores contextuais – pessoais e ambientais (WHO, 2012).

- *Estimula a discussão em equipe e a geração de ideias*

As discussões na literatura apontam que a qualidade do trabalho em equipe depende, principalmente, da comunicação, da coordenação, e dos relacionamentos, envolvendo o equilíbrio das contribuições de cada membro da equipe, o suporte mútuo, o esforço e a coesão (PICHLER; MERINO, 2018; HOEGL; GEMUENDEN, 2007). Neste sentido, os participantes relataram que o *User-Capacity Toolkit* guia a equipe na conversão dos dados em informação de projeto de forma intuitiva, estimulando ao mesmo tempo a discussão em equipe. Para isso, o Guia de Conversão desempenha papel fundamental no sentido de orientar a equipe nesse processo. Segundo Tidd e Bessant (2015), as atividades de cooperação em equipe precisam ser muito bem coordenadas e direcionadas a um objetivo comum para promover a cooperação entre os membros da equipe de projeto, principalmente quando esta é multidisciplinar. Sendo assim, entende-se que o Guia de Conversão é a ferramenta chave do *User-Capacity Toolkit*, pois é por meio dela que a equipe

consegue gerenciar o processo, justamente na transformação dos dados coletados em informação para o projeto.

A orientação do Guia de Conversão foi baseada em perguntas, com o intuito de instigar a discussão pela equipe, no sentido de proporcionar um ponto de partida. Segundo Vick; et al (2015), o método por perguntas é amplamente utilizado em criatividade, como um mecanismo para ajudar a abandonar o comportamento rotineiro e as formas típicas de pensar sobre os problemas. Durante os Grupos Focais, os participantes relataram ser o momento de discussão em equipe (passos converte e analisar) o de maior aproveitamento na utilização do *User-Capacity Toolkit*, quando todos da equipe puderam contribuir em cima das ideias, uns dos outros, prática bastante auxiliada pelos painéis de síntese visual e pelo uso dos *post-its*.

De acordo com Chandrasegaran; et al (2013), gerenciar uma comunicação efetiva e representá-la adequadamente entre os membros da equipe é um dos grandes desafios nos processos de projeto. O mesmo autor afirma que embora seja importante estruturar e organizar os dados no projeto, é importante entender que nem a mente do designer nem o processo de ideação seguem uma estrutura ou sequência específica (CHANDRASEGARAN; et al, 2013). Ou seja, mesmo que se busque estruturar ao máximo, guiando os membros da equipe para um objetivo comum, para cada equipe de projeto os caminhos são imprevisíveis, sendo influenciados pelas vivências, experiências e capacidades inter-relacionais de cada um.

- *Torna visual e disponível as principais informações do projeto*

Os resultados também apontaram a eficácia do *User-Capacity Toolkit* como suporte visual à compreensão das informações de projeto, bem como a forma como se torna disponível e passível de manipulação durante todo o processo de projeto. Os Painéis de Síntese Visual foram desenvolvidos com o intuito de organizar as principais informações do projeto, tornando-as visíveis e disponíveis para a

equipe gerar observações de projeto. Assim, os painéis servem como plataformas de geração de ideias para a equipe, oportunizando tanto o registro das informações, com possibilidades de manipulação ao longo do projeto. Roam (2012) apresenta que a informação trabalhada visualmente desencadeia um processo de pensamento visual, que compreende: olhar (coletar e filtrar), ver (selecionar e agrupar), imaginar (enxergar o que não está visível) e mostrar (tornar tudo mais claro). Estes passos do processamento visual, são então oportunizados pelo Guia de Conversão em conjunto com o preenchimento dos painéis de síntese visual: coletar (Guia de coletas subjetivas e objetivas); filtrar e selecionar (Guia de Conversão); agrupar, enxergar e mostrar (Painéis de Síntese Visual).

Além disso, os Painéis de Síntese Visual preenchidos, oportunizam a documentação dos conhecimentos gerados, que podem ser realimentadas e dar origem a novas oportunidades de projeto. Segundo Guimarães e Amorim (2006), quando as informações de projeto não são registradas, suas decisões e fundamentações, acarreta a perda de produtividade, causando instabilidade e insegurança no processo de projeto. Por fim, os autores concluem que esses problemas não são decorrentes somente da falta de documentação de projeto, como também da falta de acesso rápido e eficaz às informações.

5. CONCLUSÕES

Com relação às problemáticas que motivaram o desenvolvimento do *User-Capacity Toolkit*, considera-se que ele oportuniza uma coleta de dados abrangente, ágil e prática, levantando dados subjetivos e objetivos sobre o usuário. Por meio do Guia de Conversão e dos Painéis de Síntese Visual, ele também auxilia a equipe de projeto na discussão consensual, na tomada de decisão e na obtenção de informações relevantes e norteadoras ao desenvolvimento de

soluções em TA centradas nas capacidades e limitações dos usuários PCD. Neste sentido, o *User-Capacity Toolkit* apresentou uma avaliação satisfatória quanto aos pressupostos de seu desenvolvimento, embora sejam necessárias novas avaliações em variados contextos de projetos de TA (considerando diferentes deficiências e categorias de soluções), a fim de verificar seu funcionamento e adaptabilidade.

Assim, objetiva-se como futuros estudos: (1) realizar novas aplicações do *User-Capacity Toolkit* e implementar melhorias, adaptando-o às diferentes demandas de projetos em TA; (2) validar o *User-Capacity Toolkit* como conjunto de ferramentas auxiliar às equipes multidisciplinares no desenvolvimento de projetos de TA centrados no usuário; além de (3) contribuir e disseminar cientificamente o *User-Capacity Toolkit*, tanto para a área do Design, como para a área da saúde, entre as disciplinas relacionadas ao desenvolvimento de TA e de reabilitação (Terapia Ocupacional, Fisioterapia, Pedagogia, Fonoaudiologia, dentre outras).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária (FAPEU), à Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários (Proex), à RPDTA, ao POSDESIGN/UFSC e a todas as Instituições, discentes e usuários participantes da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

COOK, A. M.; POLGAR, J. M. **Assistive Technologies: Principles and Practice**. 4ª. Missouri: Elsevier, 2015.

COSTA, C. R. D. et al. Dispositivos de tecnologia assistiva: fatores relacionados ao abandono. **Cadernos de Terapia Ocupacional**, v. 23, n. 3, 2015.

CRESWELL, J. W. **Research Design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches**. 4ª ed. Los Angeles: SAGE Publications, 2014. p. 273.

CRUZ, D. M. C.; EMMEL, M. L. G. Assistive Technology Accessibility and Abandonment: Challenges for Occupational Therapists. **The Open Journal of Occupational Therapy**, v. 4, n. 1, 2016.

DORRINGTON, P. et al. User-Centered Design Method for the Design of Assistive Switch Devices to Improve User Experience, Accessibility, and Independence. **Journal of Usability Studies**, v. 11, n. 2, p. 66-82, 2016.

FEDERICI, S.; SCHERER, M. J. **Assistive Technology Assessment Handbook**. Florida: CRC Press, 2012.

GUIMARÃES, I., AMORIM, S. Gestão da informação e competência em processo de projeto. **Gestão & Tecnologia De Projetos**, v.1, n.1, 2006.

HOEGL, M., GEMUENDEN, H. G. Teamwork Quality and the Success of Innovative Projects: A Theoretical Concept and Empirical Evidence. **Organization Science**, v. 12, n. 4. p. 435-449, 2007.

HOOGERWERF, E. J.; et al. Towards a framework for user involvement in research and development of emerging assistive Technologies. **In: PEDRO ENCARNAÇÃO; LUÍS AZEVEDO, et al (Ed.). Assistive Technology: From Research to Practice**. IOS Press, v.33, 2013, p.531-536.

WDO. **Definition of Industrial Design**. 2021. Disponível em: <<https://wdo.org/about/definition/>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

JOHNSON, D.; CLARKSON, J.; HUPPERT, F. Capability measurement for Inclusive Design. **Journal of Engineering Design**, v. 21, n2, 2010.

MERINO, Giselle S. A. D. **GODP – Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos**: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário. NGD/UFSC, 2016. Disponível em: <<http://www.ngd.ufsc.br/livro-godp/>>. Acesso em: 27 Out. 2016.

OZENC, F. K. Modes of Transitions: Designing Interactive Products for Harmony and Well-being. **Design Issues**, v. 30, n. 2, p. 30-41, 2014.

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. Tese (**Doutorado em Design**) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 297 p., 2019.

PICHLER, R. F.; MERINO, G. S. A. D. As equipes multidisciplinares na prática projetual e no contexto da TA: uma revisão sistemática. **In: Tecnologia Assistiva: estudos teóricos**. Luis Carlos Paschoarelli e Fausto Orsi Medola (Orgs). 1.ed. Bauru: Canal 6 Editora, 2018. 401 p.

ROAM, D. **Desenhando negócios**: como desenvolver ideias com o pensamento visual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

TORRENS, G. E. Universal Design: empathy and affinity. **In: KARWOWSKI, W.; SOARES; STANTOON**. Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design: Methods and Techniques. Nova York: CRC Press, 2011.

VICK, T. E.; et al. Information culture and its influences in knowledge creation: Evidence from university teams engaged in collaborative innovation projects. **Int. J. of Inf. Management**, v. 35, p. 292-298, 2015.

WHO. **Relatório mundial sobre a deficiência**. SEDPCD. São Paulo, p.334. 2012

_____. **Priority Assistive Products List**. Suíça: World Health Organization, 2016a. 16 p.

_____. **Improving access to assistive technology**: Report by the Secretariat. World Health Organization. Geneva, 2016b, 2 p.

GESTÃO E TECNOLOGIA: ÓRTESE DE FIBRA DE CARBONO COM BASE NAS PESSOAS, PROJETOS, PROCESSOS E PROCEDIMENTOS.

GIRACCA, César¹
MERINO, Eugenio²
PAULO, IranDir³
PONTES, Diogo⁴
MERINO, Giselle⁵

RESUMO

As Tecnologias Assistivas são fundamentais para as Pessoas com Deficiência (PcD) e seu desenvolvimento exige o envolvimento de equipes multidisciplinares, bem como tecnologias apropriadas.

- 1 Doutorando e Pesquisador do Núcleo de Gestão de Design, do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) – UFSC, eng.giracca@gmail.com
- 2 Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em Design (PPGD) e Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) - UFSC, eugenio.merino@ufsc.br
- 3 Doutorando e Pesquisador do Núcleo de Gestão de Design, do Programa de Pós Graduação em Design (PPGD) – UFSC, iranpitanga2020@gmail.com
- 4 Doutorando e Pesquisador do Núcleo de Gestão de Design, do Programa de Pós Graduação em Design (PPGD) - UFSC, diogopontes102@gmail.com
- 5 Professora Doutora do Programa de Pós Graduação em Design (PPGD) da UFSC e Programa de Pós-graduação em Design da UDESC, gisellemerino@gmail.com
Correspondência :Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Sala 111, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil, 88040-900

Desenvolver uma Órtese do tipo AFO em Fibra de Carbono (OFC) para uma PcD, considerando Pessoas, Projetos, Processos e Procedimentos, conceitos bases da Gestão de Design, foi o objetivo deste estudo. Com base no escaneamento 3D, foi desenvolvido o arquivo digital tridimensional, uma Simulação Mecânica Computadorizada de Elementos Finitos que serviram de base para a construção. A OFC desenvolvida atendeu às características antropométricas e biomecânicas da usuária que vem sendo utilizada sob supervisão da equipe de fisioterapeutas a mais de 12 meses, trazendo segurança, conforto e atendendo as exigências de reabilitação.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva, Órtese em Fibra de Carbono, Design Centrado no Usuário, Gestão de Design.

ABSTRACT

Assistive Technology is fundamental for Disabled People and its development requires the involvement of a multidisciplinary team, as well as appropriate technologies. To develop an Orthosis type AFO in Carbon Fiber (OFC) for the disabled people, considering People, Projects, Processes and Procedures, basic concepts of Design Management. Based on 3D scanning, it was a development of the archive digital tridimensional, a Computerized Mechanical Simulation of Finite Elements that served as the basis for the construction, was the aim of this study. The OFC developed met the anthropometric and biomechanical characteristics of the user, which has been used under the supervision of the physiotherapist team for over 12 months, providing security, comfort, and meeting rehabilitation requirements.

Palavras-chave: Assistive Technology, Carbon Fiber Orthosis, User-Centered Design, Design Management.

1. INTRODUÇÃO

É considerada Pessoa com Deficiência (PcD) aquela que apresenta limitações a longo prazo, seja esta de aspectos físico, mental, intelectual ou sensorial, onde em contato com uma ou mais barreiras, é capaz de dificultar sua participação plena e ativa em meio a sociedade de forma igualitária às demais pessoas (BRASIL, 2015).

De acordo com os dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no censo demográfico de 2010, no Brasil aproximadamente 45.606.048 milhões de pessoas (23,9% da população total), têm alguma deficiência, sendo: visual, auditiva, motora e mental ou intelectual. Das quais 7% possuem deficiência motora.

Nesse contexto, a Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA) apoiada pela CAPES, atua no desenvolvimento de produtos assistivos que vem contribuindo para a inclusão de PcD, considerando as suas especificidades e/ou limitações durante a realização de suas Atividades de Vida Diária (AVDs).

Desta forma, dentre os Produtos de Tecnologias Assistivas existentes ressalta-se as órteses, que são um importante dispositivo para a reabilitação de PcDs, uma vez que estão relacionados com a proteção e cicatrização de estruturas, aumentando uma função, contribuindo para a prevenção ou correção de deformidades, permitindo repouso articular e reduzindo a dor (RADOMSKI e LATHAM, 2013).

Entretanto, essas órteses, normalmente produzidas em termoplásticos, possuem problemas relacionados à durabilidade, peso, resistência, conforto, dentre outros, resultando do abandono. Esses problemas abrangem as órteses de membros inferiores, em especial as do tipo *Ankle Foot Orthosis* (AFO).

Face a isso, esta pesquisa teve como objetivo, desenvolver uma órtese do tipo AFO em Fibra de Carbono para uma PcD com

deformidade na perna esquerda, com base nas Pessoas, Projetos, Processos e Procedimentos.

Considerando que as órteses do tipo AFO em termoplástico (polipropileno) comumente utilizadas apresentam tempo de vida útil aproximado de seis meses, devido o uso diário e do material não ser resistente para determinada situação, dificultando a marcha da usuária, bem como de questões relacionadas ao tempo de construção, incompatibilidade da geometria do usuário, por não serem fabricadas sob medida, interferindo assim, nos ajustes anatômicos.

Este estudo se justifica por desenvolver uma Órtese em Fibra de Carbono (OFC), atendendo às especificidades e necessidades da usuária, assim como às características do contexto em que ela está inserida. Tomando os aspectos da Gestão de Design (Pessoas, Projetos, Processos e Procedimentos) como auxílio nas tomadas de decisão e uso adequado das tecnologias durante o Processo de criação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA (FASE 1)

De acordo com o Art.º 2 da Lei nº 13.146/2015, considera-se PcD aquela que tem impedimentos de longo prazo, seja de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas (BRASIL, 2015). As causas para que isso ocorra são diversas, tendo a prevalência resultante da relação complexa e dinâmica entre problemas de saúde e os fatores contextuais (WHO, 2011).

No Brasil, o segundo capítulo da Lei nº 13.146/2015 apresenta que toda PcD tem direito à igualdade de oportunidades com as demais pessoas e que não sofrerá nenhuma espécie de discriminação. Como auxílio para se obter esses direitos, a Tecnologia Assistiva (TA) é compreendida como uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias,

estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de PcDs, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (CAT, 2009; BRASIL, 2015).

Entre os diversos tipos de TA, a órtese destaca-se como um recurso de uso externo ao corpo, o qual tem por objetivo proteger a cicatrização de estruturas; manter ou promover a amplitude de movimento de determinada articulação; substituir ou aumentar uma função; prevenir ou corrigir deformidades; oferecer repouso articular; reduzir a dor; servir como base para acessório de autoajuda, entre outros (CARVALHO, 2013; RADOMSKI; LATHAM, 2013; MACHADO, 2018; ISPO, 2021).

Sabe-se que existem diferentes tipos de órteses, específicas para cada região corporal (BRASIL, 2012), e dentre os tipos se destacam as da região inferior, especificamente as do tipo AFO (*Ankle Foot Orthosis*), que auxiliam no tratamento de pacientes com lesões neurológicas ou traumáticas, sendo úteis na correção da redução ou perda da função fisiológica de movimentação ativa e estabilização do tornozelo pelos músculos da perna, e na prevenção do surgimento de deformidades, que trazem dificuldades no desempenho da marcha (LEHMANN, 1999; EDELSTEIN; BRUCKNER, 2006; LUSARDI; JORGE; NIELSEN, 2012; BRASIL, 2017). Carvalho (2013) apresenta três possibilidades quanto à aplicação de material para materialização desse tipo de órtese, sendo: materiais Termoplásticos, Metálico ou Fibra de Carbono (FC).

Tecnologias Integradas ao Projeto (CAD/CAE)

No Processo de desenvolvimento de produtos, o uso adequado dos recursos tecnológicos é fundamental para se obter resultados satisfatórios; dentre eles, destaca-se o uso dos *softwares* do sistema CAD (*Computer-Aided Design*) e CAE (*Computer Aided Engineering*). O sistema CAD auxilia no Processo de

desenvolvimento eficiente de um novo produto, já o sistema CAE é utilizado na prevenção e avaliação das funcionalidades futuras (durabilidade, resistência estrutural, etc.) do Projeto (DENG et al., 2002; KHAN; REZWANA, 2021).

O sistema CAD é a aplicação de desenhos tridimensionais na concepção dos modelos e detalhamentos virtuais, auxiliado por *softwares* matemático-gráficos, da etapa de conceituação à documentação, como suporte para todas as etapas do Projeto (SOUZA et al., 2003; SOUZA; COELHO, 2003; PIPES, 2010; VOLPATO, 2017). Já os *softwares* CAE atuam na simulação do desempenho de um produto, contribuindo para redução de problemas de engenharia para vários setores, bem como auxiliam as equipes de Projeto na geração, verificação, validação e otimização das soluções. (BAHMAN; IANNUZZO, 2018; KNOW; KNOW, 2019).

Entre as diferentes técnicas de simulação CAE, o Método dos Elementos Finitos (MEF) vem sendo utilizado devido à sua versatilidade e precisão na modelagem de estruturas geométricas irregulares, propriedades de materiais complexos, simulações estáticas e dinâmicas, entre outros (CHEUNG et al., 2009; LEE; HAN, 2009; ZBOINSKA, 2015).

Gestão de Design com ênfase nas Pessoas, Projetos, Processos e Procedimentos

A Gestão de Design (GD) pode ser compreendida como o “gerenciamento bem sucedido de Pessoas, Projetos, Processos e Procedimentos que estão por trás da criação dos produtos, serviços, ambientes e experiências que fazem parte de nossa vida diária” (BEST, 2012, p. 8). Logo, a GD deve ser utilizada como uma ferramenta de integração das funções operacionais do design, atingindo os objetivos traçados, bem como a coordenação de produtos, ambientes e serviços (MARTINS; MERINO, 2011).

Face a isso, projetar com abordagem humana integrada à Gestão de Design colabora para a inovação, por meio de produtos, serviços e Processos (SILVA, 2016), uma vez que, esses Projetos possibilitam

Processos bem estruturados, usados com sucesso, atendendo às expectativas e especificidades dos usuários (LANTER; ESSINGER, 2016).

Paralelo a isso, se têm estudos associados à ergonomia com ênfase na antropometria (ciência que estuda as dimensões físicas do corpo humano) e biomecânica (ciência que estuda os movimentos do corpo humano).

De acordo com Kapandji (2013, p.3) “a biomecânica trata do funcionamento do sistema musculoesquelético dos seres humanos e de todos os animais que possuem um esqueleto”. Assim, por meio da biomecânica é possível analisar, resolver e/ou avaliar questões relacionadas a alguma limitação que interferem nas condições mecânicas dos seres humanos (VITAL et al., 2015; HALL, 2009; REMESAL; PUENTE, 2003). A exemplo se tem a marcha, que acontece por meio de um movimento cíclico dos membros inferiores movendo o corpo para a frente e pode ser compreendida como a locomoção bípede que ocorre por meio da coordenação entre várias juntas do corpo humano, especificamente as dos membros inferiores (NORDIN, FRANKEL, 2011; LUCARELLI, 2014).

Esses estudos se fazem cada vez mais presentes no Processo de concepção de produtos, serviços e ambientes, que tem como finalidade atender às particularidades do usuário, em especial, os fatores de segurança, usabilidade e conforto (PATRIZI; PENNESTRI; VALENTINI, 2016).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e objetivos exploratório e explicativo, essa pesquisa teve seus procedimentos técnicos divididos em duas fases, sendo estas: Fundamentação Teórica (FASE 1) e Pesquisa Aplicada (FASE 2). Ressalta-se que para a organização e a estruturação do

desenvolvimento desta, considerando o foco dado ao ser humano, foi utilizado o Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP), desenvolvido por Merino (2016), especificamente na Pesquisa Aplicada (FASE 2). Assim, esta fase foi dividida de acordo com os três momentos propostos pelo GODP (Figura 01) e suas respectivas etapas, a saber: MOMENTO Inspiração (etapas: -1, 0, 1), MOMENTO Ideação (etapas: 2 e 3) e MOMENTO Implementação (etapas: 4, 5 e 6).

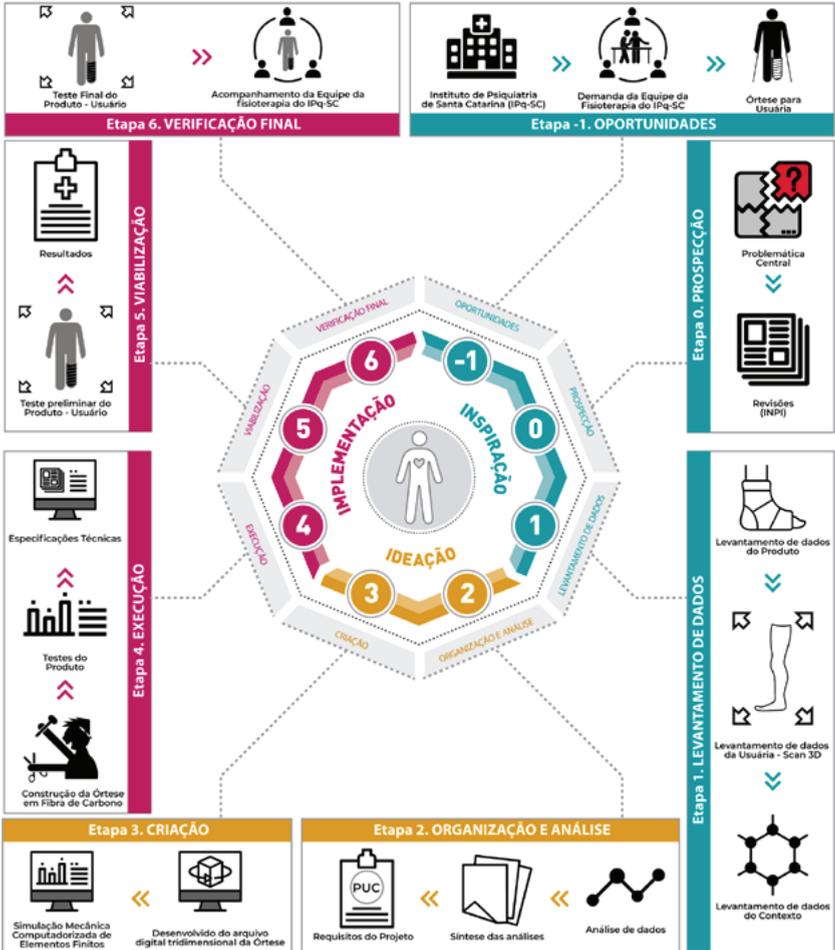


Figura 1. Síntese dos Procedimentos da Pesquisa Aplicada (Fase 2). Fonte: Acervo NGD/ LDU, 2021.

3. PESQUISA APLICADA (FASE 2)

A fase 2, compreendeu a pesquisa aplicada, realizada por meio do estudo de caso, que possibilitou o desenvolvimento da órtese em Fibra de Carbono (OFC) com base nos aspectos da anatomia da perna da usuária, seguindo o Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP).

A etapa da **Oportunidade (-1)** surgiu no Instituto Psiquiátrico de Santa Catarina (IPq-SC), a partir das necessidades da equipe de fisioterapeutas, especificamente de uma situação crítica com uma paciente, usuária de órtese. Esta apresentava pisada supinada e necessitava de algum dispositivo para auxiliar no processo de reabilitação. A mesma fazia uso de uma órtese (em termoplástico) que atendia parcialmente às suas necessidades, com problemas de dimensionamento, peso, conforto, durabilidade e resistência. Desse modo, a paciente apresentava sua mobilidade comprometida e necessitava de uma nova órtese, que se adequasse de forma precisa à geometria do seu membro inferior esquerdo, que fosse leve, durável, confortável, e que permitisse a estabilização da articulação do tornozelo esquerdo, com a função de manter o pé em uma posição neutra, e que com o uso contínuo não houvesse desgaste do produto ou lesões para a usuária. Para atender estas exigências, foi definido o desenvolvimento de uma Órtese de Fibra Carbono (OFC).

Na etapa de **Prospecção (0)**, foram realizados levantamentos e análises preliminares para definir e confirmar a problemática central e uma maior compreensão sobre o assunto. Foram realizadas buscas na base nacional de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), com o propósito de identificar os projetos similares, foram identificados 215 projetos; no entanto, após sua análise, foi selecionado 01 projeto, sob o título: “Aperfeiçoamento introduzido em imobilizador ortopédico para tornozelo”, pela sua aderência.

No **Levantamento de Dados (1)**, com base nos blocos de referência Produto, Usuário e Contexto (PUC), foi realizado o levantamento de dados sobre o quadro clínico da usuária e o escaneamento 3D do membro inferior esquerdo. A figura 2 apresenta o processo de escaneamento do membro inferior (perna esquerda). O detalhe A identifica o scanner 3D; a letra B, a área de interesse que está sendo escaneada e, a letra C, o programa SENSE 3D utilizado no processo de escaneamento em tempo real.



Figura 2. Processo de escaneamento. Fonte: Acervo NGD/LDU, 2021.

Em síntese, durante o desenvolvimento desta etapa, foi possível definir os blocos de referência Produto, Usuário e Contexto.

O **Produto** foi uma órtese do tipo AFO, materializada em Fibra de Carbono que teve como finalidade a manutenção do pé em posição neutra, evitando o pé caído, com o tornozelo fixo em 90°, sendo formado por uma estrutura única, que vai da planta do pé

à panturrilha, com tiras de sustentação que auxiliam na fixação e ajuste da órtese no membro e uso de material acolchoado nas áreas de contato direto.

No hospital em 1972 (49 anos de residência). Possui diagnóstico de paralisia cerebral, transtornos mentais, hemiplegia esquerda, pé equino e cisto gorduroso, todos estes problemas agravados no lado esquerdo (especialmente no pé esquerdo). Segundo a equipe de fisioterapeutas, a atual órtese (termoplástico) vem apresentando problemas associados ao conforto, durabilidade, segurança, dentre outras, comprometendo as exigências relacionadas ao uso diário, comprometendo sua locomoção e conseqüentemente a sua autonomia.

O **Contexto** de uso do produto está relacionado a todos os locais frequentados pela usuária. Segundo relatos da equipe de fisioterapeutas que acompanham a usuária, ela possui acesso a toda a região dentro e fora do Hospital, caminhando aproximadamente 5 km diários, subindo e descendo escadas, demandando o uso da órtese por pelo menos 10 horas por dia de forma contínua.

Momento Ideação

Na etapa de **Organização e Análise de Dados (2)**, foi realizada a análise dos dados e sua síntese, como base para a definição dos requisitos. Seguindo as orientações da etapa que recomendam usar o Bloco de Referência (PUC) para organizar as informações, foi possível definir os requisitos do projeto, apresentados na Figura 03.

	Produto	Usuário	Contexto
REQUISITOS	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Ser confortável e adaptável à geometria da usuária; ◦ Utilizar tiras ajustáveis em velcro; ◦ Ser de fácil higienização; ◦ Reduzir a carga de torção e limitar a rotação; ◦ Manter o pé em posição neutra e estabilizada. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Evitar a irritação e úlceras na pele; ◦ Manter a postura corporal adequada durante as atividades; ◦ Estabilizar a marcha na articulação do tornozelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Facilitar a retirada de acesso pelo responsável; ◦ Eliminar insumos desnecessários; ◦ Ser durável as alterações de exposição do clima; ◦ Ser resistente a produtos químicos de base ácida

Figura 3. Requisitos Projetuais. Fonte: Os autores, 2021.

Na etapa de **Criação (3)**, foi desenvolvido o arquivo digital tridimensional (CAD) da órtese, com a finalidade de visualizar e realizar a simulação CAE. Para esta finalidade, foi utilizado o *software* SolidWorks, tendo como base o resultado do escaneamento 3D, que representa as características geométricas específicas da anatomia da usuária, permitindo um produto mais preciso, confortável, ergonômico e funcional.

Tendo o modelo em 3D da órtese, passou-se para a simulação CAE, em que foram definidos os processos e parâmetros para a simulação mecânica, utilizando o *software* *SolidWorks Simulation*. Com os dados extraídos do relatório de Simulação Mecânica Computadorizada de Elementos Finitos, quatro fatores foram analisados por meio dos testes executados, sendo eles: Tensão de Von Mises, Deslocamento Resultante, Deformação Equivalente e Fator de Segurança (Figura 04).



Figura 4. Processo Simulação CAE. Fonte: Acervo NGD/LDU, 2021.

Considerando os resultados satisfatórios da simulação mecânica computadorizada, foi possível dar continuidade ao projeto, com o processo de construção da OFC, a qual permitiu uma avaliação mais precisa e fidedigna do projeto conceitual.

Momento Implementação

Na etapa de **Execução (4)**, foram providenciados os materiais para a construção da órtese, juntamente com o planejamento geral do Processo. De igual forma, após a materialização, a órtese foi disponibilizada para a usuária e com o acompanhamento da equipe de fisioterapeutas. Na sequência, as etapas de viabilização e verificação final do projeto, encerraram o Processo.

Como resultados desta etapa, foi possível identificar pontos de contato e atrito que posteriormente foram eliminados, (o contato do maléolo com a antiga órtese não era eficiente ocasionando dor, desconforto e lesões por pressão). A colocação de uma camada dupla de palmilha gel e o Neoprene, permitiu um sistema de amortecimento duplo com densidades distintas garantindo maior conforto durante seu uso. Outro aspecto importante foi o dimensionamento e posicionamento dos sistemas de fixação da órtese.

Na etapa de **Viabilização (5)**, após os ajustes realizados da verificação da compatibilidade da geometria do produto com a região da perna da usuária, deu-se continuidade ao projeto, por meio de testes de uso em condições reais. Nesta etapa de **Verificação final (6)**, a Órtese de Fibra de Carbono foi entregue para a usuária e equipe de fisioterapeutas, com a finalidade de substituição da órtese em termoplástico (Figura 05).



Figura 5. Verificação Final. Fonte: Acervo NGD/LDU, 2021.

Após 06 meses de uso, não foram identificados o surgimento de prurido, dor, marcas e/ou vermelhidão na região do calcanhar, mais precisamente no maléolo, indicando uma pressão e contato adequados da órtese junto a pele da usuária, atendendo as orientações do Ministério da Saúde (BRASIL, 2019).

Ao total, o período de testes foi de 12 meses, com acompanhamento da equipe de fisioterapia, sendo verificado que a OFC continua atendendo de forma satisfatória a usuária, tendo sido identificados apenas: desgaste natural do material de revestimento (especialmente palmilha), por ser um gel moldável, tendo a vida útil definida pelo ciclo de uso e desgaste do sistema de fixação/ajuste (velcro) e EVA. Importante registrar, que a OFC está 100% preservada, atendendo às definições técnicas que orientaram sua construção e principalmente as exigências da usuária e equipe de fisioterapeutas.

Com base nas informações apresentadas na Fundamentação Teórica (FASE 1) e os resultados dos Blocos de Referência (Produto, Usuário e Contexto), cabe destacar a importância da ergonomia, especificamente no que se refere aos aspectos antropométricos e biomecânicos centrados no usuário, contribuindo, assim, com a qualidade ergonômica técnica e estética do produto final.

4. CONCLUSÕES

Esta pesquisa partiu da problemática relacionada às características da órtese tipo AFO, produzida em materiais poliméricos, tais como: o peso elevado, o desgaste em pouco tempo de uso, falhas e riscos de ruptura. Considerando os aspectos relacionados à usuária, foi verificado que a incompatibilidade da geometria do membro inferior com o produto alterava a marcha e gerava desconforto e insegurança, acarretando no possível abandono da Tecnologia Assistiva. Diante desse cenário, teve-se como objetivo o desenvolvimento de uma

órtese do tipo AFO em Fibra de Carbono, uma vez que este material apresenta leveza, resistência, conforto, durabilidade, compatibilidade da geometria e segurança, considerando as Pessoas, Projetos, Processos e Procedimentos (BEST, 2012).

Quanto aos procedimentos metodológicos adotados, estes foram considerados satisfatórios. A FASE 1 (Fundamentação Teórica) permitiu o aprofundamento sobre os temas centrais da pesquisa (Gestão de Design, Tecnologia Assistiva, Órteses e Fibra de Carbono), por meio das pesquisas bibliográficas e revisões da literatura. A FASE 2 (Pesquisa Aplicada) possibilitou a sistematização do Processo de construção da órtese, por meio do GODP.

No que se refere às contribuições da pesquisa, do ponto vista científico, foi possível sistematizar o Processo de desenvolvimento da órtese de Fibra de Carbono, considerando as especificidades da Usuária (Pessoa), permitindo a reprodução para Projetos que apresentam demandas similares, somando ergonomia, Design Centrado no Usuário à integração das Tecnologias (CAD/ CAE). De igual forma, acredita-se que esta pesquisa poderá auxiliar na prática projetual no design, na engenharia de produto e áreas afins. Outra contribuição são os requisitos projetuais, que foram divididos de acordo com os Blocos de Referência (PUC), que auxiliaram no desenvolvimento do projeto da OFC.

No ponto de **vista social**, o produto desenvolvido permitiu melhorias nas Atividades de Vida Diárias (AVD's) da usuária, possibilitando conforto, segurança e promoção da autonomia da usuária, segundo relato da equipe de fisioterapeutas e da própria usuária. Quanto ao ponto de **vista tecnológico**, destaca-se a utilização adequada dos equipamentos, materiais e *softwares* no desenvolvimento do Projeto.

Em síntese foi verificado que o conjunto de Procedimentos possibilitou que o desenvolvimento da OFC atende-se de forma satisfatória as exigências técnicas, médicas e pessoais do dispositivo de Tecnologia Assistiva, configurando uma abordagem que integrou

de forma bem sucedida a Gestão de Design (Projetos, Pessoas, Processos e Procedimentos), com a Tecnologia Assistiva, na especificidade de uma Órtese em Fibra de Carbono, por meio de uma abordagem que privilegiou o ser humano, com suas capacidades e limitações.

Sugere-se realizar novos estudos para aferir a precisão e replicabilidade dos procedimentos descritos, considerando a possibilidade de aumentar o número de usuários e quadros clínicos. Avaliar e refinar os processos de escaneamento 3D, bem como um comparativo entre o uso da base para escaneamento desenvolvida e o método tradicional de captura, buscando aprimorar os aspectos de precisão, confiabilidade e agilidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto de Psiquiatria de Santa Catarina, a equipe de fisioterapeutas e em especial a nossa querida paciente. A Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD-LDU), ao POSDESIGN e à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHMAN, A. S.; IANNUZZO, F. Computer-aided engineering simulations. **Wide Bandgap Power Semiconductor Packaging**, [S.L.],

p. 199-223, 2018. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-102094-4.00010-4>.

BEST, K. **Fundamentos da gestão do design**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CARVALHO, J. A. Órteses: um recurso terapêutico complementar. 2. ed. São Paulo: Manole, 2013.

CAT (Comitê de Ajudas Técnicas). **Tecnologia Assistiva**. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. Brasília: CORDE, p. 138, 2009.

CHEUNG, J. T. et al. Current methods in computer-aided engineering for footwear design. **Footwear Science**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 31-46, mar. 2009. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/19424280903002323>.

DENG, Y.-M. et al. A CAD-CAE Integrated Injection Molding Design System. **Engineering With Computers**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 80-92, 29 abr. 2002. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s003660200007>.

HALL, S. J. **Biomecânica básica**. 5. ed. Barueri: Manole, 2009.

ISPO (Luxemburgo) (comp.). **International Society for Prosthetics and Orthotics (ISPO)**. Disponível em: <https://www.ispoint.org/page/POservices>. Acesso em: 20 jan. 2021.

KAPANDJI, AI: **Fisiología articular**: esquemas comentados de mecánica humana. Sexta edición. Tomo I: Miembro superior. Madrid. Médica Panamericana 2012.

KHAN, M. T. H.; REZWANA, S. A review of CAD to CAE integration with a hierarchical data format (HDF)-based solution. **Journal of King Saud University - Engineering Sciences**, [S.L.], v. 33, n. 4, p. 248-258, maio 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksues.2020.04.009>.

LANTER, David; ESSINGER, Rupert. User-Centered Design. **International Encyclopedia of Geography: People, the Earth,**

Environment and Technology: People, the Earth, Environment and Technology, p. 1-4, 2016.

LUCARELI, P. R. G. **Marcha Normal**. Disponível em: <http://www.analisedemarcha.com/marcha_normal.php>. Acesso em: 24 jun. 2021.

LUSARDI, M. M; JORGE, M; NIELSEN, C. C. Órteses e próteses na reabilitação. 3º ed. Filadélfia, PA: Elsevier Saunders, 2012.

MACHADO, G.S. Órteses e Próteses no sistema único de saúde. Estudo Técnico, abril de 2018.

MARTINS, R. F. de F.; MERINO, E. A. D. **Gestão de design como estratégia organizacional**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2011.

MERINO, G. S. A. D. **Guia de orientação para desenvolvimento de projetos**: uma metodologia de design centrado no usuário. Florianópolis: NGD/UFSC, 2016. Disponível em: Acesso em: 12 jul. 2016.

NORDIN, M.; FRANKEL, V. H. **Biomecânica básica do sistema musculoesquelético**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

LEHMANN, F. J. Orthotics for the Wounded Combatant. In: **BELANDRES**, 1999.

PATRIZI, A.; PENNESTRÌ, E.; VALENTINI, P. P. Comparison between low-cost marker-less and high-end marker-based motion capture systems for the computer-aided assessment of working ergonomics. **Ergonomics**, v. 59, n. 1, p. 155-162, 2016.

PIPES, Alan. **Desenho para designers**. Editora Blucher, 2010.

RADOMSKI, M. V.; LATHAM, C. A. T. **Terapia Ocupacional para Disfunções Físicas**. 5. ed. Santos: Ed Santos, 2013. 1458 p.

REMESAL, A. F.; PUENTE, R. P. Biomecánica y Discapacidad. **Informació psicològica**, n. 83, p. 9-14, 2003. Disponível em: <<http://www.informaciopsicologica.info/OJSmottif/index.php/leonardo/article/viewFile/360/309>> Acesso em: 24 de jun. 2021.

SILVA, Ana Lúcia. **Gestão de Design e Projeto Centrado no ser Humano: Mapeamento e Diagnóstico de Equipes Remotas com Foco na Inovação.** Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 178 p., 2016.

SOUZA, A. F.; COELHO, R. T. (2003). Tecnologia CAD/CAM: Definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril [Paper presentation]. **23º Encontro Nac. de Eng. de Produção** - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003.

SOUZA, M. A., et al. Integrating 3-D reconstruction of tomographic images and rapid prototyping for fabrication of medical models. **Journal of Biomedical Engineering**, v.19, p.103-105, 2003.

VITAL, J. P. et al. Tecnologias para a análise do movimento humano. In: R. Ruben, M. Vieira, C. Campos, H. Almeida, J. Siopa, P. Bártolo, & J. Folgado (Edits.), **6º Congresso Nacional de Biomecânica**. 2015. p. 1-6.

VOLPATO, N. **Manufatura Aditiva: Tecnologias e Aplicações da Impressão 3D.** Editora Blucher, 2017.

WHO. **Towards a common language for functioning, disability and health (CIF).** Geneva: World Health Organization, 2011.

ZBOINSKA, Malgorzata A. Hybrid CAD/E platform supporting exploratory architectural design. **Computer-Aided Design**, [S.L.], v. 59, p. 64-84, fev. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cad.2014.08.029>.

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE DIGITALIZAÇÃO 3D DE BAIXO CUSTO PARA FABRICAÇÃO DE ÓRTESES PERSONALIZADAS POR MANUFATURA ADITIVA

ROSENMANN, Gabriel C.¹
POIER, Paloma H.²
WEIGERT, Mateus C.³
OKIMOTO, Maria L. L. R.⁴
FOGGIATTO, José A.⁵

RESUMO

Os processos de desenvolvimento de órteses personalizadas para a Manufatura Aditiva utilizam a digitalização 3D de segmentos corporais com equipamentos que apresentam alto custo e dificuldade de operação. O experimento realizado nesse estudo avaliou

1 PPGEM, UTFPR e PPGDesign, UFPR, gabrielrosenmann@ufpr.br

2 PPGEM, UTFPR, paloma.poier@ufpr.br

3 PPGEM, UTFPR, mateusweigert@hotmail.com

4 PPGMEM e PPGDesign, UFPR, lucia.demec@ufpr.br

5 PPGEM, UTFPR, foggiatto@utfpr.edu.br

Correspondência: Rua XV de Novembro, 1299, Centro, Curitiba, Paraná, Brasil, 80060-000

superfícies geradas pelos sistemas Kinect 360, Kinect One e ReMake comparando-os a uma malha gerada por um sistema RevScan, usado como padrão. O sistema ReMake e Kinect 360 foram considerados viáveis devido a precisão e a velocidade, respectivamente. Sugere-se estudos com outros equipamentos e protocolos para a digitalização 3D de baixo custo para o desenvolvimento de órteses personalizadas.

Palavras-chave: Escaneamento 3D, Tecnologia Assistiva, Impressão 3D.

ABSTRACT

The process of developing custom orthoses for Additive Manufacturing uses 3D digitization of body segments with equipment that is expensive and difficult to operate. In this study, we performed an experiment to evaluate surfaces generated by the Kinect 360, Kinect One and ReMake systems, comparing them to a pattern generated by the RevScan system. ReMake and Kinect 360 systems were considered viable due to accuracy and speed, respectively. We suggest studies with other equipment and low cost 3D digitization protocols in the development of customized orthoses.

Keywords: 3D Scanning, Assistive Technology, 3D Printing.

1. INTRODUÇÃO

Órteses são dispositivos de Tecnologia Assistiva (DTA) prescritos por terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas considerando diversos objetivos, como melhoria do posicionamento de certa articulação, prevenção de deformações articulares, melhoria na amplitude de

movimentos e ganho de funcionalidade em atividades, entre outros (PETTEN; ÁVILA, 2010). O uso desses dispositivos possibilita diversos benefícios. Mesmo assim são abandonados por seus usuários.

O abandono de DTA pode ocorrer por diversos motivos, sendo destacados a falta de participação dos usuários no processo de prescrição e confecção, a falta de conforto e adequação à anatomia, a percepção por parte dos usuários e pela sociedade de um estigma de doença e falta de expressão da identidade do usuário ou a não correspondência com as expectativas e vontades do indivíduo (COSTA et al., 2015; BUEHLER et al., 2015; PHILLIPS; ZHAO, 1993).

De modo a mitigar alguns dos fatores de abandono, Paterson et al. (2014), Palousek et al. (2014), Dombroski et al. (2014) e Pallari et al. (2010) apresentam a Manufatura Aditiva como uma alternativa à fabricação de órteses personalizadas. Este processo de fabricação possibilita a geração de produtos únicos e com geometrias complexas (VOLPATO, 2017), que são características desejáveis nos DTA. A Figura 01 apresenta um processo genérico de desenvolvimento de órteses personalizadas para fabricação por Manufatura Aditiva.



Figura 1. Processo genérico de desenvolvimento de órteses por Manufatura Aditiva, adaptado de Paterson et al. (2014)

A digitalização 3D é a primeira fase do desenvolvimento de órteses personalizadas para fabricação por manufatura aditiva. Ela objetiva a geração de um modelo digital do segmento corporal que receberá a órtese. Este modelo digital é a referência para o desenvolvimento, sendo de significativa importância para a qualidade do produto final. Koutny et al. (2012) descrevem a utilização de diferentes equipamentos na digitalização 3D do corpo humano,

indicando que sempre ocorrem movimentações, mesmo que muito pequenas, durante o processo, que podem comprometer a qualidade do modelo digital gerado. Os autores ainda caracterizam os equipamentos como caros e de difícil operação.

A partir do lançamento do Kinect 360, no ano de 2010, e sua adequação para a geração de malhas 3D, surgiram diversos projetos de equipamentos e alguns programas computacionais de baixo custo para a reconstrução digital 3D de objetos (GUIDI et al. 2016). Iniciaram-se estudos para a aplicação destes equipamentos no desenvolvimento de DTA (DOMBROSKI et al., 2014; ROSENMANN et al., 2018) e, do mesmo modo, na metrologia (GUIDI et al. 2016).

Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo apresentar a avaliação de sistemas de digitalização 3D de baixo custo para a geração de geometrias da anatomia do corpo humano no processo de desenvolvimento de órteses personalizadas por impressão 3D.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo iniciou-se com a pesquisa bibliográfica acerca da utilização dos sistemas de digitalização de baixo custo. A fundamentação teórica foi então elaborada a partir de periódicos já publicados. Em seguida o estudo partiu para um experimento, cujo intuito é avaliar sistemas de Digitalização 3D de baixo custo.

A partir da pesquisa bibliográfica, foram identificados como sistemas de digitalização 3D de baixo custo o Kinect 360 e o Kinect One fabricados pela Microsoft; o Structure Sensor fabricado pela Occipital; o Xtion PRO fabricado pela ASUS; Creative F200 fabricado pela Creative (GUIDI et al., 2016) e o programa 123DCatch desenvolvido pela Autodesk. Devido à dificuldade de acesso (já que nem todos são distribuídos no Brasil), os equipamentos Structure Sensor, Xtion PRO e Creative F200 foram descartados do presente estudo, sendo selecionados apenas o Kinect 360 e o Kinect One. O

programa 123DCatch foi descontinuado pela Autodesk no ano de 2016 e substituído pelo Remake, utilizado para o presente estudo (atualmente o programa foi substituído pelo Autodesk Recap Pro).

O Kinect 360 é um sensor desenvolvido pela Microsoft que realiza a leitura tridimensional como princípio a triangulação por luz estruturada, neste caso realizando a emissão de um padrão de luz infravermelha. O equipamento gera imagens de profundidade com ângulo de captação de $63^{\circ} \times 50^{\circ}$. O Kinect 360, neste estudo, foi operado em conjunto com o programa Skanect versão 1.9.1, desenvolvido pela Occipital.

O Kinect One apresenta-se como uma atualização do Kinect 360. Possui câmeras com maior resolução gerando imagens de 1920×1080 pixels de tamanho, com ângulo de captação de $70^{\circ} \times 60^{\circ}$. Para facilitar o uso do Kinect One como um digitalizador 3D, foi desenvolvido o programa 3DScan, disponível junto ao sistema operacional Windows nas versões 8.1 e 10. Neste estudo o Kinect One foi utilizado em conjunto com o programa 3DScan.

O ReMake é um programa desenvolvido pela Autodesk que realiza a reconstrução virtual de objetos tendo como base a fotogrametria. Ao carregar uma sequência de fotografias com diferentes posições de um objeto, o programa realiza a reconstrução tridimensional na nuvem, reduzindo a demanda de processamento no computador do usuário.

Os sistemas de digitalização 3D serão avaliados considerando como variáveis o tempo de digitalização e as características geométricas da malha 3D gerada por estes sistemas. Estas variáveis foram consideradas fatores decisórios para a adoção daqueles sistemas no desenvolvimento de dispositivos de tecnologia assistiva personalizados.

Para a realização do experimento foi desenvolvido um modelo de órtese, do tipo estática, de punho, mão e dedos. A órtese foi produzida em atadura gessada por uma Terapeuta Ocupacional sobre a mão de um voluntário sem deficiência e não usuário de órteses.

A geração desta órtese objetiva a redução da exposição de indivíduos a processos ainda não validados e reduz os impactos que a movimentação do corpo humano poderiam produzir na malha 3D. Do mesmo modo, possibilita a geração de uma geometria única na qual é realizada a digitalização pelos diferentes sistemas, facilitando a comparação dos resultados.

O modelo de órtese foi fixado em uma base com marcações visuais, como indicado na Figura 2

Inicialmente esta órtese foi digitalizada por um sistema significativamente mais preciso do que aqueles avaliados no presente estudo - porém, não incluído no critério de baixo custo. O equipamento utilizado foi o RevScan. O modelo gerado por este processo foi considerado como padrão virtual para a realização da comparação com as malhas geradas pelos sistemas de digitalização de baixo custo. O RevScan é um equipamento de digitalização que utiliza a tecnologia de triangulação por feixe de laser e apresenta resolução de 0,200 mm e exatidão de 0,050 mm; (CREAFORM, 2016). A digitalização utilizando o equipamento RevScan seguiu o protocolo sugerido pelo fabricante para a geração do padrão virtual.



Figura 2. Modelo de órtese em atadura gessada posicionada conforme protocolo 1

Após a obtenção do padrão virtual, o modelo de órtese foi submetido à digitalização utilizando os sistemas de baixo custo. Em cada um dos três sistemas, a digitalização foi realizada por três diferentes protocolos, gerando nove combinações, e sempre considerando a possibilidade de interferência de marcações visuais sobre a qualidade na malha gerada, fenômeno descrito no manual de uso do programa ReMake (2017).

O protocolo 01 é caracterizado pela utilização do modelo da órtese tal como é obtido, não sendo realizada nenhuma marcação, no protocolo 02 foram distribuídos pela superfície do modelo adesivos circulares com 3mm de diâmetro com diversas cores e no protocolo 03 foram desenhados sobre a superfície traços formando um padrão quadriculado (representados de modo esquemático na Figura 3).

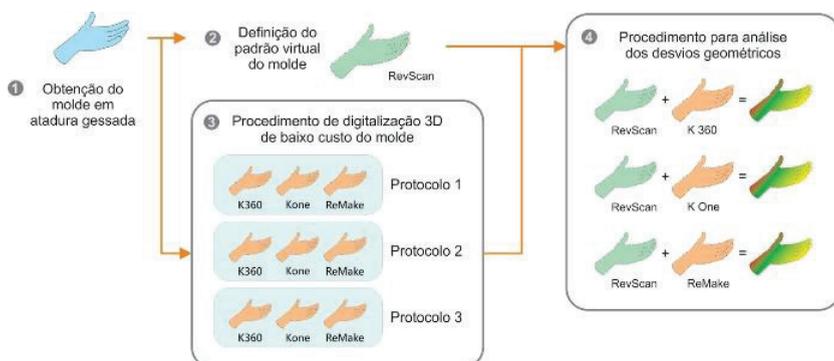


Figura 3. Representação gráfica do protocolo do experimento, nota-se que K360 refere-se ao equipamento Kinect 360, Kone refere-se ao equipamento Kinect One

A órtese foi posicionada sobre uma mesa na qual foi realizada a digitalização 3D utilizando os diferentes protocolos de cada um dos sistemas de digitalização. A Figura 4 é um desenho esquemático da condução dos equipamentos Kinect 360 e Kinect One durante a digitalização do modelo.

O sistema ReMake foi carregado com fotografias capturadas utilizando uma câmera Canon EOS rebel T3i com ajuste manual

de luminosidade, fixado em ISO-800, tempo de exposição 1/150 segundos e abertura de diafragma F4.5. O foco foi ajustado na captação da primeira imagem de cada sequência de fotos e fixado utilizando uma fita adesiva. Foram capturadas 32 fotos para cada ação de digitalização, sendo divididas em duas alturas, conforme esquema apresentado na Figura 5.

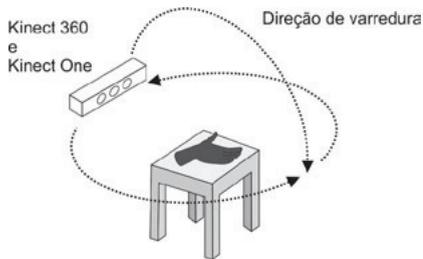


Figura 4. Procedimento de utilização do Kinect 360 e Kinect One.

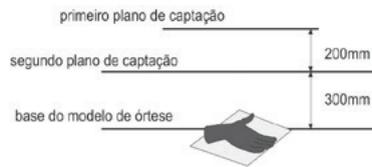


Figura 5. Procedimento capturas de fotografia para o Remake

O tempo gasto para realização do processo de digitalização foi cronometrado mediante um cronômetro digital. Para os sistemas Kinect 360 e Kinect One se considerou como tempo de digitalização o período entre o momento em que se iniciou a captura de dados tridimensionais até o momento de salvar esses dados. Para o sistema Remake considerou-se o tempo de captura das fotografias somado ao tempo de geração da malha 3D.

As características geométricas foram analisadas pela comparação das malhas geradas pelos sistemas de digitalização 3D de baixo custo com o padrão virtual (malha gerada pelo equipamento RevScan). Este processo foi realizado utilizando o programa Geomagic conforme as seguintes etapas:

- Conversão de todas as malhas 3D digitalizadas para o formato STL (STereoLithography);
- Importação de todas as superfícies para um mesmo arquivo no programa Geomagic;

- Identificação e eliminação de ruídos e pequenos defeitos, para tal foi aplicado o comando MeshDoctor do programa Geomagic em todas as malhas 3D;
- Alinhamento de todas as malhas 3D com o padrão virtual, realizado utilizando o comando Best Global Alignment do programa Geomagic;
- Acionamento do comando Análise dos desvios no programa Geomagic.

Como resultado deste procedimento, obtém-se um mapa de cor sobre a superfície da malha de referência e a informação da dimensão do erro médio. O mapa de cor indica a localização e distribuição das diferenças geométricas entre as malhas comparadas. O erro médio, com o respectivo desvio padrão, representa a média das diferenças geométricas entre o padrão virtual e as malhas obtidas pelos sistemas de digitalização de baixo custo.

3. RESULTADOS

Foi gerado um modelo de órtese estática para punho, mão e dedos com atadura gessada. Este modelo foi utilizado como base para a realização da avaliação dos sistemas de digitalização 3D de baixo custo Kinect 360, Kinect One e ReMake.

A avaliação foi realizada pela comparação das malhas 3D geradas por estes sistemas com o padrão virtual. O padrão virtual foi obtido pela digitalização do molde em atadura gessada utilizando o equipamento RevScan. Na avaliação considerou-se o tempo de digitalização e a medida dos desvios geométricos em relação ao padrão virtual.

Na Tabela 1 estão descritos o tempo utilizado para a realização da digitalização e para a geração da malha tridimensional utilizando os diferentes sistemas para cada protocolo.

Sistema	Protocolo	Tempo	Erro médio (mm)	Desvio Padrão (mm)
RevScan	-	25'	0	0
Kinect 360	1	1'29	0,436	2,506
	2	1'23	0,503	2,292
	3	1'19	0,358	1,657
Kinect One	1	1'44	*	*
	2	1'42	*	*
	3	2'	*	*
ReMake	1	27'02	*	*
	2	20'21	0,132	1,670
	3	21'08	0,071	0,621

Tabela 1. Dados numéricos resultantes do experimento

O levantamento das diferenças geométricas das malhas 3D obtidas pelos sistemas de baixo custo em relação ao padrão virtual foi realizado com o programa Geomagic. Na Figura 6 é possível observar o resultado da comparação das malhas obtidas pelo sistema Kinect 360.

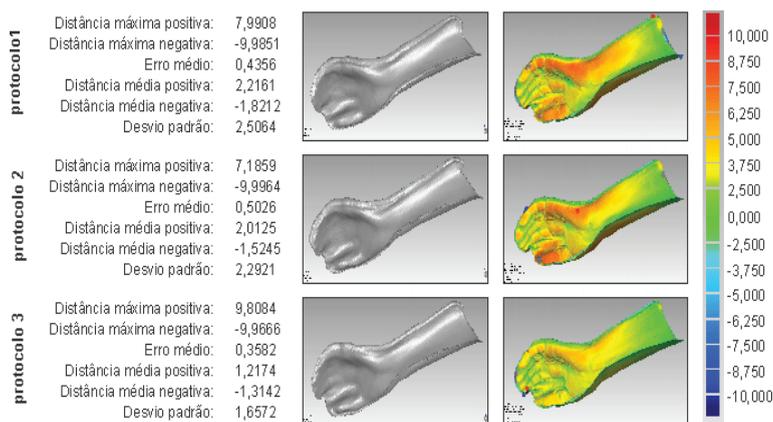


Figura 6. Análise dos desvios geométricos das malhas 3D geradas pelo Kinect 360

As malhas geradas pelo sistema Kinect One foram consideradas de baixa qualidade, pois apresentaram significativa perda de informação geométrica em relação ao modelo. Estas perdas

impossibilitaram a realização do procedimento de comparação com o padrão virtual. Este fato está explicitado na Figura 7.

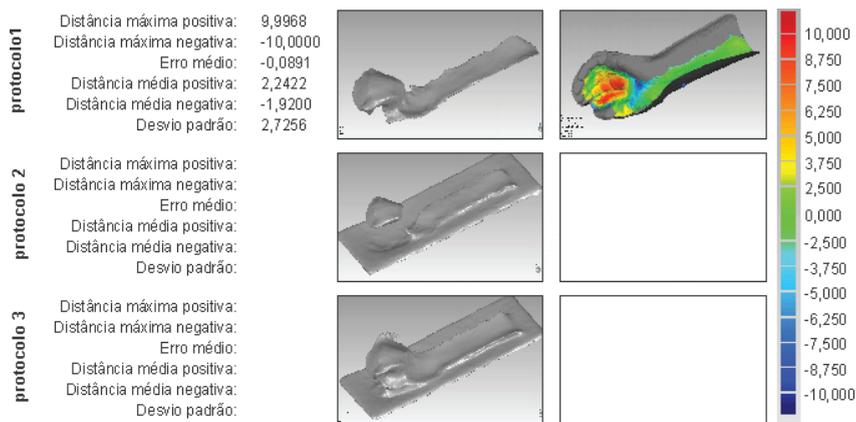


Figura 7. Malhas 3D geradas pelo sistema Kinect One

As malhas geradas pelo sistema ReMake estão apresentadas na Figura 8. Este foi o sistema mais afetado pela variação de protocolos de digitalização. O protocolo 1 não gerou uma malha possível de ser utilizada para a realização da comparação com o padrão virtual. Já o protocolo 3 foi aquele que gerou a malha mais precisa, neste estudo.

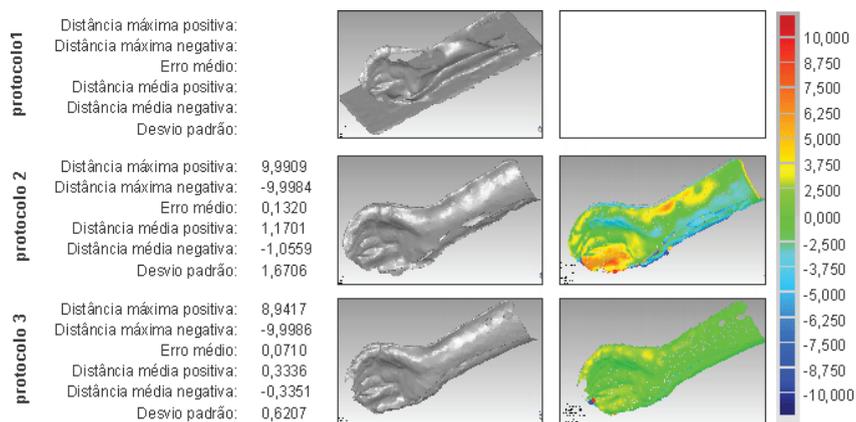


Figura 8. Análise dos desvios geométricos das malhas 3D geradas pelo ReMake.

4. DISCUSSÃO

A utilização de um modelo em atadura gessada possibilitou a avaliação dos sistemas de digitalização 3D de baixo custo aplicadas do contexto do desenvolvimento de órteses personalizadas. Além desse resultado, destaque-se que esta proposta se apresenta como uma possibilidade para a estruturação de um processo de fabricação de órteses personalizadas por Manufatura Aditiva, pois o uso da atadura gessada auxilia a correção do posicionamento do segmento corporal. Assim como, com o modelo em mãos, este pode ser utilizado como um artefato que facilita a comunicação entre profissionais de diferentes áreas, saúde e engenharias, dentro do processo de desenvolvimento da órtese.

O sistema ReMake se apresentou como o mais sensível aos diferentes protocolos de digitalização utilizados, reforçando o indicado no manual do usuário (AUTODESK, 2017). Assim, indica-se a utilização do protocolo 3, demarcação de linha formando um padrão do tipo xadrez, para a digitalização 3D com o sistema ReMake. Este apresentou os menores desvios geométricos em relação ao padrão virtual, sendo o erro médio de 0,071 mm com desvio padrão de 0,621 mm.

As malhas obtidas pelo sistema Kinect 360 resultaram em um erro médio de 0,436 mm, com desvio padrão de 2,506 mm, quando comparadas ao padrão virtual. Os resultados obtidos por este sistema não foram significativamente afetados pela variação de protocolo de digitalização utilizada neste estudo. O Kinect 360 apresentou um tempo de digitalização e geração da malha 3D muito menor em relação ao RevScan (padrão virtual) e ao ReMake. Também por este motivo, se indica a utilização do sistema Kinect 360 para a geração de malhas 3D de geometrias do corpo humano para o desenvolvimento de órteses personalizadas. Pois o sistema Kinect 360 não demanda a preparação do modelo para o processo de digitalização

e seu tempo de digitalização é muito menor, apesar de apresentar desvios geométricos maiores do que o sistema ReMake.

Entretanto, o sistema Kinect One não gerou malhas consideradas adequadas para o desenvolvimento de órteses. Acredita-se que a baixa qualidade da malha 3D neste contexto possa estar relacionada ao programa utilizado e à tecnologia de digitalização deste equipamento. O time of flight é sensível a interferências eletromagnéticas, o que pode gerar ruídos na geração da nuvem de pontos que dá origem a malhas 3D. Assim sendo, o programa 3DScan realiza filtragem sobre a nuvem de pontos registrada pelo equipamento com o objetivo de reduzir estes ruídos. Neste processo de filtragem, elementos com pequenas dimensões podem ser removidos. Assim, pela sua pequena dimensão (inferior a 3mm), a parede do modelo da órtese foi eliminada junto com a filtragem dos ruídos. Logo, recomenda-se a utilização de outros protocolos para a avaliação dos dados gerados pelo sistema Kinect One e sua utilização para o contexto do desenvolvimento de órteses.

5. CONCLUSÕES

A manufatura aditiva se apresenta como uma alternativa para a fabricação de órteses personalizadas. Porém ainda são necessárias investigações mais amplas para a estruturação de processos que viabilizem a disseminação desta proposta. Neste sentido, o presente trabalho investigou tecnologias de baixo custo para a digitalização 3D de segmentos corporais, primeira etapa do processo de desenvolvimento de órteses para fabricação por Manufatura Aditiva.

Inicialmente foram identificados sistemas de digitalização 3D de baixo custo presentes na literatura e disponíveis no mercado brasileiro. Foram identificados o Kinect 360, Kinect One e o Remake. Em seguida estes foram avaliados em comparação a

um sistema significativamente mais preciso e considerado de alto custo, o RevScan.

Foram considerados o tempo de digitalização e os desvios geométricos como variáveis para a avaliação. Um modelo de órtese estática para punho, mão e dedos foi fabricado em atadura gessada por uma Terapeuta Ocupacional. Este modelo foi digitalizado por três protocolos para cada um dos sistemas citados. A utilização do modelo de órtese possibilitou a geração de uma geometria de referência para a comparação dos diferentes sistemas de digitalização no contexto de órteses personalizadas para fabricação por manufatura aditiva.

A comparação das malhas 3D utilizando o programa Geomagic possibilitou a identificação da medida dos desvios geométricos entre as diferentes malhas, assim como a localização e distribuição destes.

O sistema Remake utilizando o protocolo 3 gerou os resultados com os menores erros, porém com maior tempo de aquisição e geração da malha 3D, assim como a necessidade de preparação do modelo. O sistema Kinect 360 apresentou erros superiores ao ReMake, porém com um tempo bastante reduzido para a digitalização. Assim pode-se recomendar a utilização destes sistemas no desenvolvimento de órteses por Manufatura Aditiva.

O sistema Kinect One demanda a realização de investigações mais aprofundadas com a utilização de outros programas e protocolos para a geração de malhas 3D adequadas para o desenvolvimento de órteses.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às agências de fomento CNPq e CAPES que financiaram o desenvolvimento deste estudo. Assim como à Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RDPTA).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTODESK. **ReMake getting started guide**. Disponível em: <https://remake.autodesk.com/assets/Autodesk_ReMake_Guide_01.pdf>. Acesso em 10/2017.

BRAGANÇA, S.; CARVALHO, M.; XU, B.; AREZES, P.; ASHDOWN, S. A Validation Study of a Kinect Based Body Imaging (KBI) Device System Based on ISO 20685: 2010. **5th International Conference on 3D Body Scanning Technologies**. 2014.

BRAGANÇA, S.; AREZES, P.; CARVALHO, M.; ASHDOWN, S P.; CASTELLUCCI, I.; LEÃO, C. A comparison of manual anthropometric measurements with Kinect-based scanned measurements in terms of precision and reliability. **Work** v. 59, n.3, p.325-339, 2018.

BUEHLER, E.; BRANHAM, S.; ALI, A.; CHANG, J. J.; HOFMANN, Megan K.; HURST, A.; KANE, S. K. Sharing is Caring: Assistive Technology Designs on Thingiverse. **33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '15**. p.525–534, 2015.

COSTA, C. R., FERREIRA, F. M. R. M., BORTOLUS M. V., CARVALHO M. G. R. Dispositivos de tecnologia assistiva: fatores relacionados ao abandono. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**. v. 23, n. 3, p. 611-624, 2015.

DOMBROSKI, C. E.; BALSDON, M. E. R.; FROATS, A. The use of a low cost 3D scanning and printing tool in the manufacture of custom-made foot orthoses: a preliminary study. **BMC research notes**, v. 7, n. 443, 2014.

GUIDI, G., GONIZZI, S., MICOLI, L. 3D capturing performances of low-cost range sensors for mass-market applications. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives**, v. XLI-B5, p. 33–40, 2016.

KOUTNY, D.; PALOUSEK, D.; KOUTECKY, T.; ZATOCILOVA, A.; ROSICKY, J.; JANDA, M. 3D Digitalization of the Human Body for Use in Orthotics and Prosthetics. **International Journal of Medical, Health, Biomedical, Bioengineering and Pharmaceutical Engineering**, v. 6, n. 12, p. 690–697, 2012.

PALLARI, J. H. P.; DALGARNO, K. W.; WOODBURN, J. Mass customization of foot orthoses for rheumatoid arthritis using selective laser sintering. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 57, n. 7, p. 1750–1756, 2010.

PALOUSEK, D.; ROSICKY, J.; KOUTNY, D.; STOKLÁSEK, P.; NAVRAT, T. Pilot study of the wrist orthosis design process. **Rapid Prototyping Journal**, v. 20, n. 1, p. 27–32, 2014.

PATERSON, A. M. J.; DONNISON, E.; BIBB, R.; CAMPBELL, R. Computer-Aided Design to Support Fabrication of Wrist Splints Using 3D Printing: A feasibility study. **Hand Therapy**, v. 19, n. 4, p. 102–113, 2014.

PETTEN, A. M. V. N. V.; ÁVILA, A. F. Efeito do uso de órtese de punho na ativação da musculatura flexora e extensora do punho. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 45, n. 1, p. 72–78, 2010.

PHILLIPS, B.; ZHAO, H. Predictors of assistive technology abandonment. **Assistive Technology**, v. 5, n. 1, p. 36–45, 1993.

ROSENMANN G. C., WEIGERT M. C., POIER P. H., FOGGIATTO J. A., OKIMOTO M. L., VOLPATO N. Development and evaluation of low-cost custom splint for spastic hand by additive manufacturing. In: Rebelo F., Soares M. (eds) *Advances in Ergonomics in Design*. AHFE 2017. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, vol 588 p.701–711. Springer, 2018.

VOLPATO, N; CARVALHO, J. Introdução à Manufatura Aditiva ou Impressão 3D. Em **Manufatura Aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D**. 1o ed. São Paulo: E. Blücher, 2017.

PERCEPÇÃO DA FUNÇÃO SIMBÓLICA DE CADEIRAS DE RODAS MANUAIS POR NÃO USUÁRIOS: VALORES SIMBÓLICOS E ESTIGMA.

VÁSQUEZ, Melissa Marin¹
MEDOLA, Fausto Orsi²
PASCHOARELLI, Luis Carlos³

RESUMO

O presente estudo teve como propósito desenvolver uma avaliação das percepções da função simbólica de três diferentes cadeiras de rodas manuais. A pesquisa teve caráter experimental e transversal. Foram abordados 30 indivíduos não usuários de cadeira de rodas (CR) os quais avaliaram três modelos de CRs manuais através de um protocolo de Diferencial Semântico. Os resultados evidenciam a importância dos valores simbólicos que representa socialmente a CR e como esses aspectos simbólicos devem ser considerados no design desta Tecnologia Assistiva, visto que a interação perceptiva, quando negativa, potencializa o estigma próprio deste artefato.

1 Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP, melissamava@gmail.com

2 Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP, fausto.medola@unesp.br

3 Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP, luis.paschoarelli@unesp.br
Av Eng Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01 Bairro: Vargem Limpa 17033-360 - Bauru, SP

Palavras-chave: tecnologia assistiva, design ergonômico, função simbólica.

ABSTRACT

The present study aimed to develop an evaluation of the symbolic function perception of three different wheelchairs. The research was experimental and cross-sectional. Thirty (30) non-wheelchair users evaluated three models of manual wheelchair through a Semantic Differential protocol. The results highlight the importance of the symbolic values that wheelchair represents socially and how these symbolic aspects should be considered in the design of this Assistive Technology, since perceptual interaction, when negative, enhances the stigma proper of this product.

Palavras-chave: assistive technology, ergonomic design, symbolic function.

1. INTRODUÇÃO

Pode-se considerar deficiência como sendo qualquer condição anormal das funções físicas, fisiológicas, anatômicas, psicológicas e cognitivas de um ser humano. De modo geral, toda deficiência representa uma condição patológica exteriorizada – exposta à sociedade. Portanto, toda deficiência leva à uma incapacidade, ou carência de habilidade para a realização “normal” das atividades da vida diária.

Segundo o Relatório Mundial sobre a deficiência (OMS, 2012) existem mais de um bilhão de pessoas que possuem algum tipo de deficiência gerada por acidentes de trânsito e/ou de trabalho, envelhecimento da população, enfermidades crônicas, entre outros. Geralmente as pessoas com algum tipo de deficiência podem estar relacionadas a piores perspectivas de saúde, níveis mais baixos de

escolaridade, menor participação econômica, e taxas de pobreza mais elevadas.

Por meio das Tecnologias Assistivas (TA), as pessoas com deficiência podem ser incluídas mais facilmente na sociedade. Toda TA tem como objetivo favorecer a equidade e potencializar o rendimento funcional do indivíduo, reduzindo as limitações impostas pelo contexto ambiental (HOGETOP e SANTAROSA, 2002). Apesar dos recursos de TA se converterem em um objeto muito próximo ao dia a dia dos usuários (MANZINI 2005), este tipo de auxílio tem uma carga simbólica muito forte, a qual pode afetar a integração social do deficiente.

Segundo WHO et al. (2008), 10% da população tem alguma experiência com cadeira de rodas (CR), sendo esta a TA mais utilizada. Embora seja um elemento que ajuda o deficiente a melhorar sua mobilidade, é também vista como um elemento de estigma por parte do próprio usuário (VÁSQUEZ e PASCHOARELLI, 2018) e, especialmente, da sociedade.

Bispo e Branco (2008) afirmam que, no caso das pessoas com deficiência, os atributos que promovem o estigma são gerados pelo uso do objeto que estereotipa o usuário. Por exemplo a cadeira de rodas é um símbolo que produz um conjunto de ideias preconceituosas sobre o papel social do deficiente. Do mesmo modo, Brooks (1998) explica que as TA se transformam em sinais que enviam mensagens que são percebidas pelos transeuntes como uma característica pouco comum numa pessoa e que deve comportar-se diferente em torno dela.

De modo geral, as TAs apresentam um grande valor simbólico e representam um importante papel social -não só funcional- para o usuário, os não usuários e os cuidadores. Portanto, os estudos que envolvem a significação das TAs, também na vida das pessoas não deficientes, representam uma demanda investigativa, cujos resultados podem contribuir expressivamente para o design desses equipamentos.

O presente estudo objetivou analisar a função simbólica de três CRs manuais, a partir da percepção de não usuários, com a aplicação de um protocolo de Diferencial Semântico. Assim, procurou-se evidenciar a importância dos valores simbólicos que representam socialmente as CRs; e como estes valores afetam o estigma segundo os modelos de CRs.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo e seus procedimentos metodológicos estão fundamentados em raciocínio indutivo e caracterizam-se por um estudo transversal. A abordagem é baseada na análise de imagens de três diferentes tipos de CRs manuais e na avaliação de percepção visual analógica (LANUTTI, 2013; CAMPOS, 2014; VÁSQUEZ e PASCHOARELLI, 2018). O presente estudo foi submetido e aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da FAAC-UNESP, com número CAAE 60305716.6.0000.5663; e atende à Resolução 196/96-CNS-MS e à “Norma ERG BR 1002”, do “Código de Deontologia do Ergonomista Certificado” (ABERGO, 2003).

2.1. Participantes

Por se tratar de um estudo relacionado com a percepção da função simbólica e estigma, foram abordados 30 participantes, não usuários de CR, com idade média de 30,65 anos (d.p. 6,57 anos).

2.2. Materiais e Equipamentos

Para o desenvolvimento do estudo, foram selecionadas 3 modelos de CRs (Figura 01). A seleção das imagens dos diferentes modelos deu-se considerando que as CRs fossem de propulsão manual,

que é a mais comumente encontrada. Além disso, também foram consideradas as diferenças formais entre cada um dos modelos de CRs, com o objetivo de analisar as percepções dos participantes. A CR hospitalar (H) tem uma estrutura de quadro dobrável em 'X', pneus maciços e assento e encosto em tecido nylon. Já a CR monobloco (M) apresenta estrutura em alumínio, a qual permite bom desempenho na mobilidade. E a CR conceito (C) apresenta na base das rodas um mecanismo elétrico que por meio da propulsão manual é alimentado eletricamente e um mecanismo de giroscópio que mantém o balanço da mesma.



Figura 01. H - Cadeira de rodas manual hospitalar marca Ortometal Modelo ORT132. Fonte: <http://www.amparohospitalar.com.br/wp-content/uploads/2014/08/cr-800x861.jpg>
M - Cadeira de rodas manual monobloca marca DINÂMICA ELITE. Fonte: <https://cdn.awsli.com.br/600x450/30/30151/produto/1028404/330b66cdab.jpg>
C - Cadeira de rodas manual conceito Mobi Electric Folding Wheelchair. Fonte: <http://www.universaldesignstyle.com/>

2.3. Protocolos

Foi empregado um TCLE (Termo de Consentimento Livre e esclarecido) e um protocolo de identificação. Para avaliar a percepção dos participantes, foi utilizado um Protocolo de Diferencial Semântico, com 18 pares de adjetivos descritores bipolares, entre os quais haviam 07 âncoras que eram assinaladas segundo a percepção do sujeito. Os adjetivos foram classificados em 5 categorias: Representação de Deficiência, Meio de Locomoção, Extensão do Corpo, Expressão de

Autonomia e Distinção Social (Tabela 1), com base em um estudo desenvolvido por Costa (2010). A apresentação deste Protocolo de Diferencial Semântico para cada um dos participantes foi individual e randomizada, assim como a ordem dos pares de adjetivos.

Tabela 01: Classificação e pares de descritores. Fonte: Os autores

Representação de Deficiência	Meio de Locomoção	Extensão do Corpo	Expressão de Autonomia	Distinção Social
Agradável / Desagradável.	Fácil / Difícil.	Personalizável / Não personalizável	Participativo / Não participativo	Pobre / Rico.
Saudável / Doente.	Seguro / Inseguro.	Integrado com o corpo / Desassociado ao corpo.	Produtivo / Improdutivo	Obsoleto / Inovador.
Introvertida / Extrovertida.	Permanente / Provisório.	Prejudicador / Auxiliador.		Sofisticado / Modesto.
Discriminatória / Receptível.	Segregado / Inclusivo.	Dependente / Independente.		Comum / Diferenciado.

Tabela 1: Classificação e pares de descritores. Fonte: Os autores

2.4. Análise dos dados

Os dados coletados foram organizados em planilhas, sendo possível obter o valor médio e desvio padrão para cada etapa de avaliação. Os dados foram agrupados de acordo com as variáveis a serem estudadas; e submetidos a uma análise estatística descritiva, sendo aplicado o teste não paramétrico de WILCOXON, com o objetivo de identificar diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as percepções obtidas para cada uma das CRs.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização dos Participantes

Os resultados apontaram que 23 participantes relataram não ter nenhum familiar ou amigo que use cadeira de rodas. No entanto, 7 participantes relataram ter amigos ou familiares cadeirantes.

Quanto ao uso da cadeira de rodas, 25 participantes relataram nunca ter usado e 5 participantes alguma vez já a utilizaram. Destaca-se que a experiência dos usuários indiretos desta amostra com a cadeira de rodas é, consideravelmente, Baixa.

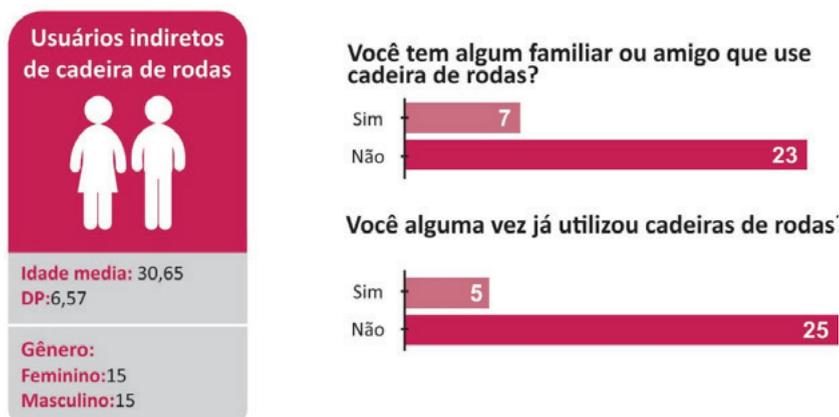


Figura 2. Caracterização dos grupos da amostra – Não usuários de cadeira de rodas.

3.2. Avaliação de Percepção com o Diferencial Semântico

Para facilitar a análise e interpretação dos resultados, os dados foram agrupados de acordo com as 5 categorias classificadas inicialmente (Tabela 01): Representação de Deficiência, Meio de Locomoção, Extensão do Corpo, Expressão de Autonomia e Distinção Social.

Os resultados demonstram que foram encontradas diferenças significativas, para cada um dos pares de adjetivos, entre os 03 modelos de CRs – H, M e C – e nas 05 Categorias (Figura 03).

Na categoria *Representação de Deficiência*, todos os pares de adjetivos apresentaram médias com diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os três modelos de CR. Entretanto, a CR H é percebida como a mais desagradável; e CR M e CR C como menos desagradáveis. Para além disto, CR M e CR C são percebidas de maneira similar tendo

médias de percepção próximas, sendo avaliadas como mais extrovertidas, saudáveis e receptíveis

Na categoria *Meio de Locomoção*, os pares de adjetivos ‘Difícil/Fácil’ apresentam médias que demonstram que CR M foi percebida como a mais fácil tendo diferença significativa ($p \leq 0,05$) com CR H (considerada difícil). Para os pares de adjetivos ‘Inseguro/Seguro’ as medias indicam que CR M foi percebida como a mais segura. Havendo diferença significativa entre CR H (menos segura) em relação a CR M e CR M em relação a CR C (menos segura). Quanto os pares de adjetivos ‘Provisório/Permanente’, as médias apontam que a CR H foi percebida como mais provisória, ao contrario de CR M e CR C percebidas como permanentes.

No que diz respeito à categoria *Extensão do corpo*, as medias demonstram que CR H é percebida como não personalizável, desassociado ao corpo e dependente, e tal resultado apresenta diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação a CR M e CR C, então percebidas positivamente.

Para a categoria *Expressão de Autonomia*, as medias dos pares de adjetivos ‘Não participativo/Participativo’ e ‘Improdutivo/Produtivo’ descreveram que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre a CR H - percebida como negativa - e as CR M e CR C, então percebidas positivamente (produtivas e participativas).

Na categoria de *Distinção Social* a CR H foi considerada pobre, obsoleta, modesta e comum; diferente das CR C e CR M, as quais foram avaliadas significativamente ($p \leq 0,05$) como positivas.

De acordo com os resultados da percepção dos usuários indiretos da cadeira de rodas, o modelo de CR H apresenta valores negativos para a maioria dos pares de adjetivos. Enquanto que os modelos M e C apresentam valores de percepção positivos para a maioria dos pares de adjetivos usados no estudo.



Figura 3. Resultados da percepção dos usuários de cadeira de rodas para os diferentes modelos de cadeira de rodas - * = $p \leq 0,05$.

Para os participantes do estudo, a CR H é percebida como doente, diferente dos demais modelos (M e C) avaliados. O modelo H tem uma aparência que é conhecida por todos os tipos de usuários e que tem uma mensagem de deficiência que gera um estigma social, sendo este modelo limitado pelo seu significado enquanto “cadeira de rodas” no conceito mais depreciativo do objeto. Isto pode ser explicado por Vaes (2014), o qual afirma que a cadeira de rodas pode ativar associações preconcebidas e indesejáveis com o deterioro e a vulnerabilidade. Ainda com relação à CR H, Vaes et al. (2012) apontam que artefatos assistivos deste tipo apresentam uma história de rechaço, já que são associados a significados indesejáveis que ficaram na nossa cultura e produzem estigma, quer seja pela sua estética pobre, quer seja pela diminuição física que representa seu uso.

Os resultados permitem afirmar ainda que as cadeiras M e C foram percebidas geralmente como positivas, o que também é corroborado por Costa (2012), já que para este autor, estética e diferenciação são associados positivamente na percepção destes artefatos assistivos.

É importante destacar ainda que na categoria ‘*Expressão de Autonomia*’, a cadeira de rodas H foi considerada a menos participativa e produtiva comparada com as CRs M e C. Este critério representa liberdade e independência dos usuários (COSTA, 2010) e, neste caso, os resultados alcançados indicam que a CR H apresenta-se como um equipamento não facilitador da participação no meio social.

Também, para a categoria ‘*Distinção Social*’, a CR H foi percebida como pobre, obsoleta, modesta e comum, ao contrário das CRs M e C, as quais foram percebidas inovadoras.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É inquestionável que as CRs ampliam a autonomia da pessoa com deficiência, especialmente com incapacidade de locomoção. Entretanto, além das funções práticas que toda CR deveria cumprir, os aspectos simbólicos também devem ser considerados, visto que a interação perceptiva, quando negativa, potencializa o estigma próprio deste artefato; e quando positiva, evita constrangimentos.

O presente estudo propôs uma avaliação das percepções da função simbólica de três diferentes CRs manuais por não usuários deste artefato. Os resultados apontam que, na maioria das categorias de pares de adjetivos (do Diferencial Semântico), a CR H foi significativamente ($p \leq 0,05$) pior avaliada (se comparada às CR M e CR C). Isto se deve, entre outros fatores, aos aspectos simbólicos - estigma - que permeiam este tipo de TA. Uma cadeira de rodas esteticamente diferente, pode ser relacionada com um evento positivo; e isto pode também gerar significados positivos os quais são transmitidos à sociedade.

Outro aspecto determinante para os resultados alcançados refere-se ao código cultural existente na sociedade. A cultura foi um fator determinante na percepção da cadeira de rodas. Existem conceitos em cada sociedade que limitam as atitudes e pensamentos dos indivíduos e que podem influenciar o comportamento e a percepção de um determinado objeto. Portanto, seria importante aplicar este estudo em diferentes regiões, países ou populações, visando pesquisar como o estigma relacionado à TA é influenciado pelos diferentes aspectos culturais.

Enquanto metodologia, o presente estudo contribui para uma reflexão acerca dos valores simbólicos da TA, mostrando através das análises quantitativas e qualitativas, que pode ser uma ferramenta importante para compreensão da relação homem-atividade / usuário-artefato. Além disso, aponta demandas para estudos futuros que estejam interessados no estudo dos valores simbólicos de

diferentes objetos, como por exemplo estudos ligados a significação e emoção, tendo em conta os diferentes níveis de experiência com o objeto.

Os valores simbólicos podem ser mais utilizados no desenvolvimento do produto como um fator importante para melhorar a experiência do usuário e a percepção da sociedade. Portanto, os estudos que envolvem a significação das TAs representam uma demanda investigativa cujos resultados podem contribuir para o design ergonômico de TAs.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi desenvolvido com apoio da CAPES (Edital nº 59/2014 – PGPTA / Processo 88887.091037/2014-01).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERGO. Norma ERG BR 1002 - Código de Deontologia do Ergonomista Certificado. Associação Brasileira de Ergonomia, 2003.

BISPO, R.; BRANCO, V. Designing out stigma: the role of objects in the construction of disabled people's identity. In Dare to Desire: 6th International Design and Emotion Conference, 2008.

BROOKS, N. A. Models for understanding rehabilitation and assistive technology. Designing and using assistive technology. The human perspective, p. 3-11, 1998.

CAMPOS, L. F. Usabilidade, percepção estética e força de preensão manual: influência no design ergonômico de instrumentos manuais: um estudo com tesouras de poda. 289p. Tese de doutorado. FAAC UNESP. Bauru, 2014.

COSTA, P. O design de customização das cadeiras de rodas. 257 p. Tese de doutorado. Faculdade de arquitetura. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2012.

COSTA, V. Representações sociais da cadeira de rodas na lesão da medula espinhal: de Equipamento indispensável à expressão de autonomia. Tesis Doctoral. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

HOGETOP, L; SANTA ROSA, L. Tecnologias assistivas: viabilizando a acessibilidade ao potencial individual. Informática na educação: teoria & prática, v. 5, n. 2, 2002.

LANUTTI, J.N.L. A influência da função simbólica dos produtos de uso cotidiano na percepção e no esforço biomecânico: parâmetros para o design ergonômico.

120 p. Tese de mestrado. FAAC UNESP. Bauru, 2014.

MANZINI, E. J. Tecnologia assistiva para educação: recursos pedagógicos adaptados. Ensaios pedagógicos: construindo escolas inclusivas. Brasília: SEESP/MEC, p. 82-86, 2005.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Relatório mundial sobre a deficiência. São Paulo: Lingüísticos, p. 5-29, 2011.

VAES, K. Product stigmaticity: understanding, measuring and managing product related stigma. Universiteit Antwerpen (Belgium), 2014.

VASQUÉZ, M. M.; PASCHOARELLI, L.C. Avaliação de percepção de cadeira de rodas: Tecnologia Assistiva e Design Ergonômico. In: Medola, F. O. e Luis Carlos Paschoarelli. (Org.). Tecnologia Assistiva: Pesquisa e Conhecimento - I. Bauru: Canal 6, 2018, v. 1, p. 255-263.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, et al. Pautas para el suministro de sillas de ruedas manuales en entornos de menores recursos. 2008

ANÁLISE DE DIFERENTES MODELOS DE CR POR MEIO DE LEITURA FACIAL DE EMOÇÕES

LANUTTI, Jamille N. Lima¹
PEREIRA, Douglas Daniel²
MEDOLA, Fausto Orsi³
PASCHOARELLI, Luis Carlos⁴

RESUMO

A pessoa com deficiência é socialmente caracterizada por suas limitações e pelos dispositivos assistivos. Em especial a CR é uma Tecnologia Assistiva vista como socialmente limitante. Isto pode influenciar a experiência emocional com estes produtos. Este estudo buscou conhecer e quantificar a emoção gerada em usuários de CR, analisando diferentes modelos. Foi realizado com a participação de 20 usuários de CR, que fizeram a análise emocional por meio de uma ferramenta fisiológica de leitura facial de emoção, o

1 Pós graduação em Design, UNESP, jamille_lanutti@hotmail.com

2 Pós graduação em Design, UNESP, dougdanielpereira@gmail.com

3 Departamento de Design, UNESP, fausto.medola@faac.unesp.br

4 Departamento de Design, UNESP, paschoarelli@faac.unesp.br
Correspondência: Av. Eng Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01, Vargem Limpa, Bauru, SP, Brasil, 17033-360

FaceReader. Assim, foi possível qualificar e quantificar a emoção desses usuários, e observar a importância de suas experiências anteriores para a interação.

Palavras-chave: Design, Design Emocional, Leitura Facial, Cadeira de Rodas.

ABSTRACT

The person with disabilities is socially characterized by his limitations and assistive technologies. In particular, it is an assistive technology seen as socially limiting. This can influence the emotional experience with these products. This study sought to know and quantify the emotion generated in Wheelchair users by analyzing the different models. It was performed with the participation of 20 users of Wheelchair, who did an emotional analysis of the medium of a physiological facial reading tool of emotion, the FaceReader. Thus, it was possible to qualify and quantify the discussion of users, and to note the importance of their previous experience for the interaction.

Keywords: Design, Design Emocional, Facial Reading, Wheelchair.

1. INTRODUÇÃO

A interação com os objetos da vida diária e os significados e as emoções decorrentes dessas interações tem sido de grande interesse para o Design, uma vez que cada vez mais o mercado oferece produtos com tecnologias semelhantes e possibilidades de interação que são efetivas, os aspectos emocionais são também decisivos no momento da compra (DESMET, 2005).

Todavia, para o Design, os aspectos emocionais vão além da competitividade mercadológica, pois se sabe que “as coisas atrativas funcionam melhor” (NORMAN, 2008, p.14). Para Norman (2008), trata-se da competência emocional dos objetos, que são capazes de proporcionar experiências prazerosas e estabelecer relações emocionais com seus usuários, e que, portanto, moderam a interação.

Embora a emoção seja resultado de um processo pessoal, muitos dos sentimentos e expectativas relacionados aos objetos são parte de um código estabelecido socialmente. Neste contexto, destaca-se o papel do Design Emocional como forma de auxiliar as interações com objetos estigmatizados, como as Tecnologias Assistivas (TAs).

A Cadeira de Rodas (CR), por exemplo, “é uma das, se não a maior evidência de uma debilidade física” (Alves e Ball, 2004), mas embora na maioria das vezes sejam apenas aspectos físicos, acabam comprometendo a capacidade de socialização dos usuários.

Dessa forma, embora a TA possibilite independência ao usuário, para que atue no mundo em igualdade de condições (Maia et al., 2010), pode se tornar um fator de segregação.

Bates (1993) afirma que a adaptação ao uso de CR tem componentes pragmáticos, mas também emocionais, que ocorrem em fases ora atenuantes de resistência e ora de neutralidade. Neste sentido, não se pode esquecer que a PcD (Pessoa com Deficiência) possui necessidades de autonomia e pertencimento, e estas necessidades são, quase sempre, influenciadas e modificadas pela TA (MAIA et al., 2010). E isto influencia as respostas emocionais que os sujeitos dão as TAs.

Estudo tem sido realizado com objetivo de conhecer a emoção resultante da interação com a CR, com usuário ou não, e fazendo uso de diversas ferramentas (MORDAK et al., 2017; SCHERER, 2002; COSTA e MOREIRA DA SILVA, 2012; DESMET e DIJKHUIS, 2003; CARNEIRO et al., 2015). Contudo, a maioria desses estudos tem utilizado ferramentas verbais e não verbais em detrimento de análises que utilizem ferramentas de análise fisiológica.

Dessa forma e, por meio do Design Emocional, este trabalho tem como objetivo testar, conhecer e quantificar a emoção gerada em usuários de CR utilizando o FaceReader®, uma ferramenta fisiológica, a fim de compreender a percepção emocional decorrente da aparência da TA para seus usuários.

Leitura Facial de Emoções

Charles Darwin estudou a expressão das emoções humanas e concluiu que tinham vestígios antigos de estágios da evolução, e destacou a emoção como parte do todo que é o homem, ao estudá-las do ponto de vista funcional (LEDOUX, 2001).

Na atualidade a Ergonomia tem valorizado o estudo das emoções ao relacioná-las à cognição, pois segundo Iida (2016, p.267) “emoção e cognição interagem continuamente, contribuindo para controlar os raciocínios e os comportamentos”. Ao passo que, a Ergonomia compreende que “ao examinar os aspectos físicos de um produto (forma, estrutura e função prática), as pessoas sentem uma reação emocional, imediatamente” (IIDA, 2016, p.267).

Contudo, embora aja uma valorização cada vez maior dos aspectos emocionais, ainda pouco se sabe sobre como as pessoas respondem emocionalmente aos produtos e que aspectos de um produto dão início a uma reação emocional” (DESMET E HEKKERT, 2002).

Caracterizar a experiência do usuário com o produto, e as emoções decorrentes dela é extremamente difícil devido aos filtros sociais, culturais e pessoais presentes na interação. E ferramentas e métodos baseados em teorias advindas de outros campos do conhecimento, como a psicologia e o marketing, têm sido utilizados (BUCCINI e PADOVANI, 2005).

“Pode-se dizer que as ferramentas que medem a emoção no design, são categorizadas em três grupos: verbais, não-verbais ou fisiológicas” (SCHLEMMER, 2012; REIJNEVELD et.al., 2003). E para este estudo destacar-se-á as ferramentas ‘fisiológicas’, que

Reijneveld et.al. (2003) descrevem como sendo aquelas que compreendem instrumentos que medem as reações corporais associadas à emoção. E que podem ser medidas por um conjunto diversificado de técnicas e instrumentos, como: a medição da pressão sanguínea, respostas da pele, análise da fala, a expressão facial e também por ondas cerebrais.

Um exemplo de ferramenta utilizada para medir respostas fisiológicas, é a eletromiografia facial usada por Boxtel (2010) para identificar através de sinais específicos dos músculos faciais as reações emocionais.

Estudos sobre o trabalho intrínseco dos músculos faciais e sua importância no comportamento facial estão entre algumas das pesquisas atuais realizadas neste campo (CAICEDO, 2006). Ekman (1994), baseado na ideia de emoções universais e expressões faciais emocionais, proposta do Darwin, sugeriu a ideia de que existem convenções para estas expressões. Em estudos mais recentes este mesmo autor propôs que, embora as expressões faciais estejam submetidas às regras e costumes sociais, isso não significa que as expressões não sejam inatas, o ser humano só aprende como e onde exibi-las (EKMAN, 2011).

Ekman e Friesen (1975) desenvolveram uma taxonomia para caracterizar todas as expressões faciais imagináveis. Eles chamaram de ‘Sistema de Codificação de Ação Facial’ (FACS), e caracterizaram os movimentos faciais em ‘Unidades de Ação’ (AU), relatando haver 44 UAs com a quais expressões faciais podem ser descritas (TRUONG et al., 2007). E recentemente, desenvolveram o FACS *Affect Interpretation Dictionary* (FACSAID) para especificar a relação entre ações faciais e respostas emocionais (EKMAN et al., 2002).

Atualmente existe alguns softwares que utilizam o FACS, como *AffectivaAffdex*®, *QSensor*® e o *FaceReader*®, desenvolvido pela *VicarVision*® e *Noldus Information Technology*® (DEN UYL e VAN KUILENBURG, 2005). Esta ferramenta, baseada na FACS, pode reconhecer as expressões faciais e distinguir seis emoções básicas

mais a neutra – feliz, irritado, triste, surpreso, assustado, desgostoso – por meio de duas dimensões – a valência (positiva para negativa) e a excitação (repouso para excitação) (GOLDBERG, 2012).

Den Uyl e Van Kuilenburg (2005) e Terzis et al. (2010) testaram a eficácia do FaceReader em estudos diversos e apontaram que o sistema possui precisão de mais de 87%. Zaman e Shrimpton-Smith (2006) realizou estudo de avaliação de interface digital usando o FaceReader e mais duas ferramentas e atestaram sua eficácia, mas recomendaram a combinação do software com outros métodos, pois observaram registros de comportamento irritado quando os usuários do teste pareciam estar concentrados ou sérios. Truong et al. (2007) e Staiano et al. (2012) também utilizaram o FaceReader em estudos de diferentes naturezas e apontaram restrições relacionadas à iluminação ou à confusão de fundo, que podem afetar a análise. Mas, segundo a Noldus®, o FaceReader tem sido aplicado para avaliação em áreas diversas, com publicações relacionadas ao comportamento, ao marketing, a psicologia, a pesquisa educacional, a pesquisa de jogos e também da dor (NOLDUS, 2017).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Questões Ética e Amostragem

Por ter envolvido procedimentos experimentais com seres humanos este estudo foi submetido e aprovado no Comitê de Ética e Pesquisa da FAAC/ UNESP - Bauru (CAAE 59717916.5.0000.5663).

Os critérios de inclusão para o presente estudo foram: usuários de CR, adultos, com a percepção cognitiva preservada e pleno controle nos membros superiores; e como critérios de exclusão: participantes não alfabetizados e sem tônus muscular do tronco.

Dessa forma, o estudo contou com 20 participantes usuários de CR, 10 do gênero masculino e 10 do gênero feminino (idade média

de 41,76 anos e dp. 11,34), todos residentes em Bauru e região, tendo como base estudos com TA realizados no Laboratório de Ergonomia e Interfaces da Unesp, nos quais observaram-se respostas consistentes com 5 e 10 usuários por grupos de avaliação (LANUTTI et al., 2015; LANUTTI et al., 2016, VÁSQUEZ et al., 2015). Portanto, vê-se que estudos ergonômicos experimentais, diferentes de estudos epidemiológicos, não se caracterizam por grandes amostras, mas sim por amostras representativas das variáveis que se pretende estudar.

2.2. Objetos de estudo

Com objetivo de conseguir identificar as diferentes percepções entre objetos com características formais distintas, selecionou-se quatro modelos de CRs de propulsão manual para fazer parte do processo de avaliação perceptiva (figura 1).

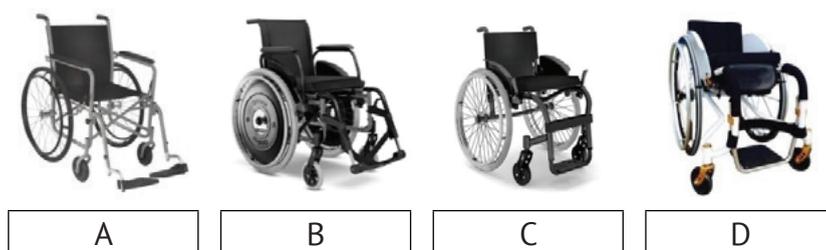


Figura 1. Modelos de CR avaliados.

Fonte: Ortometal (2017), Ortobras (2017), Jumper (2017)

A **CR A** – Modelo 132 da Marca Ortometal (figura 1A), a mais antiga no mercado nacional. Dobrável com estrutura em aço carbono, assento e encosto em poliéster, apoios de pés tubular retráteis e apoio de braços fixos (figura 1a).

A **CR B** – Modelo AVD da marca Ortobras (figura 1B), empresa líder de mercado com slogan “a vida não para”. Essa CR é dobrável

com estrutura em alumínio, assento e encosto estofado em nylon acolchoado, apoios de pés desmontável e apoio de braços rebatível (figura 1b).

A CR C – Modelo StarLite da marca Ortobras (figura 1C), essa CR Monobloco com estrutura em alumínio, assento rígido e encosto flexível, apoios de pés em forma de U com plataforma, sem apoio de braços e com protetor de roupa em nylon com abas (figura 1c).

A CR D – Modelo Le Parkour da marca Jumper (figura 1D), uma empresa que oferece CRs voltadas para atividades esportivas que podem ser customizadas. Esta CR Monobloco com estrutura em alumínio rígido e colorido, assento e encosto ajustável por velcro, apoios de pés em forma de U com plataforma, sem apoio de braços e com protetor de roupa em nylon com abas (figura 1d).

2.3 Ferramenta

Para realizar avaliação de ‘percepção emocional’ com uso de uma ferramenta fisiológica selecionou-se a ferramenta de leitura de emoção facial FaceReader, e para aplicação dessa ferramenta foram produzidos vídeos com os quatro modelos de CRs, onde um usuário de CR realizou um mesmo percurso (figura 2) com todos os modelos.

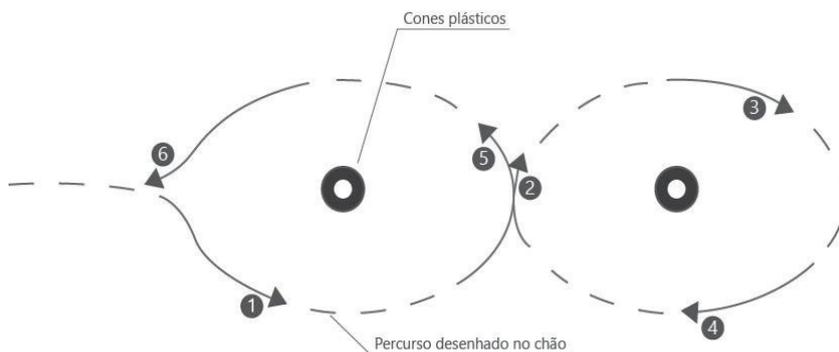


Figura 2. Percurso desenhado no chão para realização do vídeo
Fonte: Do autor.

Com objetivo de dar maior destaque a CR, o rosto da pessoa que realizou a atividade foi desfocado (figura 3) e para a coleta os vídeos foram editados com os diferentes modelos de CR apresentados de forma randomizadas, ou seja, em ordens diferentes para evitar qualquer viés.

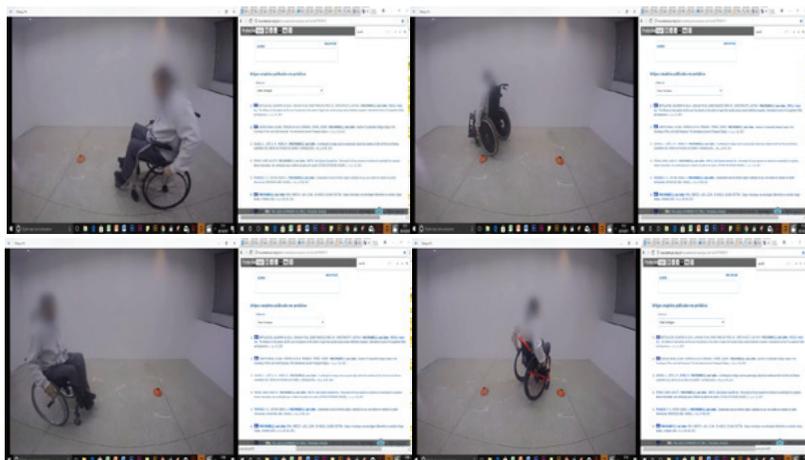


Figura 3. Vídeo com trajeto sendo percorrido com os quatro modelos de CRs.

Fonte: Do autor

Os vídeos foram apresentados aos participantes, com pedido de que apenas observassem, enquanto – com auxílio do software Camtasia 9® – o monitor com o vídeo sendo exibido e o rosto dos participantes eram filmados (figura 4). Assim a análise por meio de FaceReader foi realizada posteriormente.



Figura 4. Exemplo de como o vídeo para análise no FaceReader foi capturado.
Fonte: Do autor.

2.4 Procedimentos de coleta

A coleta de dados foi realizada na Sorri Bauru e para facilitar a mobilidade dentro da instituição, os equipamentos se resumiam a um computador notebook. Assim, com duração média de 5 minutos, a coleta de dados se iniciava com a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o preenchimento dos protocolos de caracterização da amostra e em seguida, com o Camtasia9® aberto, o vídeo com os quatro modelos de CR era exibido.

2.5 Análise dos dados

A análise dos resultados do FaceReader® foram realizadas no próprio software, para isso cada um dos participantes do estudo teve seus dados previamente cadastrados. Além disso, para análise da emoção decorrente da visualização dos diferentes modelos de CR, o software permite a criação de intervalos na linha do vídeo,

assim o primeiro intervalo diz respeito ao tempo que a CR A foi exibida ao sujeito, a segundo refere-se a CR B, e assim consecutivamente com as CRs C e D. Dessa forma, o software realiza essa análise por meio da comparação dos dados das intensidades das emoções lidas nestes intervalos para cada sujeito. Os resultados são apresentados de forma descritiva (média e desvio padrão); e por meio de teste de hipóteses, teste T de Student ($p \leq 0.05$) – determinado pelo próprio software.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O FaceReader é uma ferramenta de leitura facial da emoção e, portanto, permitiu a validação da percepção emocional dos participantes tendo como estímulo os diferentes modelos de CRs. Para melhor apreensão dos resultados, na figura 5 foram destacadas as maiores e as menores médias das emoções faciais obtidas no FaceReader.

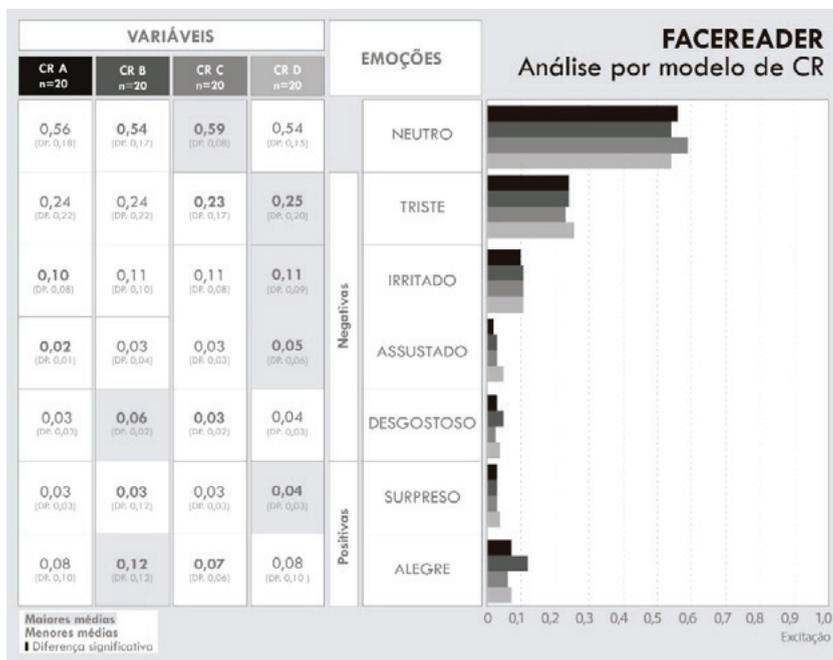


Figura 5– Médias, desvio padrão, resultados de testes estatísticos ($p \leq 0,05$) e gráfico do FaceReader para análise por diferentes modelos de CR.

Fonte: Do autor.

O gráfico (figura 5) demonstra que, de maneira geral, a reação emocional que ocorreu com maior intensidade foi a ‘Neutra’, seguida pelas emoções ‘Triste’, ‘Irritado’ e ‘Alegre’. Contudo destaca-se que, de maneira geral as emoções ‘Neutra e ‘Irritado’ foram atribuídas muitas vezes em que a pessoa se concentrava mais para observar as imagens, o que corroborava com Zaman e Shrimpton-Smith (2006) e Terzis et al. (2010), que discutiram que muitas vezes o FaceReader mediu a emoção irritada simultaneamente com uma Neutra, mas a neutralidade foi a única emoção confirmada pelos pesquisadores, pois para eles a expressão de irritação foram lidas quando os participantes estavam concentrados no que observavam.

Destaca-se a **CR B**, que obteve as menores médias de leituras faciais para as emoções ‘Neutro’ e ‘Surpreso’, e as maiores médias

para as emoções ‘Desgostosos’ e ‘Alegre’. E a **CR D** obteve as maiores médias nas emoções ‘Triste’, ‘Irritado’, ‘Assustado’ e ‘Surpreso’, e foi esta a CR sobre a qual os participantes mais fizeram observações, quase sempre positivas, expressando surpresa quanto sua forma ou suas cores, relatando já terem visto uma CR igual ou demonstrando pesar por ser esta uma CR que gostariam de ter.

Neste contexto, é importante relatar que, embora tenha sido pedido que os sujeitos apenas observassem o vídeo, a grande maioria fez comentários sobre suas impressões e suas experiências ao reconhecerem os diferentes modelos de CR. Assim, destaca-se que muitos dos usuários veem a CR como uma possibilidade de serem ativos, em expressões como *“Foi a primeira CR que usei quando sai do hospital. Era ruim, mas pelo menos não estava na cama”* ou *“Foi com uma dessas que eu voltei a viver”*. A grande maioria dos usuários demonstrou o vínculo criado com a CR, em relatos como *“Uma cadeira como esta foi minhas pernas durante muito tempo”* ou *“Essa cadeira é igual a minha, mas a minha já faz parte de mim, né?”*. Mas quase todos demonstraram ter consciência de que se trata de um objeto que pode ser limitador pelas barreiras físicas e sociais, em falas como *“Essa é bonita, mas não diminui as dificuldades”* ou *“Eu queria uma dessas monobloco, quem sabe assim as pessoas me olhassem sem ter dó”*.

Vê-se, portanto, o que Norman (2008) chamou de ‘competência emocional dos objetos’, que são capazes de proporcionar experiências prazerosas e estabelecer relações emocionais com seus usuários, e que para o autor, moderam a interação. E que para Damásio (2000) trata das experiências pessoais dos sujeitos, que influencia a formação das emoções decorrentes da interação.

Segundo Desmet e Dijkhuis (2003) “mais interessante do que descobrir quais emoções particulares são evocadas por um conjunto de estímulos, é entender por que esses estímulos evocam essas emoções particulares”, sendo assim é importante compreender que

características dos diferentes modelos de CR podem ter evocado diferentes percepções.

A ferramenta FaceReader permite observar uma mistura de preocupações ou interesses dos usuários. Por exemplo, a **CR B** obteve as maiores médias da leitura facial das emoções ‘Alegre’ e ‘Desgostoso’ ao mesmo tempo. Ao que se observa que se trata da CR que 7 dos participantes do estudo utilizam no dia a dia e que mais 2 participantes relataram já ter utilizado este modelo por um período.

Neste sentido, permite observar que a percepção e as emoções estão permeadas pelas experiências anteriores dos usuários. Esta ideia corrobora Desmet e Dijkhuis (2003) ao afirmarem que “o impacto emocional de usar a cadeira de rodas é pelo menos tão importante quanto o impacto da aparência”.

Com relação a **CR D** as “emoções mistas” (DESMET e DIJKHUIS, 2003) evocadas também são bastante aparentes, pois ao mesmo tempo que foi considerada a mais ‘Positivamente surpreendente’ ela também obteve as maiores médias da leitura facial para as emoções ‘Triste’ e ‘Irritado’. Esta CR se diferencia das demais nos atributos relacionados a aparência, além de estar atrelada ao conceito de customização, por apresentar cor e outros elementos de estilo. Logo, foi percebida como diferente do que é visto usualmente, e como objeto de desejo, que pode não estar ao alcance de todos por fatores fisiológicos do usuário ou por fatores financeiros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou conhecer a percepção emocional dos usuários decorrente da aparência da TA, a partir da análise de diferentes modelos de dispositivos. Além de verificar a eficácia da ferramenta de análise fisiológica de emoção facial, FaceReader. E, embora não tenha diferenças significativas entre as emoções

medidas para os diferentes modelos de CR, pode-se observar que as médias de percepção emocional são pertinentes com os comentários feitos ao longo das observações, e que as experiências anteriores dos usuários e as diferentes composições formais dos modelos de CR tiveram influência nas percepções medidas com o FaceReader.

Quanto aos aspectos metodológicos, este estudo encontrou dificuldades no que diz respeito as dificuldades com o software, pois houve dificuldade de leitura facial do FaceReader® devido a iluminação excessiva em algumas horas do dia, com participantes com pouco controle de tronco e também com relação a emoção irritado pois, conforme já relatado, na maioria das vezes que essa emoção foi lida pelo software os usuários aparentavam estar concentrados no que observavam.

Reflete-se a importância da atuação do Design para aprimorar TAs, o que poderia permitir a PcD o acesso a objetos com elementos de sua própria personalidade e que lhes sejam agradáveis, o que poderia aproximar ainda mais estes dispositivos repletos de estigmas negativos dos seus usuários.

Destaca-se a relevância do Design Emocional, com suas teorias e ferramentas, para a compreensão da experiência do usuário, que podem promover emoções mais positivas por meio de atributos estéticos e simbólicos. Afinal, estes são atributos subjetivos que podem contribuir para a relação do usuário com o produto, mas também de usuário e de produto em sociedade.

Assim, por ser um produto que caracteriza quem o usa, há a necessidade de projetos de TAs com diferentes estilos formais, qualidade funcional e que ainda levem a uma experiência emocional positiva. Ou seja, gerar parâmetros que norteiem este desenvolvimento é de grande importância. Da mesma forma, é relevante conhecer que fatores influenciam na percepção emocional destes produtos, o que pode ser realizado em estudos futuros.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi desenvolvido com apoio da CAPES (Edital nº 59/2014 – PGPTA / Processo 88887.095645/2015-01); Rede de Pesquisa e Desenvolvimento e Tecnologia Assistiva – RPDTA; e Sorri Bauru, pelo espaço cedido para a coleta de dados e pelo auxílio de seus profissionais e usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATES, P.S.; SPENCER, J.C.; YOUNG, M.E.; RINTALA, D. H. Assistive Technology and the Newly Disabled Adult: Adaptation to Wheelchair Use. **The american journal of occupational therapy**. 47, November 1993, volume 47, Number 11, 1014-1021, 1993.

BOXTEL, A. V. Facial EMG as a Tool for Inferring Affective States. In: **7th International Conference on Methods and Techniques in Behavioral** (Measuring Behavior 2010), Eindhoven, p. 104-108, 2010.

BUCCINI, M.; PADOVANI, S. Métodos para mensuração de emoções no design. In: Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces, 5, 2005. **Anais do 5º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces**, Rio de Janeiro, 2005.

CAICEDO, D. G. **How do you feel? An assessment of existing tools for the measurement of Emotions and their application in consumer products research**. Delft University of Technology. Department of Industrial Design. The Netherlands, 2009.

CARNEIRO, L.; REBELO, F., FILGUEIRAS, E., NOBREGA, P. **Usability and User Experience of Technical Aids for People with Disabilities? A Preliminary Study with a Wheelchair**, *Procedia Manufacturing*, 3 (2015) 6068 – 6074. 2015.

DEN UYL, M.J.; VAN KUILENBURG, H. (2008). The FaceReader: Online Facial Expression Recognition. **Proceedings of Measuring Behavior Wageningen**, The Netherlands, August 30 - September 2, 2008, pp. 589-590, 2005.

DESMET, P.M.A.; HEKKERT, P. 'The basis of product emotions.' In: W. Green and P. Jordan (Eds.). **Pleasure with products, beyond usability** (60-68). London: Taylor & Francis.2002.

DESMET, P.M.A.; DIJKHUIS E. A wheelchair can be fun: a case of emotion-driven design. In **Proceedings of The International Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces**, June 23-26, Pittsburgh, Pennsylvania, USA. The Association for Computing Machinery. 2003.

DESMET, P. **Measuring emotion: development and application of an instrument to measure emotional responses to products**. In: BLYTHE, M. A., et al. *Funology: From Usability to Enjoyment* (Human-Computer Interaction Series). New York: Kluwer Academic Publishers, p. 111-123, 2004.

EKMAN, P.; FRIESEN, W. Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement. **Consulting Psychologists Press**, 1975.

EKMAN, P. Strong evidence for universals in facial expressions: a reply to Russell's mistaken critique. **Psychological Bulletin**, nº 115, vol. 2, P. 268-287. 1994.

EKMAN, P.; FRIESEN, W.V.; HAGER, J.C. **The Facial Action Coding System**. Weidenfeld & Nicolson, London. 2002.

EKMAN, P. **A linguagem das emoções: revolucione sua comunicação e seus relacionamentos reconhecendo todas as expressões das pessoas ao seu redor**. 7ª edição. Tradução: Carlos Szlak. São Paulo: Lua de Papel, 2011.

GOLDBERG, J.H. Relating perceived web page complexity to emotional valence and eye movement metrics. ***Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 56th Annual Meeting***, 501-505. 2012.

IIDA, I.; GUIMAAÃES, L.B.M. **Ergonomia: projeto e produção**.3.ed.São Paulo: Blucher, 2016.

LANUTTI, J.N.L.; MEDOLA, F.O.; GONÇALVES, D.D.; SILVA, L.M. DA, NICHOLL, A.R.J., PASCHOARELLI, L.C. The significance of manual wheelchairs: a comparative study on male and female users. ***Procedia Manufacturing*** 3 (2015) 6079 – 6085. 2015.

LANUTTI, J.N.L.; MATTOS,L.M.; ALVES,A.L.; MEDOLA, PASCHOARELLI, L.C. Tecnologia assistiva e estigma: aplicação de DS em muletas axilares. In. **Anais do I Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva**, Curitiba, Brasil, 2016.

LEDOUX, J. **O cérebro emocional: os misteriosos alicerces da vida emocional**. Tradução: Terezinha Batista dos Santos. Rio de Janeiro: Objetiva, 2011.

MOKDAD, M.; MEBARKI, B.; BOUABDELLAH, L.; MOKDAD, L. I. Emotional Responses of the Disabled Towards Wheelchairs. ***Advances in Affective and Pleasurable Design***, pp.86-96, 2017.

NOLDUS, Noldus Information Technology. **Selected publications**. Disponível em: <http://www.noldus.com/facereader/selected-publications>, Acesso em: jun. de 2017.

NORMAN, D. A. **Design Emocional: por que Adoramos (ou Detestamos) os Objetos do Dia-a-dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2008.

REIJNEVELD, K.; DE LOOZE, M.; KRAUSE, F.; DESMET, P. Measuring the Emotions Elicited by Office Chairs. **International conference on designing pleasurable products and interfaces – Pittsburgh**. Nova York: ACM Press, 2003. p. 6-10. 2003.

SCHLEMMER, A. A emoção no design: uma discussão sobre as práticas e abordagens. **2º GAMPI PLURAL**, 2012, Univille, Joinville, SC. 2012.

STAIANO, J.; MENENDEZ, M.; BATTOCCHI, A.; DE ANGELI, A.; SEBE, N. UX_Mate: from facial expressions to UX evaluation. **Proceedings of the Designing Interactive Systems Conference**, 741-750.2012.

TERZIS, V.; MORIDIS, C.N.; ECONOMIDES, A.A. Measuring Instant Emotions During a Self-Assessment Test: The Use of FaceReader. **Proceedings of Measuring Behavior 2010** (Eindhoven, The Netherlands, August 24-27, 2010) 192-195. 2010.

TRUONG, K.P. Unobtrusive multimodal emotion detection in adaptive interfaces. Speech and facial expressions. D.D. Schmorow, L.M. Reeves (Eds.): **Augmented Cognition**, HCII 2007, LNAI 4565, pp. 354-363, 2007.

VASQUEZ, M.M.; MATTOS, L.M.; LANUTTI, J.N.L.; MEDOLA, F.O.; PASCHOARELLI, L.C. AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO ESTÉTICA, SIMBÓLICA E DE USO DE CADEIRAS DE RODAS MANUAIS. In: **Anais do Idemi 2015**. Fourth International Conference on Integration of Design, Engineering and Management for innovation. Florianópolis, SC, 2015.

ZAMAN, B.; SHRIMPTON-SMITH, T. The FaceReader: Measuring instant fun of use. **NordiCHI 2006**, 14-16 October 2006.

CONTRIBUIÇÕES DA DIGITALIZAÇÃO 3D PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA.

SIERRA, Isabella de Souza¹
OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro²
CATAPAN, Marcio Fontana³

RESUMO

A digitalização 3D consiste na captura de uma forma tridimensional real que pode ser representada virtualmente observando-se os atributos reais. Essa característica a torna essencial no âmbito de desenvolvimento de Tecnologia Assistiva (TA), visto que se tratam de produtos altamente especializados, morfológicamente dependentes e geralmente criados para atender necessidades urgentes. Assim, mapearam-se as contribuições da digitalização 3D para o desenvolvimento de TA: Adequação morfológica e ergonômica; Acurácia dimensional; Design baseado em modelos representativos; Acompanhamento do perfil morfológico; Acessibilidade,

1 Departamento de Design, UFPR, isa.dss@gmail.com

2 Departamentos de Design e Engenharia Mecânica, UFPR, lucia.demec@ufpr.br

3 Departamentos de Design, Expressão Gráfica e Engenharia Mecânica, UFPR, marciocatapan@gmail.com

Correspondência: Rua Hipotética, 000, Bairro, Cidade, Estado, País, 10000-000

rapidez e custo; Customização; Customização em massa; Validação de conceito e pré-teste; Design inclusivo; e Adequação estética.

Palavras-chave: digitalização 3D, tecnologia assistiva, design de produto.

ABSTRACT

3D scanning consists of capturing a three-dimensional shape that can be represented virtually observing its actual attributes. These characteristics make it essential to the development of Assistive Technology (AT), since they are highly specialized products, morphologically dependent and usually created to meet urgent needs. Thus, the contributions of the 3D digitization to AT development were mapped: Morphological and ergonomic adaptation; Size accuracy; Design based on representative models; Follow-up of the morphological profile; Accessibility, speed and cost; Customization; Mass customization; Concept validation and pre-test; Inclusive Design; and Aesthetic adequacy.

Key-words: 3D scanning, assistive technology, product design.

1. INTRODUÇÃO

O surgimento, e especialmente a popularização, de novas tecnologias, favorece a criação de novos contextos que alteram os modos de fazer (OXMAN, 2015). No desenvolvimento de produtos, as novas tecnologias disponíveis, contribuem diretamente nas questões relativas ao processo criativo e produtivo, alterando o ciclo de vida e projetual e possibilitando a criação de produtos que poderiam ser considerados “impossíveis”, ou inatingíveis, devido a restrições

monetárias e/ou produtivas (DINGMAN, 2015; KIETZMANN, PITT e BERTHON, 2015). Dentre as principais utilizadas na elaboração de produtos estão os escâneres e as impressoras 3D. Esses permitem a rápida captura e reprodução de geometrias orgânicas, complexas e dimensionalmente exatas, viabilizando a criação de produtos altamente adaptados e especializados (MARKIEWICZ et al., 2017; GOYANES et al., 2016; WANG, CHOI e MEDIONI, 2012).

Os dispositivos de Tecnologia Assistiva (TA), são bons exemplos de produtos que são beneficiados pelo uso dessas novas tecnologias (BUEHLER et al., 2016; CRYTZER et al., 2016; LUNSFORD et al., 2016; MCDONALD et al., 2016; COSTA et al., 2015). São desenvolvidos para prover assistência às pessoas com deficiência e com mobilidade reduzida, permitindo, ou facilitando a realização de atividades, contribuindo para um posicionamento adequado, para a mobilidade, para o acesso e para a comunicação (BRASIL, 2015; COOK e POLGAR, 2015; BERSCH, 2008). Tendo em vista essas características, os dispositivos devem ser produzidos de maneira individualizada ou serem customizáveis (SIERRA, 2017; PULLIN, 2009). Ainda mais, as características das novas tecnologias as tornam essenciais no âmbito da elaboração de TA, visto que se tratam de produtos altamente especializados, morfológicamente dependentes e, por isso, de produção individual (MORAES et al. 2018). Somado a isso, são geralmente prescritos para atender necessidades urgentes, pois, se não utilizados, mesmo por um curto tempo, podem causar consequências duradouras (BELL et al., 2009; HSU, MICHAEL e FISK, 2008).

Apesar da dificuldade em desatrelar as tecnologias, de digitalização e impressão 3D, no projeto as contribuições geradas por ambas são diversas. Neste são mapeadas as contribuições da digitalização 3D para o desenvolvimento de recursos de TA. As contribuições mapeadas são divididas em: 1. Adequação morfológica e ergonômica; 2. Acurácia dimensional; 3. Design baseado em modelos representativos; 4. Acompanhamento do perfil morfológico; 5.

Acessibilidade, rapidez e custo; 6. Customização; 7. Customização em massa; 8. Validação de conceito e pré-teste; 9. Design inclusivo; e 10. Adequação estética.

As contribuições são discutidas após uma breve apresentação da tecnologia de digitalização 3D e de sua relação com o processo de desenvolvimento de produtos. Adicionando-se um último item ainda para abordar os contrapontos e questões desfavoráveis da digitalização 3D.

2. DIGITALIZAÇÃO 3D

A digitalização 3D consiste na captura de uma morfologia real a partir do mapeamento de pontos arbitrários contidos na superfície e subsequente processamento desses pontos para construção de uma “nuvem de pontos” a qual pode ser representada virtualmente de maneira tridimensional observando as mesmas características da forma real (WANG, CHOI e MEDIONI, 2012). Dessa maneira a tecnologia permite o trabalho virtual com a forma 3D sem a necessidade de acesso direto ao usuário uma vez que foi previamente digitalizado. Para a realização do escaneamento, no geral, as tecnologias utilizam-se de emissão de um sinal luminoso para a captura de pontos em uma superfície por meio de triangulação. A coleta repetida desses pontos é registrada a partir de coordenadas e assim obtêm-se a forma 3D virtual (HEYMSFIELD et al., 2018). As principais tecnologias de escaneamento 3D são (MARKIEWICZ et al., 2017; FOURIE et al. 2011):

- Fotogrametria: captura de fotografias no entorno do sujeito para criação dos pontos a partir da sobreposição e triangulação dos pontos de cada uma das fotos.
- Luz estruturada: emissão de luz em padrões preestabelecidos para captura dos pontos onde a luz se deforma ao entrar em contato com o objeto. Pode utilizar-se de luz visível

branca, azul, infravermelha, laser, entre outras, dependendo do equipamento.

- Braço mecânico: utilização de um sensor de toque ao final de um braço mecânico, para a captura dos pontos manualmente.
- Varredura por laser: emissão de feixes de laser e triangulação do tempo que levam e variação da localização ao voltar para o equipamento.

Percebe-se que apesar das tecnologias divergirem, cumprem a mesma função do registro dos pontos no espaço para posterior representação tridimensional. Além da tecnologia de escaneamento, outras questões são relevantes para a escolha do equipamento como: requisitos de funcionamento (EBRAHIM, 2014), qualidade da imagem obtida (FOURIE et al., 2011), tempo de escaneamento (SIMS et al., 2012), tempo de processamento (MARKIEWICZ et al., 2017), acessibilidade e custo (GUIDI et al., 2016). Os requisitos de funcionamento estão relacionados com a necessidade ou não de colocar elementos de reconhecimento, conhecidos como targets, necessários para a localização no espaço de alguns equipamentos, especialmente os a laser (EBRAHIM, 2014).

Outros dois fatores que afetam a seleção do equipamento e que estão atrelados são a qualidade final de imagem e o tempo de captura. O tempo, não necessariamente está relacionado com a qualidade da imagem, no entanto, os equipamentos por varredura a laser que levam mais tempo para o escaneamento, geram formas 3D de melhor qualidade (GUIDI et al., 2016; FOURIE et al., 2011). Por outro lado, os equipamentos que levam menos tempo para realizar o escaneamento, tem vantagem na coleta de morfologias corporais visto que quanto maior o tempo de coleta maior a probabilidade de o sujeito sendo escaneado mexer-se, afetando a qualidade dimensional da coleta (SIMS et al., 2012).

Por fim, o acesso e custo dos equipamentos também são fatores relevantes. Os equipamentos mais caros, no geral, são também os que fornecem melhor qualidade (REDAELLI et al., 2018). No entanto, são dificilmente acessíveis em contextos clínicos e de projeto de produto inviabilizando seu uso. Assim, leva-se em consideração o custo-benefício e acesso quando selecionando um equipamento para o escaneamento 3D. Os mais acessíveis são conhecidos como escâneres de baixo custo e são amplamente utilizados para produtos de TA (REDAELLI et al., 2018; GUIDI et al., 2016; COSTA et al., 2015).

3. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS COM DIGITALIZAÇÃO 3D

Pode-se apresentar as interações entre a tecnologia de digitalização 3D e a prática projetual (Figura 1) quanto utilizadas concomitantemente.



Figura 1. Interação da digitalização 3D com a prática de desenvolvimento de produtos.

O método se inicia com a identificação das necessidades do usuário e a captura da morfologia a partir de escaneamento 3D (MORAES et al. 2018; GOYANES et al., 2016). Em seguida, no processo de geração de alternativas de solução é feita a experimentação das alternativas por meio de simulação (KAKLANIS, STAVROPOULOS e TZOVARAS, 2015; WALLER et al., 2015). Definida a alternativa final, utilizam-se as morfologias e antropometria do usuário digitalizado (HEYMSFIELD et al., 2018;

LUNSFORD et al., 2016). Ao serem feitos os testes pode-se reutilizar um modelo digitalizado já existente ou realizar uma nova captura dependendo das necessidades do projeto. Ao final, obtém-se um produto rapidamente desenvolvido e com garantia dimensional (CRYTZER et al., 2016; COSTA et al., 2015), especialmente se atrelado à impressão 3D (KIETZMANN, PITT e BERTHON, 2015).

No desenvolvimento assistido por digitalização 3D, existem duas principais questões que afetam e garantem a qualidade final do produto. A captura, ou escaneamento 3D, e o tratamento do modelo tridimensional (HEYMSFIELD et al., 2018; MARKIEWICZ et al., 2017). A captura pode ser feita de maneira direta ou indireta. Na maneira direta coloca-se o sujeito em frente ao equipamento que se realiza o escaneamento e é feita a digitalização diretamente (WANG, CHOI e MEDIONI, 2012). Para o segundo caso, de maneira indireta, a morfologia corporal é retirada por meio de ataduras gessadas ou de conformadores diversos e então essa geometria é escaneada (MORAES et al. 2018). Isso é feito para alguns casos onde o sujeito não consegue manter-se na posição necessária pelo período de tempo requerido pelo escâner de escolha dos projetistas (SIMS et al., 2012). Para os dois casos é indispensável a utilização de protocolos de escaneamento apropriados ao público, garantindo o bem-estar dos participantes e a qualidade da malha tridimensional obtida (BROGIN, OKIMOTO e HEEMAN, 2015).

O outro caso que é influente da qualidade do produto final é o tratamento da imagem 3D (HEYMSFIELD et al., 2018). Esta deve ser tratada de maneira que retenha as configurações formais capturadas. Visto que dependendo do escâner a qualidade da imagem é mais ou menos adequada, deve-se considerar possíveis deformidades na malha 3D. Se houver necessidade de alteração formal ou dimensional essas alterações devem ser testadas antes de serem colocadas no produto final.

4. CONTRIBUIÇÕES DA DIGITALIZAÇÃO 3D PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA

Em seguida discutem-se as principais contribuições da digitalização 3D para o desenvolvimento de TA.

4.1 Adequação morfológica e ergonômica

no que concerne a captura morfológica de pessoas com deficiência, em especial com deformidades e membros faltantes, a adequação morfológica dos produtos às suas conformações formais são ainda mais pertinentes (COOK e POLGAR, 2015). Na figura 2 estão exemplos de órteses de tórax morfológicamente adequadas elaboradas a partir de digitalização 3D.

Essa contribuição é o motivo pelo qual se consegue desenvolver órteses e próteses cada vez mais ergonomicamente adaptadas aos seus usuários (CRYTZER et al., 2016; LUNSFORD et al., 2016; COSTA et al., 2015). As conformações mais exatas também distribuem a pressão preservando a saúde e bem estar dos usuários (COOK e POLGAR, 2015).



Figura 2. Órteses de tórax desenvolvidas a partir de digitalização 3D. Fonte: <http://www.gb-w-brace.com>

4.2 Acurácia dimensional

em concomitância com a adequação morfológica, outra contribuição para o desenvolvimento de TA, é que grande parte dos equipamentos de digitalização 3D, até mesmo os de baixo custo, capturam a morfologia corporal em tamanho real (REDAELLI et al., 2018; GUIDI et al., 2016). Diminuindo o tempo de redimensionamento do produto e possibilitando a realização de medidas antropométricas (COSTA et al., 2015). Previnem-se também problemas relacionados ao uso de TA mal ajustada que podem ser nocivos para a saúde dos usuários (BELL, et al., 2009).

4.3 Design baseado em modelos representativos

As medidas antropométricas coletadas, além de poderem ser utilizadas para o desenvolvimento de produtos mais adequados, até mesmo para aqueles que não precisam da exata morfologia corporal, também podem ser utilizados em estudos antropométricos das populações de pessoas com deficiência (PAQUET e FEATHERS, 2004), auxiliando na elaboração de produtos para maiores parcelas daquela população. Além da adequação de tabelas de medidas para populações específicas, podem-se criar bancos de dados onde estejam disponíveis os sujeitos escaneados, permitindo o desenvolvimento de produtos a partir de modelos representativos (NEWELL, et al., 2011).

4.3.1 Acompanhamento do perfil morfológico

Ainda na questão dos modelos representativos, outra contribuição é a da possibilidade da visualização da progressão do quadro clínico dos pacientes e usuários, de uma maneira holística, permitindo ainda avaliar a influência, positiva ou negativa, que teve o uso daquele produto de tecnologia assistiva por um certo período

de tempo (HEUBERGER, DOMINA e MACGILLIVRAY, 2008) como exemplificado pela figura 3.

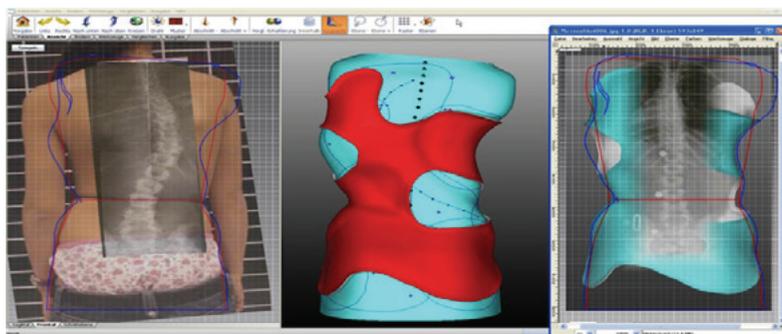


Figura 3. Influência do uso da órtese na deformidade. Fonte: <https://vorum.com/cad-cam-prosthetic-orthotic/>

4.4 Acessibilidade, rapidez e custo

com a popularização da digitalização 3D, a disponibilidade do equipamento se torna uma contribuição para a atividade de desenvolvimento de produtos (MORAES et al. 2018; MCDONALD et al., 2016). São cada vez mais acessíveis, em termos de disponibilidade, aquisição e usabilidade (REDAELLI et al., 2018; OXMAN, 2015). Isso contribui para que seus potenciais benefícios sejam massivos (BERETTA, 2011). Para a questão do escaneamento 3D, ainda, outro benefício é a menor necessidade de conhecimento técnico de modelagem virtual, pois os produtos podem ser desenvolvidos manualmente usando ferramentas conhecidas do projetista, escaneados e produzidos industrialmente (BUEHLER et al., 2016).

4.5 Customização

A customização consiste na personalização dos recursos para uma pessoa específica. No contexto da TA juntamente com o

escaneamento 3D pode ser utilizada para adaptar e personalizar produtos produzidos em massa, como por exemplo, pegas de talhe- res, utilizando como base a morfologia do usuário (REDAELLI et al., 2018; GOYANES et al., 2016).

4.5.1 Customização em massa

Uma contribuição no que se trata da customização é a possibili- dade de escalar essa atividade, conhecida como customização em massa, a partir do uso de tecnologias de digitalização disponí- veis e de mais baixo custo (GUIDI et al., 2016; BERETTA, 2011). Por exemplo, a tecnologia de escaneamento 3D está presente em alguns celulares e pode ser utilizada para a fabricação de produtos a partir da morfologia e antropometria dos usuários enviados diretamente de seus celulares. Na figura 4 há um exemplo de customização em massa de palmilhas por meio de digitalização 3D.



Figura 4. Customização em massa de palmilhas. Fonte: <https://www.caboma.com/software/>

4.6 Validação de conceito e pré-teste

outro ponto onde pode haver contribuição direta da digitaliza- ção 3D é na validação de conceitos e pré-testes por meio de simu- lações, sem a necessidade de gasto de material, e podendo realizar quantos testes quanto se fizerem necessários antes da produção efe- tiva do produto (KAKLANIS, STAVROPOULOS e TZOVARAS,

2015; WALLER et al., 2015). Neste contexto, pode-se também inserir o usuário que pode validar o conceito e verificar seu funcionamento antes da produção, quando é mais difícil a alteração do produto. A representação de uma simulação de ajuste e de uso de um fone de ouvido pode ser vista na figura 5.

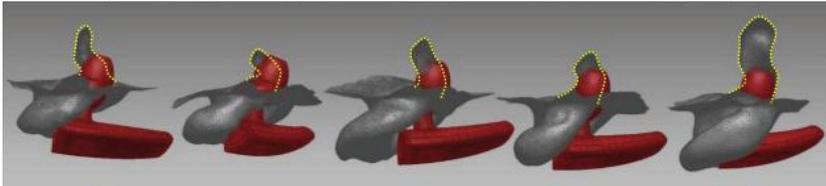


Figura 5. Simulação de ajuste e uso de fone de ouvido. Fonte: Lee (2017).

4.7 Design inclusivo

Na somatória de todas as contribuições apontadas, encontra-se que o desenvolvimento de produtos de TA, auxiliado pelo uso de digitalização tridimensional, pode enquadrar-se no conceito de desenvolvimento de produtos inclusivos, ou de design inclusivo. Trata-se da possibilidade da adaptação de produtos massivamente para adequarem-se às características de todas as pessoas, não só das pessoas com deficiência, mas também pessoas com características corporais fora das normas, em situações temporárias de deficiência e mobilidade reduzida, ou daquelas para as quais o produto não está adequado por algum outro motivo (WALLER et al., 2015; NEWELL, et al., 2011; PULLIN, 2009).

4.7.1 Adequação estética dos produtos

Ademais, tratando-se de design inclusivo, o desenvolvimento de TA que passa pelo método de desenvolvimento de produtos e que considera as características ergonômicas e funcionais do produto não deve deixar de considerar a sua função estética (TEGER et al.,

2019). Assim como argumenta Pullin (2009), ao atrelar-se estética ao design de produto assistivo, diminui-se o estigma, e consequentemente o abandono. Para isso, considera-se como benéfica a possibilidade de manipular o produto virtualmente, de maneira a gerar alternativas estéticas e que mantenham a funcionalidade do produto, fornecendo possibilidades para que o usuário escolha sua opção de preferência, como no caso da figura 6.



Figura 6. Exemplo de alteração da estética da TA mantendo a funcionalidade.

Fonte: Teger et al. (2019).

4.7 Contrapontos e pontos desfavoráveis da digitalização 3D

Os principais pontos desfavoráveis podem ser divididos em três temas: características dos equipamentos, capacidade técnica dos projetistas e regulação, regulamentação e normas. Sobre as características dos equipamentos percebe-se que apesar de haver cada vez mais qualidade e acesso aos escâneres, eles ainda são caros e complexos considerando a população em geral. Visto que são uma tecnologia bastante abrangente, em vezes não consideram as capacidades particulares do público, como por exemplo a necessidade de manterem-se em uma mesma posição por um período de tempo determinado que varia entre alguns segundos até vários minutos dependendo do equipamento (HEYMSFIELD et al., 2018; BROGIN, OKIMOTO e HEEMAN, 2015).

Essa questão está também diretamente atrelada à capacidade técnica das pessoas que irão utilizar o escâner, que requer treinamento e prática tanto para utilização na digitalização quanto para

tratamento e uso das malhas tridimensionais, seja para obter as medidas ou utilizar as morfologias captadas (TEGER et al., 2019).

Somado à isso, as regulamentações ainda são poucas tanto para a normatização dos equipamentos apropriados para tal uso -uso de escâner a laser para escaneamento do rosto pode ser nocivo para os olhos, por exemplo- quanto para a regulamentação da venda e distribuição dos equipamentos de TA que podem ser desenvolvidos sem parâmetros de qualidade aceitáveis e sem a consulta de um profissional da área da saúde (BECK, JACOBSON, 2017; DINGMAN, 2015).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia assistiva se apresenta como uma área de estudos propícia para a aplicação das novas tecnologias visto que, como foi comentado, são produtos altamente especializados, morfologicamente dependentes e de produção individual e que por isso dependem da geração de alternativas criativas, de solução rápida, acurada e de evolução constante. Por esses motivos, neste capítulo procurou-se apresentar e mapear as principais contribuições do uso da digitalização tridimensional para o desenvolvimento de produtos de TA, não ignorando que ainda existem questões desfavoráveis ao uso dessas tecnologias. Ainda assim, percebe-se que, ao considerar-se situações de uso onde participam equipes interdisciplinares, e que o desenvolvimento de produtos assistivos se dá a partir de uma abordagem inclusiva e criativa, a digitalização 3D pode se tornar mais uma ferramenta para o avanço de desenvolvimento de produtos na área.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos também a CAPES e ao CNPQ pelos investimentos na Rede de Pesquisa e Desenvolvimento e Tecnologia Assistiva – RPDTA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECK, J. M.; JACOBSON, M. D. 3D printing: what could happen to products liability when users (and everyone else in between) become manufacturers. **Minnesota Journal of Law, Science & Technology**, v. 18, p. 143, 2017.

BELL, K. M. et al. Assessing range of motion to evaluate the adverse effects of ill-fitting cervical orthoses. **The Spine Journal**, v. 9, n. 3, p. 225-231, 2009.

BERETTA, E. M. **Tecnologia assistiva: personalização em massa através do design e fabricação de assentos customizados para cadeiras de rodas**. Dissertação (Mestrado em Design). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: CEDI, p. 21, 2008.

BRASIL. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência** (Estatuto da Pessoa com Deficiência). 2015

BROGIN, B; OKIMOTO, M. L. L.R.; HEEMAN, A. Protocolos para coleta de dados antropométricos com escâner 3D junto a pessoas com deficiência. In: IDEMi, n. 4, 2015. **Anais do 4º IDEMi...** Florianópolis, Blucher, 2015.

BUEHLER, E. et al. Investigating the implications of 3D printing in special education. **ACM Transactions on Accessible Computing**, v. 8, n. 3, p. 11, 2016.

COSTA, T. N. et al. Uso da digitalização 3D e da parametrização de medidas antropométricas para produção de moldes personalizados para o vestuário. **Educação gráfica**, v. 19, n. 2, p. 122-142, 2015.

COOK, A. M.; POLGAR, J. M. **Cook & Hussey's assistive technologies: principles and practice**. 4ª Edição. ed. St. Louis: Mosby Elsevier, 2015.

CRYTZER, T. M. et al. Identifying characteristic back shapes from anatomical scans of wheelchair users to improve seating design. **Medical engineering & physics**, v. 38, n. 9, p. 999-1007, 2016.

DINGMAN, C. L. 3D Printed Medical Devices: Saving Lives but Do We Need More Regulation? **Law School Student Scholarship**. v. 820, 2015.

EBRAHIM, M. A.-B. 3D Laser Scanners: History, Applications, And Future. Assiut University, 2014.

FOURIE, Z. et al. Evaluation of anthropometric accuracy and reliability using different three-dimensional scanning systems. **Forensic Science International**, v. 207, n. 1-3, p. 127-134, 2011.

GOYANES, A et al. 3D scanning and 3D printing as innovative technologies for fabricating personalized topical drug delivery systems. **Journal of controlled release**, v. 234, p. 41-48, 2016.

GUIDI, G. et al. 3D capturing performances of low-cost range sensors for mass-market applications. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, p. 33-40, 2016.

HEYMSFIELD, S. B. et al. Digital anthropometry: a critical review. **European journal of clinical nutrition**, v. 72, n. 5, p. 680, 2018.

HEUBERGER, R.; DOMINA, T.; MACGILLIVRAY, M. Body scanning as a new anthropometric measurement tool for health-risk assessment. **International Journal of Consumer Studies**, v. 32, n. 1, p. 34-40, 2008.

HSU, J. D.; MICHAEL, J.; FISK, J. **AAOS Atlas of Orthoses and Assistive Devices E-Book**. Elsevier Health Sciences, 2008.

KAKLANIS, N.; STAVROPOULOS, G.; TZOVARAS, D. Modeling people with motor disabilities to empower the automatic accessibility and ergonomic assessment of new products. **Applied ergonomics**, v. 51, p. 120-136, 2015.

KIETZMANN, J.; PITT, L.; BERTHON, P. Disruptions, decisions, and destinations: Enter the age of 3-D printing and additive manufacturing. **Business Horizons**, v. 58, n. 2, p. 209-215, 2015.

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.

MARKIEWICZ, Ł. et al. 3D anthropometric algorithms for the estimation of measurements required for specialized garment design. **Expert Systems with Applications**, v. 85, p. 366-385, 2017.

MCDONALD, S et al. Uncovering challenges and opportunities for 3D printing assistive technology with physical therapists. In: INTERNATIONAL ACM SIGACCESS CONFERENCE ON COMPUTERS AND ACCESSIBILITY, n. 18, 2016. **Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS...**, ACM, 2016. p. 131-139.

MORAES, G. G. de et al. Processos Produtivos de AFO nas Oficinas Ortopédicas do SUS: Implantação da indústria 4.0 – uma revisão. In: MEDOLA, F. O.; PASCHOARELI, L. C. (Orgs.). **Tecnologia Assistiva: Estudos Teóricos**. Canal 6 Editora, 2018. pp. 169-179.

NEWELL, A. F. et al. User-sensitive inclusive design. **Universal Access in the Information Society**, v. 10, n. 3, p. 235-243, 2011.

OXMAN, R. MFD: Material-Fabrication-Design: A Classification of Models from Prototyping to Design. In: IASS ANNUAL SYMPOSIA, n., 2015, **Proceedings of International Association for Shell and Spatial Structures**, IASS, 2015. p. 1-11.

PAQUET, V.; FEATHERS, D. An anthropometric study of manual and powered wheelchair users. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 33, n. 3, p. 191-204, 2004.

PULLIN, G. **Design meets disability**. MIT press, 2009.

REDAELLI, D. F. et al. Low-cost 3D devices and laser scanners comparison for the application in orthopedic centres. **Int. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences**, v. 42, n. 2, 2018.

SIERRA, I.S. **Sistematização da prescrição de assentos para adequação postural de pessoas com tônus muscular anormal**. Dissertação (Mestrado em Design). Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SIMS, R. E. et al. Collection of anthropometry from older and physically impaired persons: Traditional methods versus TC2 3-D body scanner. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 42, n. 1, p. 65-72, 2012.

TEGER et al. Design Practice for Sustainability: development of a low-cost orthosis. In LENS CONFERENCE, n.3, 2019. **Anais do Lens...** Curitiba: Lens, 2019.

WALLER, Sam et al. Making the case for inclusive design. **Applied ergonomics**, v. 46, p. 297-303, 2015.

WANG, R.; CHOI, J.; MEDIONI, G. Accurate full body scanning from a single fixed 3D camera. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON 3DIMPVT, n. 2, 2012. **IEEE Proceedings...**, Zurich: IEEE, 2012, p. 432-439.

DESENVOLVIMENTO DE ELETRODOMÉSTICOS ACESSÍVEIS: LACUNAS E REFLEXÕES

ADAM, Dominique L.¹
OKIMOTO, Maria Lúcia L. R.²

RESUMO

Este artigo relata uma pesquisa exploratória sobre a inserção da abordagem do Design Universal no desenvolvimento de eletrodomésticos acessíveis. Foi conduzido questionário de sondagem para mapear o processo de desenvolvimento de eletrodomésticos sob a perspectiva de especialistas e profissionais da área. Os resultados apontam que além da falta de conhecimento a respeito da aplicação de diretrizes e requisitos de acessibilidade, há também o desafio de tornar a abordagem inclusiva financeiramente atrativa para a indústria. Conclui-se que é necessário mobilizar a indústria com pesquisas inovadoras para que a inclusão seja uma prática corporativa, para então ser inerente ao processo de design.

Palavras-chave: Processo de Design, Design Universal, Acessibilidade.

1 PPGDesign, UFPR, domiadam@gmail.com

2 PGMEC e PPGDesign, UFPR, lucia.demec@ufpr.br

Correspondência: Rua XV de Novembro, 1299, Centro, Curitiba, Paraná, Brasil, 80060-000

ABSTRACT

This article reports an exploratory research on the addition of the Universal Design approach in the development of accessible products. A questionnaire was conducted to map the design process of home appliances from the viewpoint of designer specialists. The results show that in addition to the lack of knowledge about the application of guidelines and accessibility requirements, there is also the challenge of making the inclusive approach financially attractive to the industry. We conclude that it is necessary to mobilize the industry with innovative research for inclusion to be a corporate practice, to then be inherent in the design process.

Keywords: Design process, Universal Design, Accessibility.

1. INTRODUÇÃO

A acessibilidade é um conceito amplamente discutido, porém pouco praticado no processo de desenvolvimento de eletrodomésticos. As soluções projetuais, em sua maioria, apresentam recursos de interação dependentes da percepção visual, como teclas *touch*, legendas apenas textuais, visores e *displays* digitais que não apresentam correspondência informacional por meio sonoro, tátil ou tátil-vibracional (ADAM; OKIMOTO, 2021). Este fato limita o acesso a esses produtos, implicando em sua usabilidade e na experiência de uso por pessoas com deficiência.

O desenvolvimento de produtos industriais é baseado em um processo generalista de design que compreende: (1) Análise do problema, (2) Geração de alternativas, (3) Avaliação e (4) Realização, ou seja a materialização da solução (LOBACH, 2001). Este processo de design deve considerar a categoria desta solução, a fim de estabelecer seu valor para o usuário. Com base na percepção,

habilidades e necessidades do usuário, é possível estabelecer requisitos para materializar uma solução cujas funções práticas, estéticas e simbólicas correspondam às demandas dos usuários diante o produto e o contexto de uso.

Com o objetivo de implementar melhorias práticas no processo de desenvolvimento de produtos, surgiu na década de 90 o conceito do Design Universal, que defende o desenvolvimento de produtos que englobe as necessidades de um maior número de pessoas (CONNELL et al., 2001). Composto por 7 princípios, esta abordagem pode orientar o processo de design para que este resulte em uma solução funcional para todos. Em contrapartida, é notória a impossibilidade de incluir as especificidades de todos no desenvolvimento de produtos, visto que cada indivíduo é único e possui habilidades perceptivas e cognitivas diferentes. No entanto, é possível ampliar o acesso a esses produtos ao considerar os conceitos defendidos pela esfera do Design Inclusivo. Esta considera o usuário, o contexto e a solução como fatores influenciadores para minimizar as barreiras que excluem as pessoas ou as limitam de utilizar determinados produtos (CLARKSON; COLEMAN, 2015 *nor a separate specialism, but as a general approach to designing in which designers ensure that their products and services address the needs of the widest possible audience, irrespective of age or ability. Inclusive Design (also known [in Europe] as Design for All and as Universal Design in the USA)*). Segundo Bifano (2015), o investimento no setor de pesquisa e desenvolvimento, tendo como foco o usuário, é um diferencial competitivo. Smythe (2018) aponta que ao envolver usuário de modo iterativo no processo de design, seja com sua participação ativa ou não – abordagem de Design Centrado no Usuário - é possível ampliar o entendimento dos requisitos projetuais necessários para suprir as demandas do usuário em um determinado contexto.

Diante desse cenário, a Figura 01 apresenta os princípios do Design Universal como requisitos para o projeto de Design

Inclusivo. Ao considerar o contexto de uso, o usuário e a solução como protagonistas do processo iterativo, é possível definir soluções de projeto mais assertivas, funcionais, abrangentes e consequentemente, com maior nível de acessibilidade.

PROJETO DE DESIGN INCLUSIVO



Figura 1. Relação entre conceitos para o desenvolvimento de produtos acessíveis. Fonte: As autoras (2021), baseado em: Connell et al. (2001), Clarkson; Coleman (2015) nor a separate specialism, but as a general approach to designing in which designers ensure that their products and services address the needs of the widest possible audience, irrespective of age or ability. Inclusive Design (also known [in Europe] as Design for All and as Universal Design in the USA, Smythe (2018).

De acordo com a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015) todas as pessoas devem possuir a mesma oportunidade de acesso às informações. Considerando que os eletrodomésticos tornaram-se itens essenciais para auxiliar e automatizar a vida cotidiana, questiona-se a falta de acessibilidade desses produtos para pessoas com deficiência.

Segundo o último Censo publicado (IBGE, 2010) existiam no Brasil cerca de 45,6 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência, sendo a deficiência visual em maior número (35,8 milhões), seguida pela deficiência motora (13,3 milhões) e auditiva

(9,7 milhões). Diante este cenário há uma mobilização nacional da pessoa com deficiência e seus representantes acerca da falta de acessibilidade em produtos da linha branca, como refrigeradores, fogões, forno micro-ondas, máquinas de lavar roupas (SENADO, 2019). Esta escassez, além de reduzir o nível de satisfação do usuário em relação a usabilidade dos produtos, impacta diretamente na autonomia da pessoa com deficiência no contexto doméstico.

De acordo com a última publicação da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua (IBGE, 2019), houve um crescimento em relação a posse de bem duráveis de linha branca, como por exemplo, refrigeradores, fogões, forno micro-ondas, máquinas de lavar roupas. Este fator impulsiona a necessidade de que esses produtos sejam concebidos a partir de uma abordagem universal e inclusiva.

À vista deste contexto, este estudo se justifica por apresentar extrema relevância social, econômica, acadêmica e tecnológica, pois tem como objetivo mapear, junto a designers especialistas no desenvolvimento de produtos, lacunas no processo produtivo que limitam a inserção da abordagem do Design Universal no desenvolvimento de eletrodomésticos acessíveis.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos deste estudo exploratório baseia-se em um questionário de sondagem sobre o desenvolvimento de eletrodomésticos acessíveis realizado com especialistas da área de design, desenvolvimento e pesquisa. As perguntas, abertas e fechadas, foram subdivididas em três categorias, visando identificar: (1) *Perfil do especialista*: estabelecer o perfil do especialista que atua no mercado; (2) *Abordagem inclusiva no desenvolvimento de produtos*: identificar o conceito de inclusão no processo de design; e (3) *Desenvolvimento de eletrodomésticos*: compreender o processo de design. O questionário

foi disponibilizado na plataforma *Google Forms* e encaminhado para 4 designers especialistas, que atuam ou atuaram na indústria de bens de consumo nacional e internacional, conforme Figura 02. Os dados foram coletados, tabulados e analisados de modo qualitativo e descritivo, a fim de identificar lacunas e limitações acerca da inserção da abordagem inclusiva no desenvolvimento de eletrodomésticos.

PERFIL DOS PARTICIPANTES

Profissionais especialistas atuantes na indústria de linha branca
Faixa etária 30 - 40 anos
Ensino Superior



E1

Designer gráfico
ATUA COMO:
Diretor de criação



E2

Designer de produto
ATUA COMO:
Designer de produtos



E3

Designer de produto
com pós-graduação
ATUA COMO:
Designer de produtos



E4

Desenhista Industrial
com pós-graduação
ATUA COMO:
Designer Researcher/ UX

Figura 2. Perfil dos especialistas. Fonte: As autoras (2019).

3. RESULTADOS

A partir do questionário de sondagem foi possível mapear a opinião dos especialistas quanto à adoção da abordagem inclusiva no design de produtos e também o seu posicionamento diante a temática de desenvolvimento de eletrodomésticos acessíveis.

Todos os especialistas relataram a importância de desenvolver produtos a partir de conceitos de inclusão e requisitos de acessibilidade. De acordo com os especialistas E1, E3 e E4, que relataram já terem participado de projetos com abordagem inclusiva, esta perspectiva deve estar presente em todas as etapas do processo de design, sempre com a abordagem do Design Centrado no Usuário. Segundo o especialista E1, este processo é iterativo e multidisciplinar, iniciado pelo mapeamento da necessidade (pré-design),

seguida da concepção (design), e por fim, a avaliação do produto (pós-design). Essas etapas, comportam inúmeras atividades que unem esforços das equipes de *marketing*, design, engenharia, do setor administrativo e controladoria a fim de coletar todas as informações necessárias para o desenvolvimento do produto, como as necessidades e preferências do usuário, dados técnicos e projetuais, estratégia de investimento para a materialização da solução, bem como as possibilidades de redução de custo para que a solução seja viável para empresa e mercadologicamente aceita.

Segundo os especialistas E1, E3 e E4, o processo de design ideal deve considerar as necessidades do usuário em um contexto específico, como fator orientador para as decisões de projeto. De acordo com E4, a abordagem do Design Centrado no Usuário é capaz de transformar hábitos e problemas detectados em soluções efetivas e úteis. O especialista E1 complementa que associar esta abordagem aos conhecimentos de engenharia, técnicas e ferramentas de design é possível desenvolver projetos mais assertivos.

No entanto, o especialista E2 reforça que o processo de design ideal é uma utopia, pois vai além de abordagens teóricas e inclusão do usuário. As decisões de projeto tem influência direta de fatores econômicos e financeiros, como por exemplo o contexto em que o produto se insere no mercado, a necessidade de retorno seguro e rápido, além de prazos e investimentos. Essas questões, de certa forma bloqueiam ou limitam o processo de invenção ou a melhoria de produtos existentes. O especialista E2 destaca que um grande desafio no processo de design de produtos é transformar problemas reais em soluções realmente úteis e viáveis, tanto em questões financeiras, produtivas como tecnológicas.

Apesar da consciência sobre os conceitos de acessibilidade e da abordagem inclusiva no desenvolvimento de projetos, estes ainda são pouco praticados na linha produtiva, seja pela falta de processo sistematizado para guiar os desenvolvedores nas escolhas de projeto, falta de conhecimento em como aplicar conceitos de Design

Universal para o fim inclusivo, bem como fatores que extrapolam a bancada de criação, como interesses econômicos, mercadológicos e financeiros das instituições. (Gráfico 01).

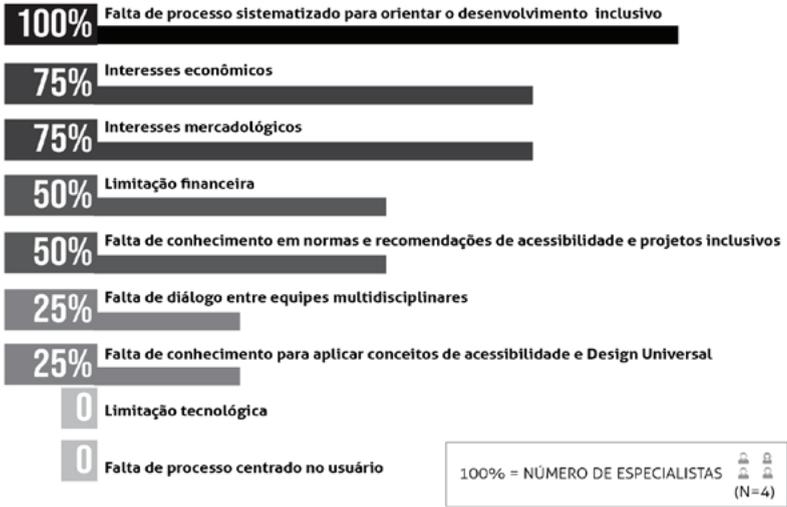


Gráfico 1. Fatores influenciadores para a não adoção da abordagem inclusiva no desenvolvimento de produtos. Fonte: As autoras (2019).

De acordo com os especialistas diferentes aspectos podem ser considerados para melhorar a interação usuário-produto, com o objetivo de torná-la mais eficiente, acessível e inclusiva, desde a seleção de novas tecnologias, a escolhas e mudanças em elementos de layout do produto. A simplicidade, um dos princípios do Design Universal, prediz tornar a interação intuitiva. No entanto, de acordo com o especialista E1 este princípio difere do comportamento de compra atual da maioria dos usuários, que julgam interfaces simples como “pobres”, sem muitas funcionalidades. Os usuários desejam produtos com inúmeras funções, mesmo que utilizem apenas o trivial.

Quando questionados sobre os recursos assistivos tangíveis para serem incorporados em eletrodomésticos para pessoas com deficiência visual, por exemplo, os especialistas apresentaram diferentes visões, e questionaram a sua viabilidade diante o posicionamento

da instituição acerca do tema acessibilidade. Os especialistas E1, E2 e E4 destacam a possibilidade de uso de recursos táteis (tintas tridimensionais, teclas e botões em relevo), sonoros (avisos sonoros indicativos de funções, *feedback* sonoro claro, como a narração de tarefas e menus), além de soluções que contemplem a conexão com aplicativos de smartphones que forneçam uma assistência personalizada. No entanto, o especialista E3 relata o desafio de equilibrar o nível de investimento necessário para tornar este produto acessível, desejável e financeiramente viável para ser produzido.

O especialista E4 complementa que a concepção de interfaces mais simples e inteligentes pode proporcionar uma interação mais eficiente e inclusiva, no entanto lança um questionamento sobre a real necessidade do usuário diante o produto – ele precisa do produto somente para automatizar a tarefa ou o produto é apenas o meio pelo qual ele realiza seu objetivo? (exemplo: seu desejo não é somente que a atividade de lavar roupas seja automatizada. O objetivo é ter roupas limpas e duráveis, e a máquina de lavar roupas é apenas um meio para chegar a este fim).

De acordo com os especialistas E1 e E3, a maior limitação para inserir recursos assistivos no processo de design de produtos é conciliá-los com a produção em série, pois é um desafio tornar a abordagem do Design Universal atrativa para a indústria. Financeiramente esses recursos encarecem a materialização do projeto, e conforme o especialista E4 impactam diretamente no *briefing*, processos e prazos, logo alguns investidores optam não correr o risco financeiro para suprir as necessidades de um público específico. O especialista E2 complementa que, além dessas questões, a falta de conhecimento sobre normas técnicas da área de acessibilidade, e interesse corporativo em desenvolver produtos com abordagem inclusiva também corroboram para esta limitação.

A melhor solução para facilitar a inserção dessas abordagens, segundo o especialista E1 seria ampliar a visibilidade do tema a fim de mobilizar ou obrigar a indústria a seguir uma conduta

mais inclusiva em relação ao desenvolvimento de produtos. Outro modo seria estimular pesquisas na área para que encontrem soluções factíveis e financeiramente acessíveis, tanto para a indústria como para o usuário final. Os especialistas E3 e E4 acreditam que a abordagem inclusiva não é apenas uma demanda de projeto. Ela deve ser implementada como uma normativa obrigatória para toda a empresa. O especialista E2 comenta que incentivar a participação de especialistas e consultores em acessibilidade nas áreas como Design e Engenharia, seria um meio de fornecer maior compreensão sobre o tema e auxiliaria em decisões de projeto. Da mesma forma que o especialista E1 reforça a inserção da pessoa com deficiência no processo de design, a fim de vivenciar momentos de co-criação, testes e pesquisas. Por fim, o especialista E4 relata que criar ferramentas com requisitos e conceitos inclusivos poderiam auxiliar equipes de projeto em workshops de criação, por exemplo.

4. DISCUSSÃO

A pesquisa exploratória identificou diferentes visões a respeito dos fatores que influenciam a falta de acessibilidade em eletrodomésticos. É notório que existem diferentes métodos, técnicas e ferramentas que orientam o processo de design de produtos, sendo amplamente utilizados por equipes multidisciplinares. O fluxo do processo de design, independente da área, se inicia a partir de uma demanda, a necessidade de uma parcela da sociedade mapeada em um contexto específico (LOBACH, 2001). A partir dessa demanda, buscam-se meios viáveis no âmbito tecnológico, produtivo, financeiro, econômico e mercadológico para propor soluções que melhor atendam o problema inicialmente identificado e que seja útil para o público inicialmente mapeado, com a intenção de incluir outra parte da população que também se identifica com a solução.

A inserção do usuário em todas as etapas do projeto é uma premissa defendida pela abordagem do Design Centrado no Usuário (SMYTHE, 2018) e foi mencionada por todos os especialistas, no entanto não é uma prática amplamente ou corretamente adotada. O desenvolvimento de eletrodomésticos acessíveis é uma prática projetual que demanda, além da interação de equipes multidisciplinares, a compreensão dos princípios do Design Universal e Inclusivo para sua aplicação prática, considerando o usuário (suas necessidades, habilidades e limitações) como requisitos projetuais para a solução (CONNELL et al., 2001; CLARKSON; COLEMAN, 2015) nor a separate specialism, but as a general approach to designing in which designers ensure that their products and services address the needs of the widest possible audience, irrespective of age or ability. Inclusive Design (also known [in Europe] as Design for All and as Universal Design in the USA). A partir do questionário de sondagem, foi possível observar que há uma preocupação das equipes de projeto, em adotar a abordagem do Design Universal no processo de desenvolvimento de produtos. No entanto, conforme a perspectiva dos especialistas questionados, esta decisão depende de fatores externos que influenciam toda a cadeia produtiva, como investimento financeiro, tecnológico, prazos, retorno a curto prazo, e, acima de tudo, do posicionamento industrial diante o tema acessibilidade. Interessante destacar que a tecnologia foi um fator considerado como não limitante para o desenvolvimento de produtos assistivos. A tecnologia existe, evolui a cada momento, e traz novas possibilidades para a acessibilidade. Utilizá-la para este fim é a questão.

O princípio do uso simples e intuitivo, por exemplo, foi citado como fator que influencia na decisão de compra do usuário. Segundo E1 os usuários preferem interfaces complexas e com muitas funções, mesmo sem utilizá-las. Isso pode justificar o fato de, em alguns casos os princípios da abordagem do Design Universal não serem atrativos para a indústria, como menciona E1

e E3. Considerar essa abordagem no desenvolvimento de produtos requer muito conhecimento em relação em como tornar simples, intuitiva e demandar pouco esforço cognitivo – colaborando para a usabilidade do produto (LOBACH, 2001; CONNNELL et al., 2001; CLARKSON; COLEMAN, 2015) nor a separate specialism, but as a general approach to designing in which designers ensure that their products and services address the needs of the widest possible audience, irrespective of age or ability. Inclusive Design (also known [in Europe] as Design for All and as Universal Design in the USA). A interface pode ter muitas funções, desde que estas sejam apresentadas de modo sistemático, organizado, com uma arquitetura da informação condizente a uma interação simples. Apresentar respostas do sistema e *feedbacks* alternativos em diferentes modalidades para ampliar o acesso informacional às pessoas com habilidades sensoriais distintas, por exemplo é um aspecto levantado por Adam; Okimoto (2021). Esses fatos ampliam a discussão para além do processo de design, focando no resultado desse processo: a solução, o produto, o eletrodoméstico. Este, que de acordo Lobach (2001) apresenta distintas funções (prática, estética e simbólica) representa a real necessidade do usuário? É possível compreender o motivo pelo qual o usuário deseja um eletrodoméstico específico ou funções específicas sendo que estas podem se tornar facilmente obsoletas? De que forma o desejo por priorizar funções estéticas e simbólicas em um produto impacta em sua funcionalidade, usabilidade e acessibilidade? Acredita-se que relação desequilibrada dessas funções priorizam uma demanda de tendência, e desconsidera a necessidade real do usuário.

Por consequência é possível inferir que a lacuna da acessibilidade vai além da responsabilidade das equipes de desenvolvimento de projetos – a indústria precisa apoiar e defender a acessibilidade como um valor a ser seguido e repercutido em seus produtos e serviços. Apesar dos dados estatísticos, das leis e dos direitos da população com deficiência, também consumidora de eletrodomésticos

(IBGE, 2010; BRASIL, 2015; SENADO, 2019), questões financeiras, econômicas e mercadológicas ainda superam as questões sociais na política da indústria de produtos de linha branca.

5. CONCLUSÕES

Este estudo identificou, por meio da perspectiva de designers especialistas no desenvolvimento de produtos, que ainda é vaga a aplicação prática dos princípios do Design Universal para desenvolver produtos acessíveis.

Além da necessidade de protagonismo da indústria diante o cenário da acessibilidade e inclusão, destacam-se:

- Tornar o princípios, diretrizes e requisitos de acessibilidade tangíveis ao processo de design, apresentando-os por meio de ferramentas teórico-práticas, a fim de familiarizar as equipes de desenvolvimento;
- Ampliar a participação ativa do usuário com deficiência no processo design, a fim de identificar suas reais necessidades e desejos, propor, testar, avaliar e verificar as escolhas e decisões projetuais;
- Apresentar soluções tecnológicas inovadoras e financeiramente viáveis de para serem implementadas no design de novos produtos, como por exemplo a ampliação do uso de tecnologias e recursos sonoros, táteis e tátil-vibracionais, como complemento da informação apresentada de modo visual.

Acredita-se que ao fomentar pesquisas na área de design, usabilidade, experiência do usuário e inovação seja possível comprovar para a indústria que a abordagem do Design Universal pode guiar o desenvolvimento de produtos acessíveis, eficientes e, acima de tudo, desejáveis por todos.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”, Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia assistiva – RPDTA e Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da Universidade Federal do Paraná – LABERG UFPR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, D. L.; OKIMOTO, M. L. L. R. Acessibilidade de eletrodomésticos sob a ótica da pessoa com deficiência visual: estudo exploratório. III CBTA - Congresso Brasileiro de Tecnologia Assistiva. **Anais...**, 2021. (no prelo).

BIFANO, A. C. S. Uso Cotidiano De Produtos No Âmbito Doméstico : Interface Empresa E Economia Familiar. **Revista Brasileira de Economia Doméstica**, p. 174–204, 2015. Viçosa.

BRASIL. Lei nº 13.146. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). , 2015.

CLARKSON, J. P.; COLEMAN, R. History of Inclusive Design in the UK. **Applied Ergonomics**, v. 46, n. PB, p. 235–247, 2015. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2013.03.002>>. .

CONNELL, B. J.; MACE, R.; MUELLER, J.; et al. **The principles of universal design: Version 2.0**. The Center for Universal Design, 2001.

IBGE, I. B. DE G. E E. Censo Demográfico: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. , 2010. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf>. Acesso em: 2/10/2019.

IBGE, I. B. DE G. E E. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: Características gerais dos domicílios e dos moradores 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/>>. Acesso em: 18/2/2020.

LOBACH, B. **Design industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 2001.

SENADO, A. Pessoas com deficiência visual cobram eletrodomésticos adaptados — Senado Notícias. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/08/20/pessoas-com-deficiencia-visual-cobram-elerodomesticos-adaptados>>. Acesso em: 10/10/2019.

SMYTHE, K. C. A. S. **Proposta de método de obtenção de dados sobre comportamento informacional dos usuários no processo de wayfinding em ambientes hospitalares**, 2018. Universidade Federal do Paraná.

IMAGENS AUDIOTÁTEIS NO ENSINO DE ARTES PARA ESTUDANTES CEGOS: LACUNAS E REFLEXÕES

MUNIZ, Júlia Pereira Steffen¹
SANCHES, Emilia Christie Picelli²
OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro³

RESUMO

Estudantes cegos ainda enfrentam barreiras no ambiente escolar, sendo uma delas a falta ou a inadequação de materiais didáticos. Imagens audiotáteis são materiais com potencial de aprendizagem para uma educação artística inclusiva, entretanto, seu uso não é difundido. Logo, o objetivo deste estudo é contextualizar este material e trazer uma reflexão sobre as lacunas existentes no ensino de artes desses estudantes. Para isso, evidencia que não há publicações sobre imagens audiotáteis no ensino artístico, e traz exemplos de outras áreas para a discussão. Conclui-se que há viabilidade no uso das imagens audiotáteis para informar aspectos artísticos e históricos de obras e monumentos.

1 Departamento de Design, UFPR, juliasteffenmuniz@hotmail.com

2 Departamento de Design, UFPR, emilia.ecps@gmail.com

3 Departamento de Design, UFPR, lucia.demec@ufpr.br

Correspondência: Rua General Carneiro, 460, Centro, Curitiba, Paraná, Brasil, 80060-150

Palavras-chave: imagens audiotáteis, deficiência visual, ensino de artes

ABSTRACT

Blind students still face barriers in school settings, one of which is the lack or inadequacy of teaching materials. Audio-tactile graphics are materials with learning potential for inclusive arts education, however, their use is not widespread. Therefore, the objective of this study is to contextualize this material and to reflect on the gaps that exist in the art education of these students. To this end, it shows that there are no publications on audio-tactile graphics in artistic education, and brings examples from other areas for discussion. It is concluded that there is a viability in the use of audio-tactile graphics to inform artistic and historical aspects of works of art and monuments.

Palavras-chave: audio-tactile graphics, visual impairment, arts teaching.

1. INTRODUÇÃO

No mundo, estima-se haver um bilhão de pessoas que apresentam algum tipo de deficiência, cerca de 15% da população mundial (ONU, 2016). No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) aponta no último censo, que 23% da população afirma ter algum tipo de deficiência.

Tratando-se da deficiência visual, esta é apontada como a de maior incidência entre os brasileiros, com cerca de 35 milhões de habitantes declarando ter entre alguma dificuldade de enxergar e não conseguir enxergar, o que equivale a cerca de 77% das pessoas que apresentam ao menos uma das deficiências investigadas (IBGE, 2010). Considerando somente os brasileiros em idade escolar (até os

17 anos), 507 mil habitantes são considerados pessoas com deficiência visual. A efetiva inclusão destes estudantes na escola, assim como de outros estudantes com deficiência, ainda é uma barreira a ser ultrapassada.

Como Ramos (2016, p. 11) explica, no Brasil, a escola “já está convencida, mesmo que por força da lei, de que deve receber crianças com deficiência. Contudo, ainda se praticam ações que não condizem com a verdadeira inclusão”. Diante disso, a escola é portadora de responsabilidade social e tem o dever de refletir e organizar a maneira como a aprendizagem acontece, promovendo o ensino plural, acessível e inclusivo (RIBEIRO; MORAES; FAVERE, 2013).

Dentre as principais dificuldades enfrentadas por crianças e adolescentes com deficiência no ambiente escolar estão a falta de materiais didáticos adequados, falta de materiais que proporcionem a interação entre estudantes com e sem deficiência ou, ainda, a falta e/ou mal estado da Tecnologia Assistiva utilizada (HEIDRICH; RADAI, 2018; JACOB; CARDOSO, 2018; ROCHA; DELIBERATO, 2012).

A disciplina de educação artística é primordial na formação escolar de crianças e adolescentes, onde estudantes têm contato com expressões artísticas de diferentes momentos históricos e culturas. Entretanto, a disciplina se apoia, em grande quantidade, em recursos visuais - tais como imagens estáticas. Isso se torna uma barreira aos estudantes cegos caso não tenham acesso a materiais didáticos adequados de forma satisfatória às suas necessidades.

Imagens táteis são uma das principais formas de adequação de materiais visuais para estudantes cegos. Através da percepção tátil, os estudantes exploram a imagem e obtêm informações por pontos, linhas, áreas, volume e texto em Braille. Embora essenciais, as imagens táteis demandam uma carga cognitiva elevada, já que um único canal sensorial (tato) é utilizado para receber informações textuais (Braille) e gráficas (GÖTZELMANN; WINKLER, 2015; HOLLOWAY; MARRIOTT; BUTLER, 2018).

Neste sentido, as imagens audiotáteis se mostram uma alternativa na educação de artes para estudantes cegos, pois são materiais que estimulam tanto o tato quanto a audição. Logo, o objetivo deste artigo é contextualizar sobre o estado da arte das imagens audiotáteis direcionadas ao ensino de arte, através de exemplos voltados para o ensino de alunos cegos, podendo assim trazer uma reflexão sobre as lacunas existentes no ensino aprendizagem desses estudantes.

Para isso, traz uma revisão da literatura a partir da fundamentação teórica, abordando temas como a cegueira, a educação artística e materiais audiotáteis. Em seguida, identifica a lacuna e discute a importância das imagens audiotáteis no ensino de artes, trazendo exemplos para discussão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A deficiência visual é considerada uma deficiência sensorial, dividindo-se entre baixa visão e cegueira (LIMA, 2019). Conforme Amiralian (2009), as pessoas cegas percebem informações, na falta da visão, através de sentidos táteis, auditivos e cinestésicos. Isso se reflete, também, na educação de estudantes cegos.

A Tecnologia Assistiva se demonstra um meio de garantir a acessibilidade e o desenvolvimento e aperfeiçoamento de habilidades para o ensino aprendizagem de alunos que possuem alguma deficiência, incluindo a deficiência visual. Na educação, estudantes cegos utilizam Tecnologia Assistiva, como uma forma de romper com as barreiras sensoriais que limitam ou impedem a aquisição de informações visuais (BERSCH, 2013). Os objetos de aprendizagem se configuram então como um tipo de Tecnologia Assistiva, e por serem utilizados e aplicados em diversas situações dentro do contexto de ensino, devem ser acessíveis para todo o público de estudantes, independente das possíveis desabilidades e dificuldades

(SANCHES, 2018). É possível citar, por exemplo, o uso de Braille, imagens táteis, audiodescrição, ábacos, multiplano, leitores de tela. Entretanto, esses recursos focam seu uso somente através do tato ou da audição.

Diferentemente, as imagens audiotáteis são exemplos de materiais que estimulam tanto o tato quanto a audição. São similares às imagens táteis, mas com acréscimo de informações sonoras simultâneas e surgem a partir das dificuldades de uso das imagens táteis. Conforme explicam Abd Hamid e Edwards (2013, p.38, tradução nossa), “as limitações do tátil convencional induzem à investigação de abordagens multimodais em que a audição e o tátil são combinados para alcançar o melhor aprendizado [...]”.

Uma das principais dificuldades apontadas no uso das imagens táteis é a alta carga cognitiva empregada (GÖTZELMANN; WINKLER, 2015; HOLLOWAY; MARRIOTT; BUTLER., 2018), pois o estudante cego utiliza o tato tanto para informações textuais (Braille) quanto gráficas. Para Rossetti et al. (2018b) e Götzelmann (2018), a junção da audição e tato no mesmo artefato ameniza o esforço cognitivo empregado na compreensão, e também auxilia a pessoa cega a criar imagens mentais do objeto real. Desta forma, torna-se um material em potencial para aplicações na educação, em especial na educação artística.

Apesar dos benefícios que podem ser propiciados com o uso das imagens audiotáteis na educação de forma geral, seu uso ainda não se encontra disseminado. Em uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) realizada por MUNIZ (2020), com o objetivo de definir a existência de uma lacuna na tradução de imagens bidimensionais para imagens/modelos táteis ou audiotáteis para pessoas com deficiência visual, apenas 3 resultados de 41 se utilizam de estímulos sonoros, enquanto os outros 38 resultados apresentam somente elementos de estímulo tátil. Essa lacuna demonstra que há uma defasagem no ensino de artes para alunos cegos, já que os mesmos não terão o mesmo acesso aos conteúdos por não poder

ter contato com as imagens contidas em materiais didáticos, que se demonstram essenciais para o aprendizado na disciplina de artes.

O conhecimento em artes se dá através da intersecção de experimentação, decodificação e informação (BARBOSA, 2019). Segundo a autora, é através da leitura de obras de artes plásticas que o aluno é preparado para a decodificação da imagem física. Assim, a partir do entendimento das artes, o aluno é preparado para a assimilação da imagem de forma geral.

Além disso, a escola é a instituição pública que torna o acesso à arte possível para a maioria dos estudantes no país, trazendo a consciência de identidade nacional. Dessa forma, o ensino de artes exerce o princípio democrático de acesso à informação e formação estética de todas as classes sociais, o que propicia uma aproximação de diferentes grupos, representado na multiculturalidade brasileira (BARBOSA, 2019).

Como consequência dessa falta de materiais didáticos que atendam ao público cego, é possível que o aluno não manifeste interesse no ensino de artes por não entender de forma efetiva sobre o assunto que é tratado em sala de aula em questões relativas às obras de arte como perspectiva, volume, textura, entre outros. Além disso, o não entendimento do conteúdo pode ocasionar um sentimento de exclusão do aluno, dificultando sua inclusão no contexto escolar, ademais de transformar a disciplina em um momento apenas de lazer, sem ganhos escolares e com seu desenvolvimento crítico e artístico sendo comprometidos negativamente.

Para o aluno cego, o contato com esse meio extremamente visual torna-se difícil, por isso existe a necessidade significativa de recursos didáticos inclusivos para o estímulo de outros sentidos, como a percepção promovida pela audição e pelo tato (BATISTA; LEITE; FERREIRA, 2017).

3. DISCUSSÃO

Com o exposto até o momento, compreende-se que as imagens audiotáteis são materiais pouco explorados na educação, mas que carregam um notável potencial de ensino, se empregadas com o intuito de incluir o estudante cego no ensino de artes. Nesta discussão, primeiramente é apresentada a lacuna de forma mais aprofundada e em seguida alguns exemplos são apresentados e discutidos.

Os resultados da RBS evidenciam uma lacuna no ensino de estudantes cegos quanto ao uso de imagens audiotáteis, conforme Figura 1. O uso de materiais didáticos táteis ou audiotáteis é abrangente quanto às disciplinas, sendo as mais recorrentes em geografia, artes, história e matemática, ainda que nem todas as publicações sejam voltadas ao ensino formal. Os métodos de fabricação também são variados, entretanto, a impressão 3D aparece em posição de destaque.

O que também se nota é a discrepância entre o uso de materiais didáticos táteis e os audiotáteis. Entre os apenas três resultados obtidos que mencionam o uso de estímulos auditivos e táteis em um mesmo material didático (7,3%), nenhum se concentra na área de artes como um todo.

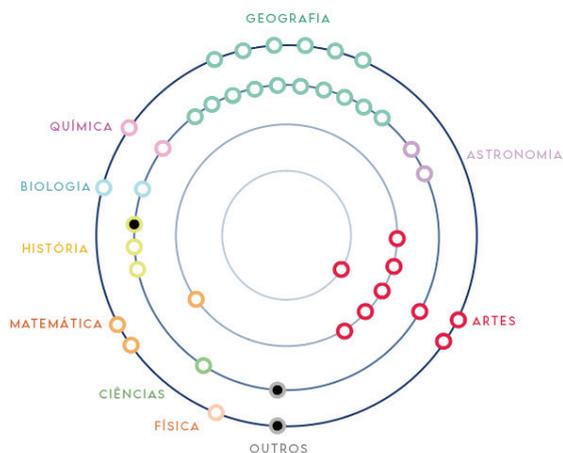




Figura 1. Resultados da RBS.

Entre os resultados obtidos dentro da RBS realizada, é importante ressaltar algumas das iniciativas de estímulos táteis desenvolvidos através da impressão 3D aplicadas às artes. Moreira, Periotto e Tenório (2020) desenvolveram um estudo de caso na cidade de Terra Boa - PR, no Colégio Estadual Helena Kolody. Durante as duas horas semanais do “Projeto Laboratório Criativo”, os autores em conjunto com mais cinco alunos, entre eles um aluno cego do 2º ano do Ensino Médio, reproduziram obras de arte (Figura 2) que pudessem ser lidas pelo aluno com deficiência visual. A obra tridimensional foi impressa a partir de uma impressora Modelo 3D Cloner - ST G3 com filamento Poliéster Termoplástico (PLA), produzido a partir de fontes naturais como milho e cana de açúcar, sendo assim biodegradável. Como destaque, evidencia-se o interesse dos alunos que possuem visão em produzir a imagem tátil que possibilitasse ao aluno cego a sua visualização através das mãos, possibilitando assim que esse material fosse acessível a todos os estudantes dentro daquele espaço. Além disso, o tema a ser tratado dentro da disciplina de artes foi definido em conjunto com a professora, levando em consideração a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o que garante que os conteúdos a serem aplicados são pertinentes à faixa etária e ao nível de aprendizagem em que os alunos se encontram.



Figura 2. Pintura “Monalisa” com estímulos táteis. Fonte: Moreira, Periotto e Tenório (2020).

Já Araújo e Santos (2015) desenvolveram fotografias táteis (Figura 3) partindo do pressuposto que a linguagem visual ainda é a forma de comunicação mais predominante nas exposições de pinturas e fotografias, o que não permite a acessibilidade de pessoas cegas ou com baixa visão a esses espaços. Utilizando-se de duas fotografias da fotógrafa cearense e deficiente visual Jaquelina Rolim, fizeram a tradução do âmbito bidimensional para o tridimensional. Para tal, foi utilizada a impressora ZPrinter 160, que se utiliza de um compósito em pó que permite a impressão de peças com textura e peso semelhante ao gesso. Como ponto a ressaltar, está a declaração de uma das pessoas que participou do teste de eficiência das fotografias, que destacou a importância do recurso da audiodescrição como complemento para o recurso tátil, já que diversos elementos podem estar sendo apresentados por primeira vez à cegos de nascença e por esse motivo, os elementos contidos podem não fazer parte do seu repertório semântico. Ademais, os autores concluem que a máquina de prototipagem rápida se demonstra uma importante ferramenta de inclusão ao deficiente visual nos mais diversos espaços e contextos, e que deveria ser melhor aproveitado em outras esferas além do cultural, como por exemplo na área educativa.

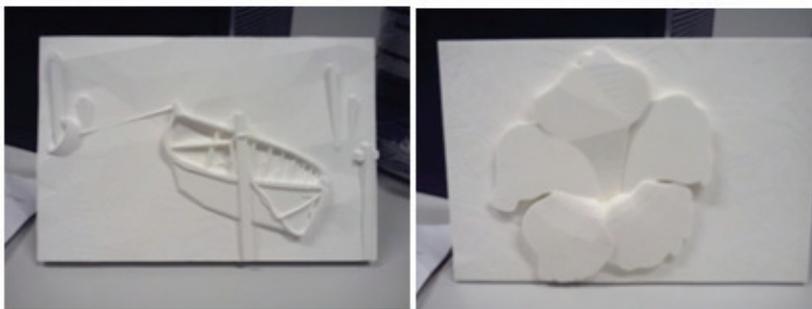


Figura 3. Fotografias . Fonte: Moreira, Periotto e Tenório (2020).

Visto que a produção de imagens táteis para cegos é importante, observando a lacuna evidenciada pela RBS e, sabendo-se do potencial uso de imagens audiotáteis no ensino de artes para estudantes cegos, alguns exemplos de áreas adjacentes são apresentados e discutidos. Os exemplos foram selecionados por serem próximos ao ensino formal de artes, ou seja, aplicados em museus ou em arquitetura histórica.

D'Agnano et al. (2015) desenvolveram o Tooteko, um anel inteligente e um aplicativo capazes de aumentar a interação com imagens táteis, transformando-as em audiotáteis. O modelo impresso em 3D recebe sensores NFC (Near Field Communication) e dessa forma, o anel capta esses sensores durante a exploração tátil. Quando captado, o aplicativo reconhece e toca arquivos de áudio relativos ao sensor específico. De acordo com os autores, pode-se tocar áudio explicativos, contextuais, músicas ou qualquer outro som relativo àquela obra de arte ou réplica de arquitetura histórica, como é o caso apresentado na Figura 4 (D'AGNANO et al., 2015).



Figura 04. Fachada da igreja San Michele em Isola. Fonte: D’Agnano et al. (2015).

Outro exemplo do uso de imagens audiotáteis para museus é apresentado por Anagnostakis et al. (2016). O sistema funciona com réplicas impressas em 3D, um aplicativo para celular, placas Arduino e sensores de toque. Ao explorar a réplica com as mãos, áudios explicativos sobre a obra (detalhes da forma, materiais, informações culturais) são acionados quando um sensor é ativado. Ainda, o aplicativo oferece gestos para pausar o áudio, continuar e mover entre categorias de informações. Os áudios complementam a exploração tátil com informações contextualizadas que não seriam possíveis de serem traduzidas para o tato.

Quero et al. (2018) desenvolveram uma imagem audiotátil da pintura Noite Estrelada, de Van Gogh (Figura 5). Diferentemente dos exemplos anteriores, os autores utilizaram tinta condutiva sobre a impressão 3D que foi, então, ligada em uma placa Arduino. Além da exploração tátil, os usuários interagem com um, dois ou três toques para tocar arquivos de áudio diferentes sobre a obra de arte: explicação geral, detalhes e efeitos de som, respectivamente.



Figura 5. Imagem audiotátil da obra de arte Noite Estrelada, de Van Gogh. Fonte: Quero et al. (2018).

Já Ansaldi (2020) propõe a experiência de vivenciar uma obra de arte através dos sentidos. Além da impressão 3D percebida pelo tato, aponta como os outros sentidos complementam a experiência de sentir a obra. A audição percebe a narração verbal que complementa o toque de uma forma educativa. Menciona que “o evocativo poder da fala é um recurso insubstituível e precioso para pessoas com deficiência visual que se relacionam com uma obra de arte” (ANSALDI, 2020, p. 455) e que a combinação toque e audição é uma poderosa maneira de se imaginar a realidade. Além disso, propõe que a obra adaptada seja acrescida de cheiros e gostos, para uma experiência mais imersiva.

Por fim, apresenta-se o desenvolvimento de uma imagem audio-tátil interativa, descrita por Rossetti et al. (2018a; 2018b) e Leporini et al. (2020). Os autores desenvolveram um modelo interativo da Praça dos Milagres (Pisa, Itália) de forma a permitir que pessoas

com deficiência visual pudessem conhecer e experienciar a arquitetura e a cultura do local (Figura 6). Essa imagem audiotátil consiste em peças táteis impressas em 3D, peças táteis complementares, 3 botões físicos e uma placa eletrônica Raspberry Pi. Na exploração tátil, os botões servem como os acionadores dos arquivos em áudio, cada um representando um tipo de informação. Destacam que o conteúdo em áudio enriquece os modelos táteis, trazendo informações extras e detalhadas (LEPORINI et al., 2020).



Figura 6. Imagem audiotátil da Praça dos Milagres, em Pisa, Itália. Fonte: Rossetti et al. (2018a; 2018b) e Leporini et al. (2020).

Os exemplos apresentados, ainda que não sejam aplicados ao ensino de artes, demonstram a viabilidade e o potencial das imagens audiotáteis para informar aspectos artísticos e históricos de obras e monumentos. Os autores destacam como o áudio complementa e enriquece a exploração tátil, com informações que não seriam percebidas pelo tato, inclusive como um viés educativo. Desta forma, é possível trazer detalhes históricos, sons não-verbais

para ambientação, explicações sobre a obra original, ou qualquer outra informação considerada relevante. Diante disso, afirma-se, portanto, que imagens audiotáteis podem ser materiais didáticos significativos no contexto da educação artística como uma forma de inclusão do estudante cego no ambiente escolar.

Como forma de visualizar os exemplos mencionados, o Quadro 1 sumariza os autores, a finalidade de aplicação, os estímulos sensoriais, o tipo de tecnologia usada e o país onde foi desenvolvido.

Autor	Aplicação	Estímulos	Tecnologia	País
Anagnostakis et al. (2016)	Artes (Museus)	Audiotáteis	Impressão 3D, aplicativo, Arduino e sensores de toque	Grécia
Ansaldi (2020)	Artes (Obras)	Multissensoriais (audição, tato, olfato, paladar)	(sem protótipo)	Itália
Araújo e Santos (2015)	Artes (Fotografias)	Táteis	Impressão 3D (compósito em pó)	Brasil (Cariri - Ceará)
D'Agnano et al. (2015)	Arquitetura Histórica	Audiotáteis	Impressão 3D (resina) e sensores NFC	Itália
Moreira, Periotto e Tenório (2020)	Ensino de Artes	Táteis	Impressão 3D (PLA)	Brasil (Terra Boa - Paraná)
Quero et al. (2018)	Artes (Obras)	Audiotáteis	Impressão 3D e tinta condutiva	Coréia do Sul
Rossetti et al. (2018a; 2018b) e Leporini et al. (2020)	Arquitetura Histórica	Audiotáteis	Impressão 3D e placa eletrônica Raspberry Pi	Itália

Quadro 1. Sumarização dos exemplos mencionados.

5. CONCLUSÕES

O artigo teve como propósito exaltar a importância do uso de imagens audiotáteis no ensino de artes para estudantes cegos. Para alcançar tal objetivo, uma contextualização foi feita através de revisão bibliográfica, trazendo pontos sobre cegueira, ensino de artes, Tecnologia Assistiva e imagens audiotáteis. Em seguida, identificou-se a lacuna através dos resultados de uma RBS.

Foi identificado que o uso de imagens audiotáteis na educação é escasso. No caso do ensino artístico, este não é usado ou, ao menos, não é documentado em publicações científicas. Devido a falta de publicações, para a discussão, os exemplos utilizados foram de imagens táteis aplicadas ao ensino artístico, e de imagens audiotáteis em áreas adjacentes, como museus e arquitetura histórica. Através dos exemplos, construiu-se o argumento sobre a importância de se fazer uso de imagens audiotáteis no ensino de artes para estudantes cegos.

Assim, a reflexão iniciada no artigo abre portas para outras investigações sobre o tema. Como pesquisas futuras, indica-se o aprofundamento no contexto brasileiro e o desenvolvimento de protótipos.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à CAPES pelas bolsas de mestrado e doutorado concedidas, viabilizando a pesquisa e Rede de Pesquisa e Desenvolvimento e Tecnologia Assistiva – RPDTA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD HAMID, N. N.; EDWARDS, A. D. N. Facilitating route learning using interactive audio-tactile maps for blind and visually impaired people. In: CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SCIENCE, 2013, Paris, França. **Anais...** Nova Iorque: Association for Computing Machinery, 2013.

AMIRALIAN, M. L. T. M. **Deficiência visual: perspectivas na contemporaneidade.** São Paulo: Vetor, 2009.

ANAGNOSTAKIS, G., ANTONIOU, M., KARDAMITSI, E., SCHINIDIS, T., KOUTSABASIS, P., STAVRAKIS, M., VOSINAKIS, S., & ZISSIS, D. Accessible museum collections for the visually impaired: Combining tactile exploration, audio descriptions and mobile gestures. In: MOBILE HCI, 2016, Florença, Itália. **Anais...** Nova Iorque: Association for Computing Machinery, 2016.

ANSALDI, B. Touching and ‘feeling’ the feast of herod by Benozzo Gozzoli: a multisensory communication strategy unveiling the secrets of painted spaces to the blind. In: 19TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOMETRY AND GRAPHICS, 2020, São Paulo, Brasil. **Anais...** Cham: Springer, 2020.

ARAÚJO, M. D. X.; SANTOS, D. M. Fotografia Tátil: Desenvolvimento de modelos táteis a partir de fotografias com a utilização de impressora 3D. **Revista Brasileira de Design da Informação.** São Paulo, v. 12, n. 1, p. 62 - 76, 2015.

BARBOSA, A. M. **Arte-educação no Brasil.** São Paulo: Editora Perspectiva, 2019.

BATISTA, A. T.; LEITE, A. Y. S.; FERREIRA, R. C. **Recursos didáticos utilizados nas aulas de artes visuais para deficientes visuais na Escola Estadual José Firmo do Nascimento.** 60 f. TCC (Graduação) – Curso de Licenciatura em Artes Visuais, Universidade Federal do Amapá,

Macapá, 2017. Disponível em: . Acesso em: <https://www2.unifap.br/artes/files/2019/05/Monografia-finalizada-2017.pdf>. 25 jan. 2021.

BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/>. Acesso em: 17 ago. 2019.

D'AGNANO, F.; BALLETTI, C.; GUERRA, F.; VERNIER, P. Tooteko: a case study of augmented reality for an accessible cultural heritage. Digitization, 3d printing and sensors for an audio-tactile experience. **ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v.XL-5/W4, p.207-213, 2015.

GÖTZELMANN, T. Visually augmented audio-tactile graphics for visually impaired people. **ACM Transactions on Accessible Computing**, v.11, n.2, a.8, 2018.

GÖTZELMANN, T.; WINKLER, K. SmartTactMaps: a smartphone-based approach to support blind persons in exploring tactile maps. In: 8TH ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERSVASIVE TECHNOLOGIES RELATED TO ASSISTIVE ENVIRONMENTS, 2015, Corfu, Grécia. **Anais...** Nova Iorque: Association for Computing Machinery, 2015.

HEIDRICH, R. O.; RADAI, K. S. **Tabuleiro da geografia**: protótipo de jogo para crianças deficientes visuais. 13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Joinville, 2018. Disponível em: http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/ped2018/2.2_ACO_27.pdf. Acesso em: 25 jan. 2021.

HOLLOWAY, L.; MARRIOTT, K.; BUTLER, M. Accessible maps for the blind: Comparing 3D printed models with tactile graphics. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2018, Montreal, Canadá. **Anais...** Nova Iorque: Association for Computing Machinery, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010:** características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JACOB, E. M.; CARDOSO, F. A. **Vamos brincar?** Material lúdico-pedagógico voltado para crianças cegas e de baixa visão em fase de escolarização. 13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Joinville, 2018. Disponível em: http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east1.amazonaws.com/designproceedings/ped2018/4.3_ACO_52.pdf.

LEPORINI, B.; ROSSETTI, V.; FURFARI, F.; PELAGATTI, S.; QUARTA, A. Design guidelines for an interactive 3D model as a supporting tool for exploring a cultural site by visually impaired and sighted people. **ACM Transactions on Accessible Computing**, v.13, n. 3, a.9, 2020.

LIMA, E. C. **O aluno com deficiência visual.** São Paulo: Fundação Dorina Nowill para Cegos, 2019.

MOREIRA, G. R.; PERIOTTO, T. C.; TENÓRIO, N. Criação e compartilhamento do conhecimento usando tecnologia de impressão 3D em obras de arte para o aluno deficiente visual. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, 2020.

MUNIZ, J. P. S. **Imagens tridimensionais acessíveis aplicadas para o ensino de artes:** uma revisão bibliográfica sistemática. Curitiba, 2020. Trabalho não publicado.

NAÇÕES UNIDAS. **The invisibility of disability.** Disponível em: . Acesso em 25 jan. 2021.

QUERO, L.; BARTOLOMÉ, J.; LEE, S.; HAN, E.; KIM, S.; CHO, J. An Interactive Multimodal Guide to Improve Art Accessibility for Blind People. In: 20TH INTERNATIONAL ACM SIGACCESS CONFERENCE ON COMPUTERS AND ACCESSIBILITY, 2018, Galway, Irlanda. **Anais...** Nova Iorque: Association for Computing Machinery, 2018.

RAMOS, R. **Inclusão na prática:** estratégias eficazes para a educação inclusiva. São Paulo: Summus, 2016.

RIBEIRO, D. B.; MORAES, V. B.; FAVERE, M. J. **A instituição escolar: função, organização e legislação.** Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI, 2013.

ROCHA, A. N. D. C.; DELIBERATO, D. Tecnologia assistiva para criança com paralisia cerebral na escola: Identificação das necessidades. **Rev. Bras. Ed. Esp.**, Marília, v. 18, n.1, p. 71- 92, Jan.-Mar., 2012.

ROSSETTI, V.; FURFARI, F.; LEPORINI, B.; PELAGATTI, S.; QUARTA, A. Enabling Access to Cultural Heritage for the visually impaired: An Interactive 3D model of a Cultural Site. **Procedia Computer Science**, v. 130, p. 383-391, 2018a.

ROSSETTI, V.; FURFARI, F.; LEPORINI, B.; PELAGATTI, S.; QUARTA, A. **Smart Cultural Site: An Interactive 3d Model Accessible to People with Visual Impairment.** **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v.364, n.1, jun., 2018b.

SANCHES, E. C. P. **Modelo de tradução para acessibilidade de imagens estáticas de objetos de aprendizagem através de impressão tridimensional.** 2018, 193p. Dissertação (Mestrado em Design). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

APLICAÇÃO DO KIT PEDAGÓGICO SEE COLOR COMO FERRAMENTA INCLUSIVA EM TURMAS DE ENSINO FUNDAMENTAL

MARCHI, Sandra Regina¹
BROGIN, Bruna²
OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro³

RESUMO

A percepção de cores por pessoas com deficiência visual é tema de pesquisas que objetivam desenvolver Tecnologias Assistivas que permitam o acesso as cores por meio do tato, como o código de cores See Color. Alguns testes foram desenvolvidos com pessoas cegas e com baixa visão, e identificaram sua eficácia, já este artigo objetivou a aplicação do See Color em escolas públicas de Curitiba com 81 alunos de visão normal com idades entre 9 e 15 anos, que testaram o código com os olhos vendados, a fim de avaliar a compreensão e memorização da cor.

1 Departamento de Pós-graduação em Design, UFPR, marchi.sandra@email.com.br

2 Departamento de Pós-graduação em Design, UFPR, brunabrogina@gmail.com

3 Departamento Pós-graduação em Engenharia Mecânica, UFPR, lucia.demec@ufpr.br
Correspondência: Rua, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 230 - Centro Politécnico, Bloco IV,
Curitiba - PR, 81530-000

Palavras-chave: See Color, Tecnologia Assistiva, Deficiência Visual, Pedagogia Inclusiva.

ABSTRACT

The perception of colors by people with visual impairments is the subject of research that aims to develop Assistive Technologies that allow access to colors through touch, such as the See Color color code. Some tests were developed with blind and low vision people, and identified their effectiveness, since this article aimed to apply See Color in public schools in Curitiba with 81 students with normal vision aged between 9 and 15 years, who tested the code with blindfolded in order to assess color understanding and memorization.

Palavras-chave: See Color, Assistive Technology, Visual Impairment, Inclusive Pedagogy.

1. INTRODUÇÃO

Recentes pesquisas apontam para a progressiva preocupação com a qualidade de vida das pessoas com deficiência e a excelência dos serviços e tecnologias voltadas para estas, o que se caracteriza como um indicativo de desenvolvimento econômico e educacional dos países (KEATES; CLARKSON, 2003; CLARKSON, 2008; DURSIN, 2012; PLOS et al. 2012; GUAL et al., 2012, 2014, 2015; RAMSAMY-IRANAH et al., 2016; STOA, 2018; SAGAWA; OKUDERA; ASHIZAWA, 2019).

A qualidade de vida desta população perpassa a educação e as Tecnologias Assistivas que promovem a inclusão em sala de aula, o desenvolvimento do conteúdo e a empatia entre os alunos. A partir desta necessidade foi desenvolvido um material pedagógico

inclusivo, o Kit Pedagógico See Color (MARCHI, 2019), que propicia aos deficientes visuais estudar a cor através do tato, bem como identificá-las em tudo que seja palpável.

O sistema See Color é composto por um conjunto de elementos/símbolos que foi desenvolvido a partir da Teoria das Cores, utilizando os triângulos cromáticos como referência espacial e tridimensional, sendo um instrumento de TA, que objetiva comunicar as cores dos objetos através do contato tátil. Este código pode ser impresso diretamente sobre quaisquer objetos e materiais, como por exemplo: materiais didáticos/escolares, livros, obras de arte, objetos de decoração, embalagens, etiquetas ou colados/aplicados sobre etiquetas, sobre os produtos em materiais diversos (MARCHI, 2019).

Este sistema apresenta como princípio a estrutura de cor de Munsell representada. Assim, o código de cores tátil See Color, busca representar a posição da cor do espectro, transpondo-o para o código posicional de cada cor, conforme demonstra a Figura 1. Fazendo-se assim uma ideografia da cor, transformando o conceito em um símbolo representativo, utilizando o seu dimensional nas mesmas proporções do código Braille, estabelecidas na NBR 9050 (BRASIL, 2015).

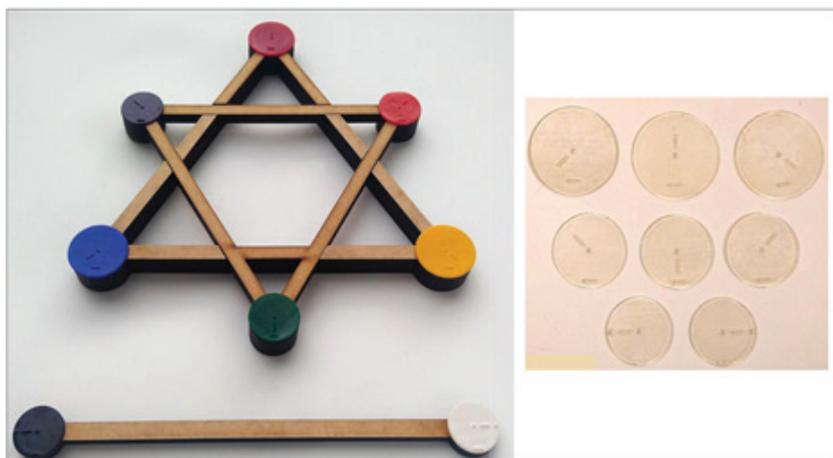


Figura 1. Material pedagógico See Color e placas em resina acrílica com o código See Color em relevo. Fonte: Marchi (2019).

Como a cor é um recurso empregado para a memorização de conteúdos em todas as disciplinas escolares, daí a importância de utilizar um material pedagógico que possa envolver a todos, sendo assim, “inclusivo”. O See Color é um sistema de código de cores tátil inovador (INPI processo nº BR 1020170181740), com o objetivo de proporcionar o aprendizado e a identificação das cores por pessoas cegas e com deficiência visual. Sendo um material projetado dentro do conceito do design universal e inclusivo, é adequado para ser utilizado por todos os alunos, ou seja, por pessoas cegas e pessoas com visão normal.

Desta forma, buscou-se avaliar o código de cores tátil See Color e seu Kit Pedagógico com alunos do ensino fundamental da rede pública da região metropolitana de Curitiba - PR, como ferramenta inclusiva para o ensino de cores.

A avaliação foi realizada com 81 alunos de visão normal com idades entre 9 e 15 anos, que testaram o código com os olhos vendados, a fim de avaliar a compreensão da cor através do tato, bem como, a capacidade de memorização apoiada em um material tátil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A caracterização da pesquisa aponta para uma pesquisa de natureza aplicada, onde o código See Color foi ensinado a duas turmas de diferentes colégios da região de Curitiba -PR, em um colégio para uma turma do 8º ano e, em outro, para uma turma do 5º ano do ensino fundamental. Depois de aprenderem sobre a Teoria das Cores (cores primárias, secundárias, neutras e complementares), durante 10 minutos, eles foram divididos em grupos, tiveram um tempo para memorizar o código (5 minutos) e utilizaram o material tátil didático de modo lúdico, em forma de jogo, vendando os olhos de um colega, davam uma pecinha com o código em relevo para ele, que deveria acertar qual a cor do código que estava

impresso neste (Figuras 2A, 2B, 2C e 2D). Após todos do grupo testarem, cada aluno ganhou um protocolo onde foi pedido para dar uma nota de 0 a 5. Cinco significava que gostou muito do código, 0 significava que não gostou.

A forma de abordagem foi qualitativa, onde os dados coletados não se basearam no tempo em que cada aluno demorou para responder qual a cor do código, ou, quantas cores cada aluno acertou, visto que o tempo do experimento foi rápido. O objetivo era avaliar, por meio de observação, a interação dos alunos com o material didático e entre si, avaliando se o método promove a integração. A aplicação do referido código com pessoas com deficiência visual não foi alvo deste estudo, pois já foi avaliado por Marchi (2019). Foi observada, também, a aceitação dos alunos com relação ao método, para verificar se eles aprenderiam com facilidade e se iriam gostar do método, se entenderiam a utilização e se serviria como reforço da aprendizagem.

Os objetivos desta pesquisa foram descritivos, ou seja, visou descrever as características da amostra estudada e como foi a interação com o material didático See Color. Os procedimentos técnicos perpassaram a pesquisa bibliográfica, que foi realizada em bases de dados e na internet com os termos “código de cores”, “linguagem tátil de cores” e “sistemas de comunicação universal”, com os termos em português e inglês. Também foi realizado o levantamento de dados na medida em que os alunos responderam, em um protocolo, a nota que davam para o código testado.

Esta pesquisa foi realizada em três etapas, sendo a primeira a etapa de preparação, onde foram preparados os Kits Pedagógicos do See Color e do protocolo de coleta de dados; as pesquisadoras entraram em contato com diversas escolas da região de Curitiba e escolheram duas para aplicar a pesquisa, cujas equipes pedagógicas deram parecer favorável e apoio para o desenvolvimento da pesquisa. A segunda etapa foi a de aplicação, que se realizou no dia 10 de outubro de 2019 no Colégio Estadual São Paulo Apóstolo,

em Curitiba, para uma turma de 8º ano (Figuras 2C e 2D), e no dia 22 de novembro de 2019 no colégio Chafic Smaha (Figuras 2C e 2D), em Pinhais, para uma turma de 5º ano. A terceira etapa foi de avaliação dos dados e confronto dos dados com a bibliografia pesquisada.

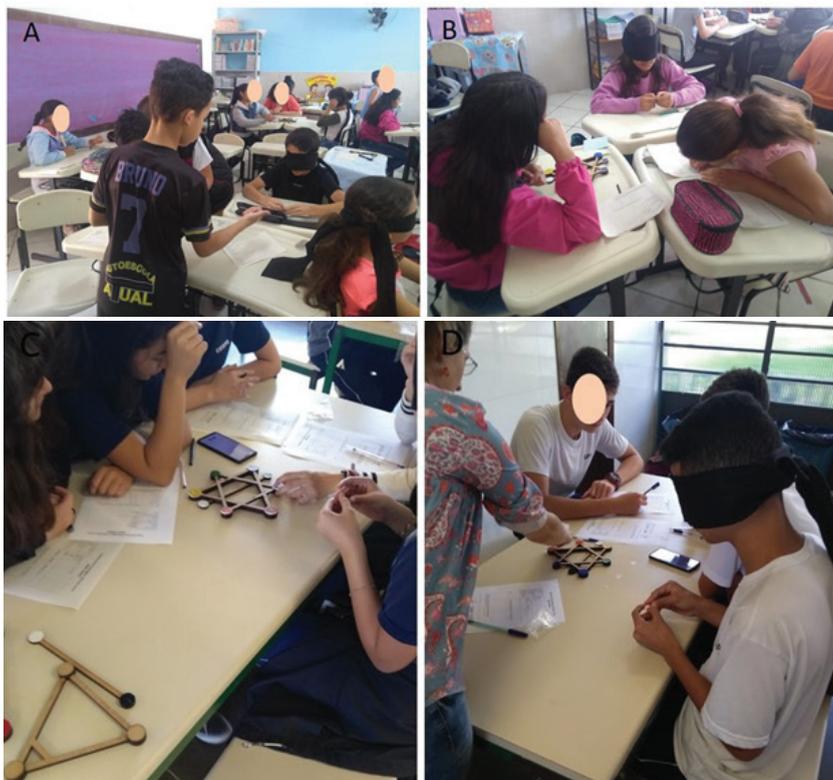


Figura 2A e 2B. Aplicação do método See Color com alunos do 5º ano.
Figura 2C e 2D. Aplicação do método See Color com alunos do 8º ano.
Fonte: As autoras (2019).

O Kit Pedagógico é composto por dois triângulos, um maior com as cores primárias (amarelo, azul e vermelho), uma em cada ponta; e um triângulo menor, com as três cores secundárias (lilás, laranja e verde), uma em cada ponta; uma haste com uma cor em cada ponta (branco e preto); cinco moldes vazados para aplicação

do código com tinta em diferentes superfícies; oito plaquinhas de resina com um código em relevo em cada uma (códigos em relevo nas cores: azul, amarelo, vermelho, verde, laranja, lilás, branco e preto), uma venda para os olhos em tecido preto, tudo organizado em uma caixa de madeira devidamente identificada, conforme Figura 3. O Kit Pedagógico See Color é propriedade das pesquisadoras e após a pesquisa cada escola recebeu gratuitamente um Kit Pedagógico.



Figura 3. Kit Pedagógico See Color.
Fonte: <https://seecolor.com.br/>

A amostra foi composta por 81 alunos, sendo 53 do 8º ano, destes 30 eram meninas e 23 eram meninos, quatro tinham 12 anos, trinta e cinco tinham 13 anos, nove tinham 14 anos e cinco tinham 15 anos, todos estudavam no período vespertino. Dos 28 alunos do 5º ano, 15 eram meninas e 13 eram meninos. Um tinha 9 anos, nove tinham 10 anos, dezesseis tinham 11 anos e dois tinham 12 anos, todos estudavam no período matutino. A realização da atividade se deu conforme descrito no Quadro 1.

Tempo	Atividade
15 min.	Palestra de explicação do método de cores see color e da dinâmica da atividade.
5 min.	Separação dos alunos em grupos de 3 a 5 alunos. Recebimento dos Kits Pedagógicos. Utilização dos <i>tags</i> com as cores see color para memorização.
30 min.	Um aluno tinha os olhos vendados com a faixa preta. Os outros escolhiam um <i>tag</i> aleatório com as cores see color . Os alunos entregavam os <i>tags</i> ao colega com olhos vendados. As cores see color deveriam ser identificadas por meio da função tátil pelo aluno com olhos vendados. A atividade era repetida com outro aluno da equipe
5 min.	Cada aluno ganhou um protocolo para inserir dados pessoais (nome, idade) e a nota para as cores táteis see color .

Quadro 1. Atividades realizadas por tempo, durante o levantamento de dados.

3. RESULTADOS

Embora os alunos de 5º e 8º ano estejam avançados nos estudos, notou-se que não sabiam dizer quais eram as cores primárias, secundárias, neutras e complementares, revelando que nunca houve um real aprendizado sobre cor. Estes dados contribuem para reforçar a observação que as pesquisadoras vêm tendo ao longo de anos de pesquisa, de que as pessoas, em geral, não têm domínio sobre este tema.

Com relação ao agrupamento dos alunos, percebeu-se a motivação em trabalhar em equipe. O recebimento do Kit Pedagógico, um por equipe, entusiasmou os alunos, que ficaram ávidos para conhecer o material, pegar, sentir e entender sua função. Eles disputaram as plaquinhas em resina com o código entre si, brincando para ver quem acertava a relação entre o código e a cor pela percepção tátil. Após os 5 minutos de memorização se desafiaram para ver quem acertava mais cores com os olhos vendados, escolhendo quem iria começar. Se ajudavam para inserir a venda e combinavam entre si qual o código que seria dado para o colega vendado identificar.

As pesquisadoras perceberam que os meninos disputavam entre si para ver quem identificava mais rápido o código, enquanto as meninas estavam mais focadas nos acertos do que no tempo gasto. Foi constatado que o tempo gasto para identificação da cor pelo tato durou entre 3 segundos e 1 minuto. Cada aluno identificava cerca de quatro cores, na sequência retirava a venda para outro colega inserir e realizar a atividade. Todos ficavam interessados em experimentar a sensação de cegueira e o tato, sem perceber viviam um momento de empatia se colocando no lugar de pessoas cegas ou com deficiência visual.

Com relação aos dados coletados no protocolo, dos 53 alunos do 8º ano que participaram e responderam à pesquisa, três deram nota 3 para o See Color, dez deram nota 4, trinta e sete deram nota 5 e três não responderam. Dos 28 alunos do 5º ano que participaram da pesquisa, três atribuíram nota 4 ao See Color e vinte e cinco atribuíram nota 5. Ao total 76% dos respondentes deram nota máxima para o código revelando que gostaram muito de conhecê-lo. 16% disseram que gostaram no código, 4% foram indiferentes e 4% não responderam.

No fechamento da atividade os alunos estavam empolgados, alguns competiram para ver quem acertou mais cores, outros comentaram em voz alta que percebiam a importância do código para que pessoas com deficiência visual identificassem a cor de objetos em geral. Questionados sobre onde era importante a utilização do código, surgiram várias respostas, desde roupas, sapatos (tênis) e acessórios, até brinquedos, comidas, maquiagem, peruca, capinha de celular, material escolar (lápiz de cor), objetos de plástico, em potes de tinta, esmaltes, latas de lixo e remédios.

4. DISCUSSÃO

Material pedagógico é todo e qualquer recurso utilizado em sala de aula com uma finalidade específica de ensino e aprendizagem. A utilização de recursos adequados proporciona aos alunos com necessidades especiais uma educação análoga à dos demais alunos onde eles possuem capacidade suficiente para compreender o conteúdo (JESUS et al., 2016).

A educação inclusiva prevê o uso de diferentes materiais pedagógicos para alcançar um mesmo objetivo de ensino. Nesse caso, a referência para a escolha e desenvolvimento de atividades deve ser o próprio estudante, suas necessidades (baseadas em características físicas, sensoriais ou outras), seus interesses e habilidades, visando sempre a equiparação de oportunidades.

Em sala de aula, os materiais pedagógicos precisam favorecer a aquisição dos conhecimentos. Para a pessoa com deficiência visual tais recursos devem estar adequados ao seu referencial perceptual, que é desconhecido às pessoas de visão normal. Dessa maneira a adaptação de material pedagógico para alunos com deficiência visual está de acordo com os objetivos do processo de inclusão escolar, que visa oferecer as mesmas oportunidades de aprendizagem a todos os alunos (VAZ et al., 2012).

5. CONCLUSÕES

Concluiu-se, neste levantamento de dados com as turmas de 5º e 8º ano de escolas de ensino fundamental, que o See Color e seu Kit Pedagógico compõe uma ferramenta muito útil para o ensino da cor para crianças e adolescentes com e sem deficiência visual, promovendo a integração entre os discentes, a inclusão social, o aprimoramento da percepção tátil e desenvolvendo a empatia.

AGRADECIMENTOS

Ao Colégio Estadual São Paulo Apóstolo, à Escola Municipal Chafic Smaka, à Rede de Pesquisa e Desenvolvimento e Tecnologia Assistiva – RPDTA e ao CNPq por fomentar este estudo (Processo: 152026/2019-3).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. ABNT, NBR. 9050: 2015. **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 3ª Ed. Rio de Janeiro, 2015.

CLARKSON, J. **Human capability and product design**. Product Experience. Cambridge, UK, 2008.

DURSIN, A. G. **Information design and education for visually impaired and blind people**. Procedia – Social and Behavioral Sciences 46, p. 5568-5572, 2012.

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. **The effect of volumetric (3D) tactile symbols within inclusive tactile maps**. Applied Ergonomics 48, 2015.

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. **Three-dimensional Tactile Symbols Produced by 3D Printing: Improving the process of memorizing a tactile map key**. British Journal of Visual Impairment, v. 32(3) 263 –278, 2014.

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. **Analysis of Volumetric Tactile Symbols Produced with 3D Printing**. ACHI 2012: The Fifth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, 2012.

JESUS, F. D.; FARIA, B. P.; SILVA, T. L. M.; NASCIMENTO, M. do S. V. **Uma proposta de material didático para a educação inclusiva**. Ciclo Revista, [S.l.], set. 2016. ISSN 2526-8082. Disponível em: <<https://www.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/ciclo/article/view/315/228>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

KEATES, S.; CLARKSON, J. **Countering Design Exclusion: an Introduction to Inclusive Design**. Springer, London, 2003.

MARCHI, S. R.; OKIMOTO, M.; CINELLI, M. J.; PAREDES, R. S. C.; MOLINI, G. R. L. **Representação tridimensional cromática e sistema de código de cores para pessoas cegas ou com baixa visão**. 2017, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020170181740, INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 24/08/2017.

MARCHI, S. R. **Design Universal de Código de Cores Tátil: Contribuição de Acessibilidade para Pessoas com Deficiência Visual**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

PLOS, O. A. B.; BUISINE, S.; AOUSSAT, A.; MANTELET, F.; DUMAS, C. **A Universalist Strategy for the Design of Assistive Technology**. International Journal of Industrial Ergonomics 42, 533-541, 2012.

RAMSAMY-IRANAH, S. R.; MAGUIRE, M.; GARDNER, J.; ROSUNEE, S.; KISTAMAH, N. **A comparison of three materials used for tactile symbols to communicate colour to children and young people with visual impairments**. British Journal of Visual Impairment, v.34 (1), p. 54 – 71, 2016.

SAGAWA K.; OKUDERA, S.; ASHIZAWA, S. **A Tactile Tag to Identify Color of Clothes for People with Visual Disabilities**. Springer Nature Switzerland. Eds.: IEA 2018, AISC 824, pp. 1420–1427, 2019.

STOA. Science and Technology Options Assessment. **Assistive Technologies for people with disabilities**. European Parliamentary Research Service, European Parliament. PE 603.218; ISBN 978-92-846-2352-5; doi: 10.2861/422217; QA-06-17-411-EN-N, 2018.

VAZ, J. M. C.; PAULINO, A. L. de S.; BAZON, F. V. M.; KIILL K. B.; OLANDO, T. C.; REIS, M. X. dos R.; MELLO, C. **Material Didático para Ensino de Biologia: Possibilidades de Inclusão**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Vol. 12, No3, 2012.

DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO PARAPÓDIUM COM BASE NO PROCESSO OPEN HARDWARE

CATECATI, Tiago¹
MORAES, Graziela Guzi²
BORTOLAN, Giovana Mara Zugliani³
PAPST, Maria Carolina⁴
PERA, João Henrique Pavesi⁵
CROCE, Theodoro Ian⁶
MAGER, Gabriela Botelho⁷
FERREIRA, Marcelo Gitirana Gomes⁸

RESUMO

Os métodos de design podem auxiliar no desenvolvimento de tecnologias assistivas que atendam às necessidades de um público-alvo com base em suas capacidades e limitações. Este artigo apresenta

-
- 1 Doutor em Engenharia de Produção , UFSC, tcatecati@gmail.com
 - 2 Doutora em Engenharia de Materiais, UFSC, grazzi.guzzi@gmail.com
 - 3 Doutoranda em Design, UDESC, gmzugliani@gmail.com
 - 4 Graduada em Design de Produto, UDESC, mariacarolina.papst@gmail.com
 - 5 Graduando em Design de Produto, UDESC, joaohppera@gmail.com
 - 6 Graduando em Design de Produto, UDESC, theodoroian@hotmail.com
 - 7 Departamento de Design, UDESC, gabrielamager@gmail.com
 - 8 Departamento de Design, UDESC, marcelo.gitirana@gmail.com
- Correspondência: Avenida Buriti, 680 - 705B, Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 88034-500

um parapódium de baixo custo para crianças com doenças neuromusculares em reabilitação no Centro Catarinense de Reabilitação (CCR) em Florianópolis-Brasil. Metodologicamente, a pesquisa segue a Design Research Methodology (DRM). Os profissionais de saúde da CCR avaliaram o parapódium e seu design foi aprimorado. Este projeto está disponível gratuitamente para pais, responsáveis e instituições que tenham interesse em reproduzi-lo.

Palavras-chave: Parapódium, tecnologia assistiva, doenças neuromusculares, Design aberto, reabilitação.

ABSTRACT

Design methods can assist the development of assistive technologies that meet the needs of a target audience based on their capabilities and limitations. This paper presents a low-cost parapodium for children with neuromuscular diseases undergoing rehabilitation at the Centro Catarinense de Reabilitação (CCR) in Florianópolis-Brazil. Methodologically, the research follows a Design Research Methodology (DRM). CCR health professionals evaluated the parapodium and its design was improved. This project is freely available to parents, caregivers and institutions that are interested in reproducing it.

Keywords: Parapodium, assistive technology, neuromuscular diseases, open hardware, rehabilitation.

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias assistivas (TA) consistem em dispositivos, serviços e/ou estratégias para proporcionar maior autonomia e qualidade de vida para incluir, aperfeiçoar a funcionalidade e ampliar

a capacidade de pessoas que possuem algum tipo de deficiência (GARCIA et al., 2012; COOK; POLGAR, 2008).

Neste sentido, o Laboratório de Interfaces e Interações em Tecnologia Assistiva (Li2TA) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) em parceria com o Centro Catarinense de Reabilitação (CCR), identificou a necessidade da elaboração de um dispositivo Parapódium para o atendimento e reabilitação de pacientes com doenças neuromusculares. Tendo em vista que o Parapódium é uma tecnologia assistiva que auxilia e promove o alongamento dos membros inferiores, por meio deste dispositivo também é possível realizar atividades seguras que promovem e estimulam dos membros superiores. Assim, os pacientes conseguem se apoiar confortavelmente para desenvolver atividades lúdicas que ativam os movimentos motores dos braços e mãos.

Sendo assim, para o desenvolvimento do Parapódium foi utilizada a metodologia *Design Research Methodology* (DRM) pelo processo *Open Hardware* (Design Aberto). Dessa forma, os objetivos deste trabalho consistiram em propor um processo de Design aberto à participação de especialistas, usuários e familiares para fomentar a transferência de conhecimento, realizar uma avaliação profunda além de validar o dispositivo médico (Parapódium). Foram coletadas informações por meio de entrevistas e registros *in-loco* durante a interação dos pacientes com o Parapódium para que assim fossem realizadas alterações com base no feedback da equipe de saúde e dos familiares.

Após os ajustes e finalizado o protótipo, o projeto do Parapódium foi disponibilizado para o uso dos pacientes da Neuroreabilitação do CCR, com o mesmo perfil da criança modelo. O modelo digital contendo o arquivo final com as medidas aprimoradas e aprovadas, foi disponibilizado para os familiares interessados em adquirir o Parapódium.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.2 *Parapodium*

O Parapodium consiste em um dispositivo de tecnologia assistiva que auxilia a posição em pé, de forma simétrica, de pacientes com doenças neuromusculares, de modo a garantir a integridade dos tecidos (MEZA, 2016; GARCIA et al., 2012). Além disso, o Parapodium gera ao usuário maior autonomia, pois, comparado com outros dispositivos como muletas, este proporciona ao paciente uma gama maior de atividades que possam ser realizadas (MOTLOCH, 1971).

O dispositivo apresenta benefícios como, promover o fortalecimento corporal na posição ereta e auxiliar o sistema respiratório, circulatório e digestivo (MEZA, 2016). Segundo Liptak et al. (1992), crianças que utilizam cadeiras de roda em conjunto com o Parapodium possuem menos refluxo e hidronefrose comparado a crianças que utilizam somente cadeiras de rodas. Os autores (1992) explicam que a posição em pé promove melhor drenagem no trato urinário. Ademais, possuem menos contraturas no quadril e menor probabilidade de fraturas patológicas, pois a posição ereta auxilia no desenvolvimento ósseo, além de auxiliar no equilíbrio (LIPTAK et al., 1992; SARAÍ e ODÍN, 2015).

Em síntese, Meza (2016, p. 20) afirma que este dispositivo proporciona uma maior “adequação postural para as pessoas com paralisia cerebral, ou algum tipo de disfunção neuromotora”, pois fortalece a musculatura do corpo como um todo e evita possíveis deformidades aos membros inferiores. Além disso, possibilita a funcionalidade dos membros superiores, aprimorando o contato do usuário com o meio, o que ocasionando, principalmente, em uma melhora no ambiente escolar e na inclusão social.

A construção de um Parapódium, de acordo com Saraí e Odin (2015), é composta por um mecanismo que se estende da região

torácica até os pés gerando apoio ao tronco e aos membros inferiores. Os autores descrevem os principais componentes de um Parapódium que são: (1) faixa pélvica, que cobre as regiões glúteas e sacras; (2) uma extensão torácica com apoiadores anteriores e posteriores, (3) articulações bilaterais para joelho e quadril, (4) placas modeladoras para coxa e panturrilha, (5) auxílio para coxa posterior em material rígido e (6) fios que conectam os dois mecanismos de articulações do quadril.

Garcia et al. (2012) analisaram cinco dispositivos do tipo Parapódium disponíveis no mercado, e elencou pontos importantes para o aprimoramento na elaboração de um dispositivo, como: proporcionar segurança ao usuário; dispositivo leve e com alta resistência de materiais; opção de mesa de atividades com ajuste de altura e inclinação, facilidade de montagem, manutenção e baixo custo (muitos dos dispositivos encontrados são altamente caros e inviáveis a população de perfil sócio econômico vulnerável).

2.3 Open Hardware

Originalmente o conceito de *Open Hardware* ou Código aberto foi relacionado a *software*, no entanto, o termo está cada vez mais relacionado a *hardware* (*Open Design* ou Design Aberto). Trata-se de um princípio pelo qual todos os aspectos de um produto ou serviço são disponibilizados gratuitamente ao público para uso e modificação (NOVAK, 2019).

O Design Aberto pode ser aberto à participação (*Open-to-participate process*) ou compartilhados abertamente (*Openly shared*). Os processos abertos à participação se referem a processos de design colaborativos e contínuos, ou seja, abertos a participantes antes do compartilhamento de resultados. De modo diverso, os processos compartilhados abertamente (*openly shared*), referem-se a um indivíduo ou uma equipe que realiza o processo de design, a documentação

e, por fim, compartilha o resultado (BAKIRLIOGLU e KOHTALA, 2019).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do projeto do Parapódium teve como base a metodologia DRM, “*Design Research Methodology*” (Metodologia de Pesquisa em Design, em tradução livre), desenvolvida por Blessing e Chakrabarti (2009), na qual visa a compreensão do Design e a reflexão da própria pesquisa, usando como suporte vários tipos de pesquisas e indicadores de outras disciplinas. O objetivo da pesquisa em design é desenvolver o conhecimento para tornar o design mais eficaz, eficiente e permitir que a sua prática possibilite o desenvolvimento de produtos bem-sucedidos (CHAKRABARTI, 2010).

A DRM é formada por um conjunto de quatro estágios utilizados para desenvolver uma pesquisa: Estágio (1) Critérios da pesquisa (CP), tem como finalidade oferecer uma revisão de literatura que suporte a pesquisa. Trata-se da classificação do que significa o objeto de pesquisa; (2) Estudo Descritivo I (ED-I), objetiva expandir o entendimento em nível mais profundo, ou seja, compreender aspectos relevantes do fenômeno estudado; (3) Estudo Prescritivo (EP), estágio no qual o pesquisador atua para melhorar o cenário atual em busca do cenário ideal, isto é, analisar quais aspectos podem ser melhorados e desenvolver propostas para essas melhorias; e (4) Estudo Descritivo II (ED-II), que irá avaliar o desempenho da solução oferecida no estágio prescritivo. (CHAKRABARTI, 2010).

A Figura 01 mostra como foram aplicadas as etapas da metodologia DRM.



Figura 1. Etapas da Metodologia
 Fonte: Os autores (2020). Adaptado de Rosa (2017).

A metodologia está dividida em quatro etapas. Na primeira etapa, (1) Clarificação da Pesquisa, foi realizada coleta de dados por meio de pesquisa bibliográfica (livros, artigos científicos, teses e dissertações) e nas bases do Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Na segunda etapa, (2) Estudo Descritivo I, estabeleceram objetivos específicos e delineou-se a metodologia de desenvolvimento aberto a participação da equipe de saúde, usuários e familiares. Na terceira etapa, (3) Estudo Prescritivo, foram realizadas visitas ao Centro

Catarinense de Reabilitação (CCR), especificamente a sala de neuroreabilitação para observação de interação dos pacientes com o Parapódium, utilizando técnicas e ferramentas de coleta de informações (entrevistas e registros). Nesta etapa, a primeira versão do dispositivo foi submetida a avaliação da equipe médica, usuários e familiares. A quarta etapa, (4) Estudo Descritivo II, iniciou-se com uma nova revisão da literatura, a partir das solicitações apresentadas e a realização das adaptações.

3.1 Amostra

A ala da Neuroreabilitação infantil do CCR atende pacientes com faixa etária do 0 (zero) aos 14 anos. Para o desenvolvimento da primeira versão do parapodium foram coletadas as medidas antropométricas de um paciente de sete anos com diagnóstico de mielomeningocele e paralisia cerebral. A mielomeningocele é a mais complexa de todas as malformações congênitas do Sistema Nervoso Central compatível com sobrevida prolongada, associando anomalias da coluna vertebral, encéfalo, nervos periféricos e sistema ósteo-articular (REIGEL e ROTENSTEIN, 1994). A criança apresentava dificuldades motoras para ficar em pé e caminhar, porque a condição faz perder os movimentos dos músculos que ficam abaixo da lesão. A criança utiliza cadeira de rodas e órteses para auxiliar na locomoção.

4. RESULTADOS

4.1 Construção do protótipo

Para a construção do Parapódium foram elencadas algumas funções (WARELL, 2001), como: funções estruturais, funções operativas e funções ergonômicas.

Com relação as funções estruturais, o intuito seria manter a criança em pé, com segurança e permitir o alongamento dos membros inferiores além de estimular capacidades que estariam limitadas sem o uso do dispositivo. Já as funções operacionais foram descritas de modo a possibilitar o trabalho com os membros superiores apoiados e desenvolvimento de atividades lúdicas, que ativam principalmente os movimentos motores das mãos. As funções ergonômicas buscaram permitir que a criança ficasse ereta e confortável de acordo com as dimensões corporais.

Assim, definidas as funções do Parapódium, o processo de escolha dos materiais foi determinado, prioritariamente, com base no perfil socioeconômico dos pacientes do CCR. Portanto, optou-se por materiais de baixo custo, baixa densidade, de fácil manuseio, uso comum e com possibilidade de construção na Universidade.

Foi elaborado um modelo virtual 3D e ajustada as dimensões de uma chapa de MDF de 3m^2 ($2\text{m} \times 1,5\text{m}$). Os componentes principais para a construção foram: (1) extensão torácica, (2) faixa pélvica, (3) mesa de apoio, (4) suporte lateral de mesa, (5) apoio de cabeça, (6) apoio de pernas, (7) suporte para pés e (8) rodízio com freio.

A Figura 03 mostra com detalhes a primeira versão do Parapódium por meio de desenho técnico e imagem do protótipo funcional.

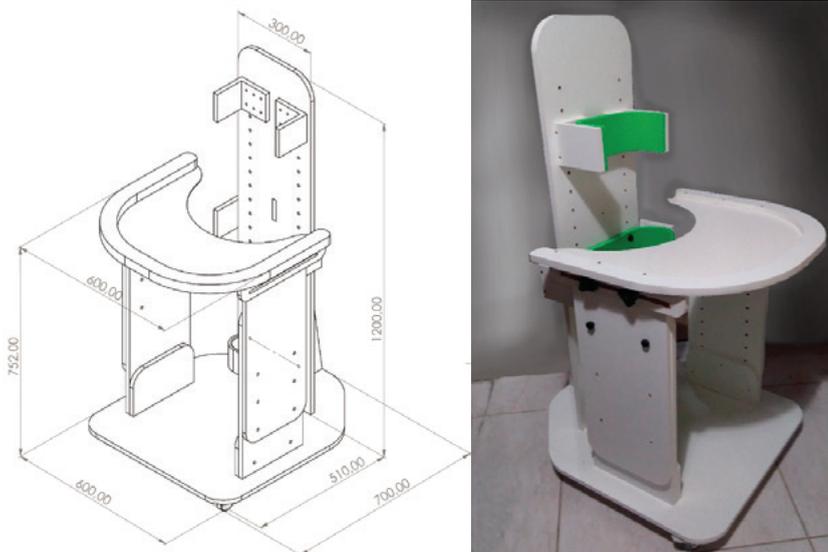


Figura 2. Primeira versão do Parapodium
Fonte: Os autores (2020).

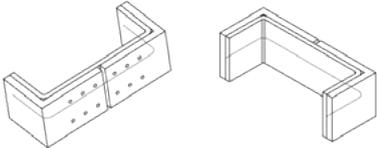
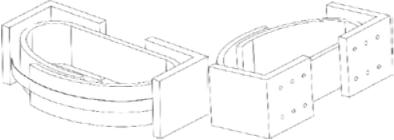
4.2 Aplicação no CCR

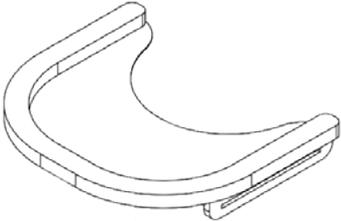
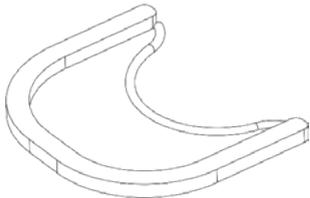
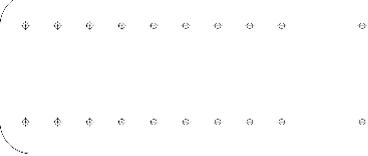
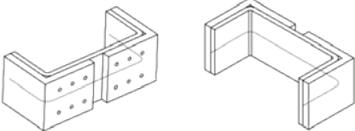
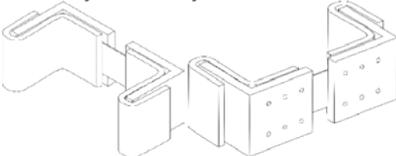
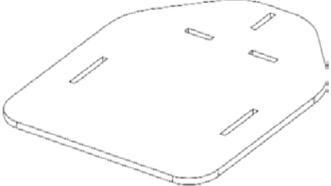
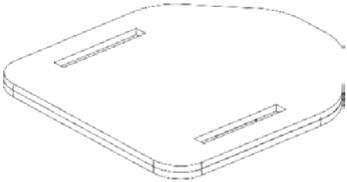
As reuniões de apresentação do Parapódium foram agendadas previamente com a equipe de saúde, com as crianças (usuários) e com os familiares. Os encontros foram realizados para testar e avaliar o dispositivo. Após a chegada da criança e dos familiares, iniciou-se o processo de adaptação ao dispositivo. Em um primeiro momento as fisioterapeutas responsáveis apresentaram o dispositivo para o conhecimento da criança. Em seguida, iniciaram o processo de colocar a criança no Parapódium e verificar como ela interagia ao dispositivo.

Na primeira interação, houve algumas limitações devido a agitação e medo da criança. Pode-se perceber que a retirada da criança do dispositivo não era rápida e atrapalharia o dia-a-dia dos pais ou da equipe de saúde. Os componentes envolvidos na retirada da criança são principalmente: (2) faixa pélvica e (3) mesa de apoio.

Na primeira versão, a mesa de suporte que era parafusada passou a ser fixada com velcro, o que facilitou a retirada rápida da criança. A mesa recebeu espuma na região de contato com a criança para tornar mais confortável. A (2) faixa pélvica apresentava dimensões muito grandes e foi substituída por uma peça igual ao apoio de cabeça. Tendo em vista que a criança não permanecia muito confortável e encaixada, a (2) faixa pélvica foi substituída por faixas com dimensões maiores de EVA e faixas elásticas. Foi realizado um corte para diminuição das duas peças de MDF e aumento das faixas de EVA. Juntamente, foi acrescentada uma faixa elástica, de modo a tornar o ajuste mais confortável. Além disso, foi observado que as órteses tornozelo-pé sem solado que a criança estava usando deslizavam no suporte para pés. Deste modo, foi identificada a necessidade de incorporar um tapete de EVA removível.

O Quadro 03 detalha as sugestões apontadas e as modificações necessárias.

Primeira Versão	Alteração
1- Extensão torácica	Não houve alteração
<p data-bbox="197 947 597 1086">2- Faixa pélvica: As peças de MDF para ajuste da região pélvica estavam relativamente maiores para as dimensões da criança. Além disso, o tamanho das faixas de EVA não permitia um maior ajuste.</p> 	<p data-bbox="613 947 1014 1086">Foi realizado um corte para diminuição das duas peças de MDF e aumento das faixas de EVA. Foi acrescentada uma faixa elástica, de modo a tornar o ajuste mais confortável.</p> 

<p>3- Mesa de apoio: A fixação por parafusos causava dificuldade de abrir e fechar a mesa.</p> 	<p>Houve a substituição de parafusos por velcro. A mesa recebeu espuma na região de contato com a criança para conforto.</p> 
<p>4- Suporte lateral de mesa: O suporte lateral da mesa tinha poucos furos.</p> 	<p>Foram adicionados mais furos para permitir maiores ajustes e além da adição de uma trava para aumento da resistência.</p> 
<p>5- Apoio de cabeça: A peça apresentava cantos vivos em contato com o paciente e as faixas de EVA não esticavam o suficiente e pressionavam a parte de trás da cabeça da criança.</p> 	<p>A alteração foi o revestimento das peças com EVA e abertura para colocação de faixa elástica para permitir maiores ajustes sem pressionar a parte de trás da cabeça da criança.</p> 
<p>6- Apoio de perna</p>	<p>Não houve alteração</p>
<p>7 - Suporte para pés: O MDF como suporte para pés apresentava um risco de escorregamento, principalmente em crianças com órteses do tornozelo-pé.</p> 	<p>Foi adicionado um tapete removível para auxiliar na segurança da criança e impedir que esta deslize ao apoiar os pés no chão.</p> 
<p>8 - Rodízio com freio</p>	<p>Não houve alteração</p>

Quadro 1. Detalhes das alterações comparativas à primeira versão
Fonte: Os autores (2020).

A Figura 04 mostra a versão final do Parapódium com todas as modificações.

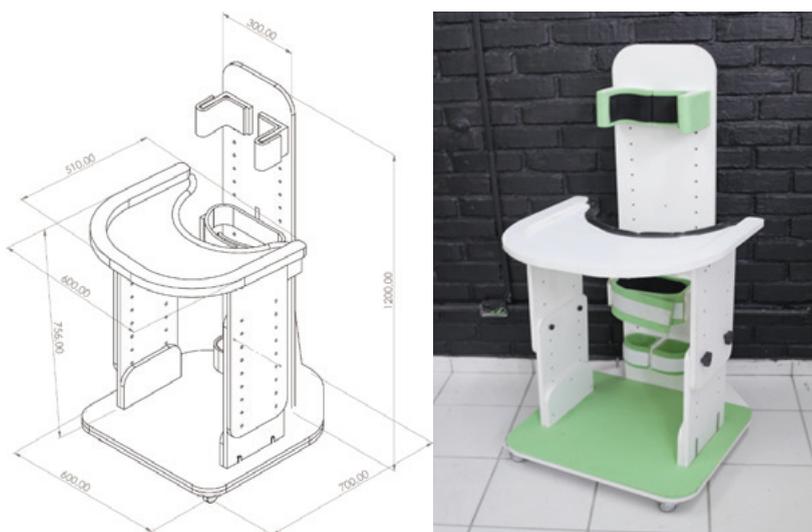


Figura 4. Versão final do Parapódium
Fonte: Os autores (2020).

A versão final aprimorada foi disponibilizada para o acesso de usuários da Neuroreabilitação do CCR, com o mesmo perfil da criança modelo, ou seja, crianças até sete anos de idade ou com altura de até 1,15 m. Além disso, o modelo digital, contendo o arquivo final com as medidas modificadas e aprovadas, foi disponibilizado para os familiares interessados em adquirir um Parapódium.

5. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou o desenvolvimento de um Parapódium para o Centro Catarinense de Reabilitação (CCR), com a finalidade de propor um dispositivo que atendesse as necessidades de pacientes com doenças neuromusculares. Com base na revisão de literatura e dados coletados de uma criança modelo, foi possível a

elaboração de um protótipo para a realização da etapa experimental. Nesta etapa, a criança modelo foi colocada no dispositivo, e a equipe de saúde e familiares puderam colaborar, de modo participativo, com sugestões de possíveis alterações que vieram a contribuir com os ajustes na segunda versão do protótipo.

Outra questão importante foi a utilização do método *Design Research Methodology* (DRM) pelo processo *Open Hardware* (Design Aberto). O Design Aberto é método que possibilita a inserção a participação ativa dos familiares e da equipe médica, que abordam contribuições significativas para o aprimoramento e validação do dispositivo, os quais foram os objetivos principais deste trabalho.

O dispositivo está disponível para a utilização de pacientes da Neuroreabilitação do CCR, e passará por futuras avaliações a cada seis meses de uso. Além disso, foi disponibilizado para os familiares e interessados, um modelo digital e arquivo com detalhes do projeto para que possam ser construídos outros dispositivos de Parapódium.

A validação do método contribuiu para a interação da Universidade e com a Instituição de Saúde. O método de compartilhamento de informações e tecnologia, possibilitará o desenvolvimento de outros dispositivos médicos necessários para a adequada reabilitação de usuários do SUS.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste artigo agradecem ao CNPq, FAPESC, CAPES, Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva - RPDITA, ao Programa de Pós-Graduação em Design da UDESC, e ao Centro Catarinense de Reabilitação pelo apoio na realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKIRLIOGLU, Y.; KOHTALA, C. Framing Open Design through Theoretical Concepts and Practical Applications: A Systematic Literature Review. **Human-Computer Interaction**, v. 34, n. 4-5, 2019.

BLESSING, L. T. M.; CHAKRABARTI, A. **DRM, a Design Research Methodology**. Londres: Springer, 2009.

CHAKRABARTI, A. A course for teaching design research methodology: AI EDAM - Artificial Intelligence for Engineering Design. **Analysis and Manufacturing**, v. 24, n. 3, p. 317-334, 2010.

COOK, A. M.; POLGAR, J. M.. Cook and Hussey's assistive technologies: principles and practice. 3.ed. Mosby Elsevier, 2008.

GARCIA, A. T. C.; PINTO, M. G.; ALENCAR, A. L. Desenvolvimento do projeto conceitual de um parapodium de baixo custo para crianças com paralisia cerebral. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As contribuições da Engenharia de Produção, n. 32, 2012, Bento Gonçalves, RS, Brasil. **Anais [...]** Bento Gonçalves: Abepro, 2012.

LIPTAK, G. S. et al. Mobility aids for children with high-level Myelomeningocele: Parapodium versus wheelchair. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 34, n. 9, p. 787-796, 1992.

MEZA, M. C. **Concepção de um dispositivo fisioterápico: parapodium mecanizado**. Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2016, 49 p.

MOTLOCH, W. The Parapodium: An Orthotic Device for Neuromuscular Disorders. **Artificial Limbs**, v. 15, n. 2, p. 36-47, 1971.

NOVAK, J. I. Self-directed learning in the age of open source, open hardware and 3D printing. In: Ubiquitous inclusive learning in a digital era, p. 154-178. 2019.

REIGEL, D.H.; ROTENSTEIN, D. Spina bifida. In CHEEK W.R.; MARLIN A.E.; MCLONE, D.G.; REIGEL, D.H.; WALKER, M.L. (eds.) **Pediatric Neurosurgery**. Surgery of the developing nervous system. 3^a ed. Philadelphia; Saunders, 1994. p.51-76.

ROSA, M. **Caracterização do design thinking visando sua integração com o processo de desenvolvimento de sistemas produto-serviço**. 2017. 355 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2017.

SARAÍ, Z. A. E.; ODÍN, R. F. J. **Auxiliar biomecânico de apoio al desplazamiento para individuos parapléjicos**. 2015. 80f. Tese (Propuesta de Trabajo Terminal em Ingeniero em Biónica) - Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria em Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA), México, 2015.

WARELL, A. Design Syntactics: A Contribution towards a theoretical framework for form design. In: International Conference on Engineering Design, n. 13, 2001, Glasgow, United Kingdom Glasgo. **Proceedings [...]** Glasgow: Professional Engineering Publishing, 2001.

DISPOSITIVOS AUXILIARES PARA VIDA INDEPENDENTE PERSONALIZADOS E PRODUZIDOS POR MANUFATURA ADITIVA

POIER, Paloma Hohmann¹
ARCE, Rodrigo Pulido²
DOURADO, João Vitor Leão Silveira
FOGGIATTO, José Aguiomar³

RESUMO

A utilização da manufatura aditiva para o desenvolvimento de dispositivos auxiliares para independência foi o foco deste estudo. São apresentados quatro estudos de caso com pessoas com deficiências nas mãos, ocasionadas por malformações ou amputações. Após levantamento da demanda em termos de atividade de interesse, foi realizada a aquisição da anatomia e posteriormente projetadas

-
- 1 Bolsista de doutorado do Programa de Pós Graduação de Engenharia Mecânica e de Materiais (PPGEM), UTFPR, palomahoh@gmail.com
 - 2 Aluno de Graduação do curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Mecânica da UTFPR, rodrigoparce@hotmail.com
 - 3 Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais (PPGEM), foggiatto@utfpr.edu.br
Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 – Ecoville - CEP 81280-340 - Curitiba - PR - Brasil - Bloco M - 1º andar - Sala EM 101

soluções personalizada e produzidas por Manufatura Aditiva. Com o uso dos produtos assistivos desenvolvidos as pessoas foram capazes de se engajar nas atividades de forma independente.

Palavras-chave: manufatura aditiva, dispositivos auxiliares para vida independente, produto assistivo.

ABSTRACT

The use of additive manufacturing for the development of auxiliary devices for independence was the focus of this study. Case studies are presented with people with hand disabilities caused by malformations or amputations. After surveying the demand in terms of the activity of interest, the anatomy was acquired and customized solutions were produced by Additive Manufacturing. With the use of the assistive products developed people were able to engage in activities independently.

Palavras-chave: Additive Manufacturing, assistive devices for daily living, Assistive products.

1. INTRODUÇÃO

Entre a gama de recursos e serviços que contemplam a Tecnologia Assistiva estão os dispositivos auxiliares para a vida independente. Também conhecidos como "adaptações", estes são empregados para facilitar ou proporcionar o desempenho ocupacional competente das pessoas com deficiência em suas atividades de interesse (CAVALCANTI; GALVÃO, 2007).

Os terapeutas ocupacionais são os profissionais envolvidos na concepção e aplicação de adaptações em diferente contextos,

especialmente para as Atividades de Vida Diária (AVD's), mas professores também utilizam destes recursos no contexto escolar (SARTORETTO; BERSCH, 2010) e muitas vezes as próprias pessoas com deficiência e seus cuidadores ou familiares confeccionam e aplicam esses recursos. De forma geral, são utilizados materiais alternativos para conceber os produtos adaptados. Estes são confeccionados de forma artesanal com materiais como o couro, o alumínio, a madeira, e o velcro, o PVC, garrafa “PET” (HOHMANN; CASSAPIAN, 2011) e os termoplásticos de baixa temperatura. Nem sempre existem métodos, moldes ou modelos para padronização dos resultados ou para a replicação dos dispositivos.

Neste cenário, observa-se o potencial do uso da Manufatura Aditiva para a produção destes produtos assistivos (SILVA; MAIA, 2014), especialmente devido a possibilidade de personalização anatômica, decorrente do uso da digitalização 3D dos segmentos corporais. Segundo Silva e Maia (2014) o uso destas tecnologias permite a criação de dispositivos anatomicamente compatíveis e com geometrias complexas. No caso de dispositivos auxiliares para vida independente personalizados, não foram encontrados trabalhos explorando esta aplicação. Portanto, o objetivo deste trabalho foi a aplicação da manufatura aditiva como forma de viabilização de produtos assistivos personalizados para auxílio da vida independente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo ocorreu durante a realização de estágio em Tecnologia Assistiva ofertado para alunos de Terapia Ocupacional da Universidade Federal do Paraná (UFPR), na Clínica Escola de Terapia Ocupacional da UFPR e em parceria com atividades de iniciação científica do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Duas instituições que

atendem pessoas com deficiência em Curitiba levantaram demandas para a confecção das adaptações personalizadas. Estas foram a escola em modalidade de Educação Especial Vivian Marçal e o Centro Hospitalar de Reabilitação Ana Carolina Moura Xavier, através dos serviços de terapia ocupacional.

Quatro pessoas com deficiência nas mãos, ocasionadas por malformações ou amputações foram atendidas (Quadro 1):

Caso 1 - Criança de dois anos com agenesia em ambas as mãos.
Caso 2 - Criança de 11 anos com malformação congênita no membro superior direito
Caso 3 - Criança de 10 anos com amputação transradial no membro superior direito por queimadura elétrica de alta voltagem
Caso 4 - Adulto com amputação no membro superior esquerdo causada por acidente de trabalho.

Quadro 1. Casos encaminhados para desenvolvimento de dispositivos auxiliares para vida independente

Para a condução dos projetos, foi empregado o fluxograma de Maia e Freitas (MAIA; FREITAS, 2014) para o desenvolvimento de tecnologia assistiva. A partir do mesmo foram realizadas as seguintes etapas:

Etapa 1 – Problematização - Realizadas avaliações iniciais com os participantes e ou cuidadores para responder às questões a respeito de suas características individuais e expectativas com relação ao dispositivo. Foram registradas as demandas principais em termos de atividade e elencadas as prioridades. Os participantes foram questionados com relação a preferência de cores ou outras personalizações possíveis. Analisou-se a forma de execução das atividades de interesse. Houve o registro das potencialidades e dificuldades para realização das mesmas. Foram discutidas as questões de posicionamento de membro superior e observações ergonômicas que pudessem influenciar no dispositivo a ser desenvolvido. Quando já havia uso de adaptação pelo cliente, esta era verificada com relação aos pontos positivos e as necessidades de alteração.

Por fim, foi realizada a aquisição da anatomia dos segmentos corporais para possibilitar a confecção de dispositivo personalizado (Figura 1). Para esta etapa foi utilizado o alginato para obtenção do molde e gesso para confecção do modelo do membro.



Figura 1. Aquisição da anatomia utilizando o alginato para confecção de molde para posterior uso do gesso para formação do modelo do coto.

Etapa 2 - Levantamento dos dados - Pesquisa de soluções comerciais e pesquisas similares para as demandas apresentadas pelos clientes na fase 1.

Etapa 3 - Análise dos dados - Discussão sobre os dados coletados com os clientes e análises das soluções encontradas. Definição dos requisitos. Digitalização 3D do modelo em gesso para em ambiente CAD para planejamento da inclusão dos elementos solicitados e dos aspectos ergonômicos, para posterior geração de alternativas. Na etapa de digitalização foi utilizada a

tecnologia de digitalização 3D a laser (equipamento Desktop 3D® 2020i da NextEngine).

Etapa 4 - Projetação do produto - Modelagem CAD da alternativa considerada mais adequada. As malhas de referência virtuais obtidas foram utilizadas na fase de modelagem CAD (Computer Aided Design) nos programas 3DS Max® 2016 da Autodesk e o SolidWorks® 2016 da Dassault Systèmes.

Etapa 5 - Avaliação e validação do produto - Avaliação da alternativa mais adequada com relação ao atendimento dos requisitos definidos.

Etapa 6 - Detalhamento do projeto - Modificações, inclusões e detalhamento do modelo virtual.

Etapa 7 - Planejamento para produção - Planejamento para impressão 3D - definição dos parâmetros, material, orientação de impressão, escolha da tecnologia mais adequada.

Etapa 8 - Produção do produto - impressão propriamente dita, pós-processamento e acabamento. Na etapa de fabricação, dois dispositivos (casos 1 e 2) foram fabricados em PLA (ácido polilático) na impressora 3D Cloner® da empresa Microbras Ltda., que opera com tecnologia de extrusão de material. Os outros 2 (casos 3 e 4) foram impressos em ABS na impressora 1 Impressora 3D Vantage i (Stratasys).

Etapa 9 - Avaliação da usabilidade - avaliação com os usuários e análise da atividade com a inclusão do dispositivo.

O resultado das intervenções nos quatro casos será apresentado na seção seguinte.

3. RESULTADOS

Caso 1 - Criança de dois anos com agenesia em ambas as mãos.

As demandas para o dispositivo, levantadas pela terapeuta ocupacional, foram apoiar lápis, pincel, giz e colher. A criança já utilizava uma adaptação para segurar colher (Figura 02a). Esta foi confeccionada com uma pulseira de tecido, fixada com velcro e cortada para a inclusão da colher. Entretanto, segundo a terapeuta ocupacional, a adaptação movia-se constantemente dificultando a atividade, era de difícil higienização e não podia ser utilizada para acoplar outros objetos.



a

b

Figura 2. a) Adaptação para uso da colher;
b) Criança utilizando a adaptação para uso da colher.

A partir do modelo digitalizado do coto (Figura 03b) e de análise da equipe, projetou-se um bracelete com dois locais para encaixe de uma peça que pudesse ser modificada de acordo com o objetivo do terapeuta (Figura 03c). A figura 04 mostra o modelo CAD 3D da solução gerada.

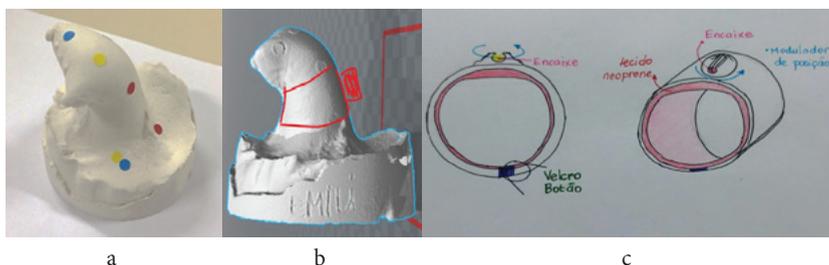


Figura 3. a) Coto preparado para digitalização; b) Modelo virtual do coto para estudo e análise da melhor localização da adaptação e posicionamentos dos objetos. (c) Representação da adaptação desenhada por estagiário de Terapia Ocupacional (Fonte: Cedido por João Lucas Ouro Preto)

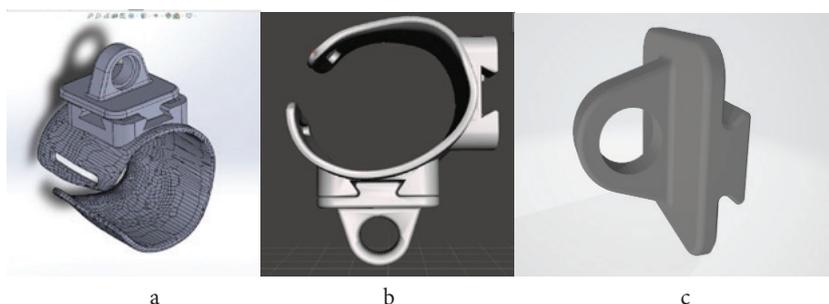


Figura 4. (a) Adaptação modelada em CAD 3D; (b) Dois locais de fixação da peça para segurar os objetos; (c) Peça encaixável

Para a confecção desta adaptação optou-se pelo uso do PLA rosa. A cor foi sugerida pela terapeuta ocupacional da criança. A adaptação (Figura 7) foi impressa em 8h20 minutos e foram necessários 73g de material. O custo aproximado foi de 28 reais. Internamente utilizou-se do tecido neoprene® para melhorar o conforto e foi utilizado velcro para fixação.



Figura 5 Adaptação confeccionada por impressão 3D para segurar colher e lápis para criança com malformação das mãos.

A avaliação com a criança mostrou a eficácia do dispositivo para apoiar a realização das atividades de comer e para pintar (Figura 06). Segundo a Terapeuta Ocupacional da criança a adaptação ficou esteticamente agradável, fácil de higienizar e de colocar e retirar. A correspondência anatômica contribuiu para a melhor fixação do bracelete e o tamanho foi adequado.



Figura 6. Avaliação da usabilidade da adaptação de membro superior para a escrita e alimentação confeccionada por manufatura

Caso 2 - Criança de 11 anos com malformação congênita no membro superior direito

Na entrevista inicial foram definidas duas prioridades para a adaptação a ser confeccionada: cortar com faca e segurar uma folha de papel. O mesmo já utilizava uma adaptação (Figura 07a), porém estava desconfortável e a localização da faca dificultava o corte de alimentos mais duros. A criança solicitou uma nova adaptação discreta e na cor preta. Após os passos de descritos no método, a nova adaptação foi desenvolvida (Figura 07b).

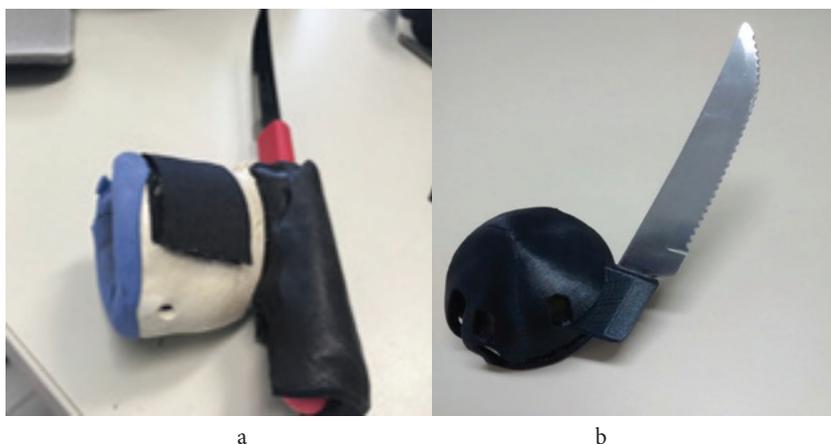


Figura 7. Adaptação já utilizada pela criança para cortar com faca; b) Nova adaptação confeccionada para auxiliar na atividade de cortar com faca e segurar papel.

Na imagem 08 é possível ver as etapas realizadas. Na figura 08a observa-se o modelo do coto confeccionado em gesso, na figura 08b o modelo virtual digitalizado, na figura 08c o recorte da região de interesse, na 08d a adaptação confeccionada em formato de luva de forma que pudesse ser encaixada na coto, na 08e a peça de encaixe para a faca.

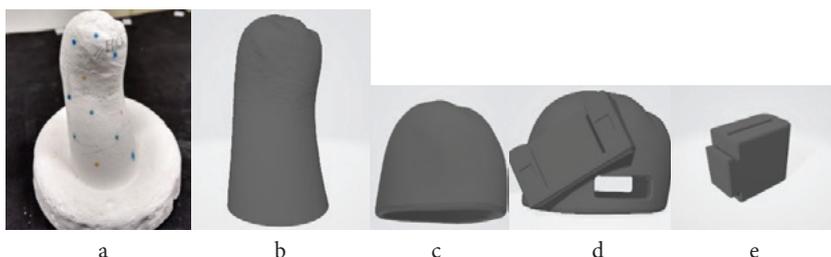


Figura 8. Etapas de desenvolvimento da adaptação. a) modelo em gesso do coto; b) modelo digitalizado; c) região de interesse para confecção da adaptação; d) adaptação; e) peça para acoplar a faca.

A confecção da adaptação foi realizada com PLA preto e para o acabamento optou-se pelo uso do neoprene e velcro. A peça para encaixar o papel foi confeccionada com termoplástico de baixa temperatura e posicionada de forma que pudesse ser encaixada e removida.



Figura 9. Criança com a adaptação confeccionada por impressão 3D. a) cortando uma maçã com faca; b) segurando uma folha de papel

Com a adaptação desenvolvida a criança foi capaz de realizar as atividades de interesse (Figura 09). A criança apontou como pontos positivos a leveza, a facilidade de colocação e retirada e o conforto com comparação a adaptação anterior. A cor selecionada e a descrição também foram pontos considerados positivos.

Caso 3 - criança de 10 anos com amputação transradial por queimadura elétrica de alta voltagem

A criança foi encaminhada pelo terapeuta ocupacional de referência após o programa de preparação do coto para o recebimento de uma prótese. Devido a demora do processo a terapeuta julgou positiva a inclusão de uma adaptação. Em entrevista inicial, a criança relatou o interesse em realizar as atividades bimanuais como segurar *tablet*, cortar com faca, amarrar cadarço. A criança utilizava uma adaptação confeccionada com termoplástico, porém esta desencaixava com facilidade e o posicionamento da faca era muito próximo ao coto (Figura 10).



Figura 10. a) adaptação para cortar com faca confeccionada em termoplástico;
b) modelo virtual do coto

A amputação ocorreu na altura do antebraço e por este motivo optou-se pela confecção de uma adaptação semelhante a uma prótese com relação ao encaixe no coto, devido a possibilidade futura do uso da mesma. Outro fator para esta decisão foi que este modelo aumentaria a segurança na manipulação dos objetos e substituiria o comprimento do antebraço. A imagem 11a mostra a porção acoplável ao coto. A figura 11b é a porção para ser encaixada no braço para gerar maior estabilidade e segurança. Nesta foram construídos pinos para atuarem como articulações (parte inferior do modelo) quando encaixada na porção "a". Esta foi projetada para ser fixada com a fita de borrada da mercur®.

Também foi modelado a outra parte da adaptação na qual foi planejado o encaixe para 4 diferentes peças (Figura 12) as quais foram projetadas para segurar objetos e ferramentas. A figura 11b é a porção para ser encaixada no braço para gerar maior estabilidade e segurança. Nesta foram construídos pinos para atuarem como articulações (parte inferior do modelo) quando encaixada na porção "a". Esta foi projetada para ser fixada com a fita de borrada

da mercur®. A figura 11c é a braçadeira modelada realiza a fixação das peças da figura (12)

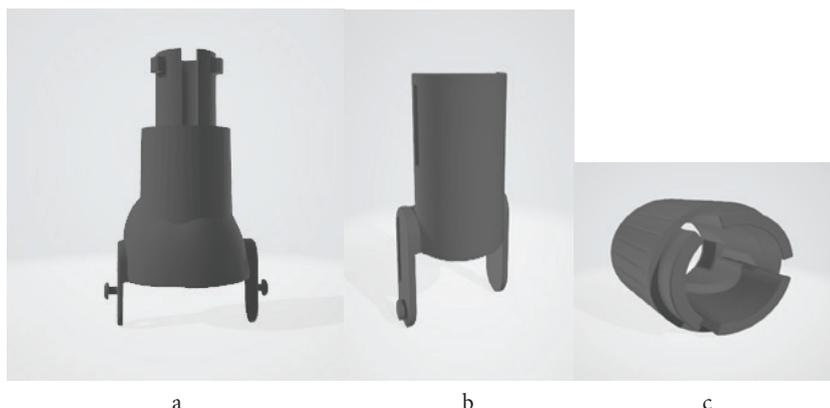


Figura 11. a) Peça encaixável no coto; b) Peça afixada no antebraço para maior sustentação; c) Braçadeira para fixação das peças e ferramentas

As peças modeladas podem ser vistas na figura 12 e foram projetadas para auxiliar nas atividades de amarrar o cadarço (figura 14a), cortar com a faca (Figura 14b), segurar sacola (Figura 14 c), segurar tablete (Figura 14d)

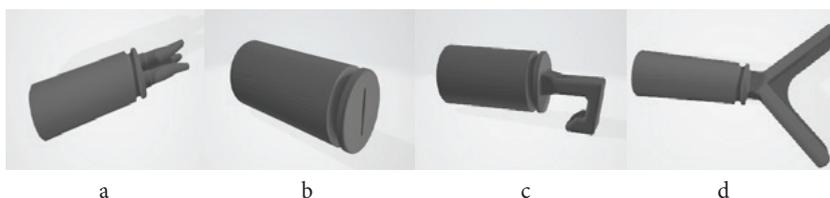


Figura 12. Peças modeladas para acoplar os objetos e ferramentas.
a) Peça para segurar cadarço; b) Peça para segurar faca; c) Peça para segurar sacola;
d) Peça para segurar tablete

Na avaliação de usabilidade a criança foi capaz de realizar todas as atividades de interesse. Na figura 13 é possível observar a criança realizando todas as tarefas com o dispositivo. O mesmo referiu como aspecto positivo a leveza, durabilidade, facilidade de colocação e retirada e segurança na realização das atividades.

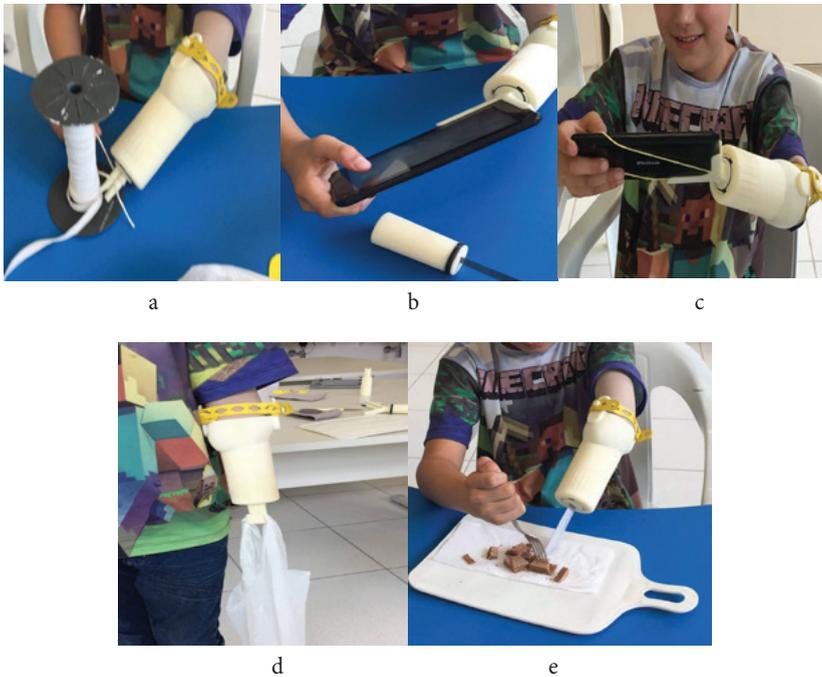


Figura 13. Criança realizando as atividades de interesse com a adaptação confeccionada por impressão 3D. a) amarrar cadarço; b) segurar o tablet; c) utilizando o tablet; d) segurando sacola; e) cortando com faca

Caso 4 - Adulto com amputação causada por acidente de trabalho.

A amputação neste caso ocorreu em membro superior esquerdo, na altura do antebraço. Semelhantemente ao caso anterior o cliente utilizava de uma adaptação para uso da faca (Figura 14a), entretanto esta apresentava problemas. Devido a sensibilidade no coto e a pequena área de contato com a adaptação, esta causava dores. Durante a utilização a mesma movia-se, trazendo o risco da ocorrência de acidentes (Figura 14b).

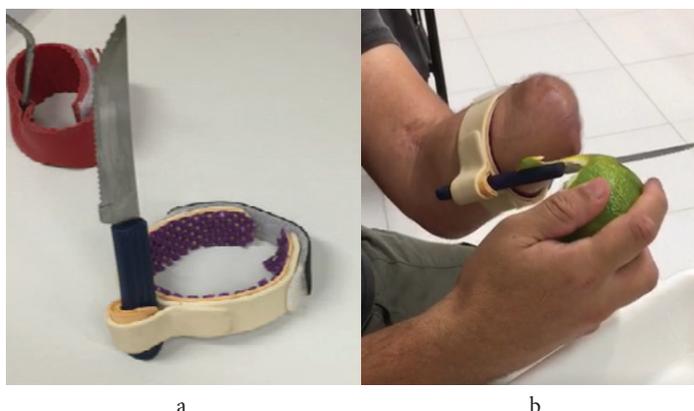


Figura 14. a) Adaptação para uso da faca confeccionada em termoplástico de baixa temperatura; b) Cliente utilizando a adaptação para descascar fruta

Na entrevista inicial o cliente trouxe como demanda o cortar com faca, segurar sacola e segurar cabo de panela. A solução proposta foi semelhante ao caso 3, com a substituição do comprimento do antebraço e o uso de peças para realização das tarefas de interesse. Na imagem 15 é possível ver os passos para a confecção da adaptação, desde o coto (figura 15a) digitalizado até a estrutura final (Figura 15e). Na figura 15b observa-se a região do coto que se tornou a parte encaixável no coto (Figura 15c). Esta região recebeu um prolongamento no qual as ferramentas são acopladas. A figura 15d mostra a peça a ser fixada no braço para favorecer a segurança para a utilização. O encaixe e fixação das peças para segurar o cabo de panela e a faca foi modelado em formato de rosca.

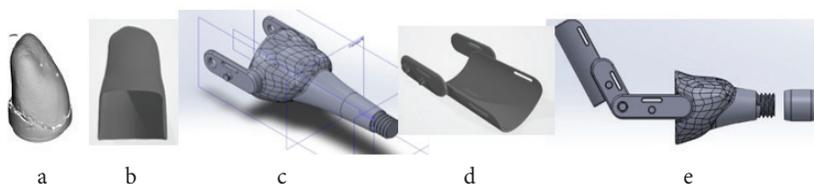


Figura 15. Modelos virtuais da adaptação projetada a) Modelo em gesso; b) região de referência para confecção da adaptação; c) porção a ser encaixada no coto, substitutiva do antebraço e suporte para as ferramentas e objetos; d) parte encaixável no braço; e) dispositivo finalizado.

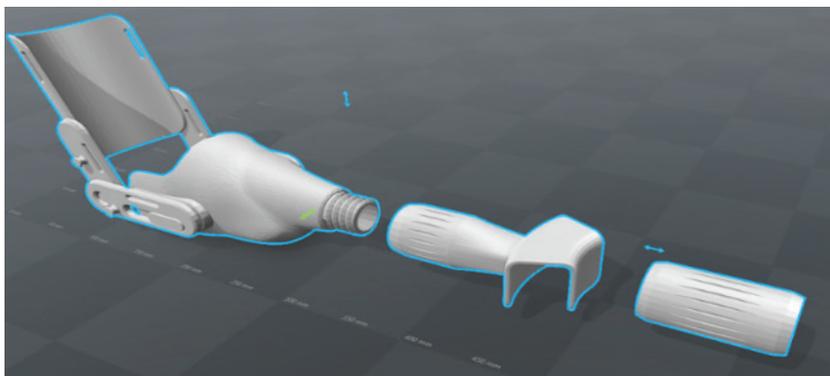


Figura 16. Adaptação e peças para segurar cabo da panela e fixar faca.

Na avaliação da usabilidade o cliente foi capaz de realizar todas as atividades de interesse e também de colocar e fixar de forma independente a adaptação (Figura 17a).



Figura 17. Avaliação de usabilidade com o cliente: a) fixando de forma independente a adaptação confeccionada em impressão 3D; b) utilizando a faca.

A figura 18 mostra a realização das atividades de segurar o cabo de panela e de carregar sacola em contexto real. As imagens foram cedidas pelo cliente para demonstrar a adesão do uso da adaptação em seu cotidiano. O cliente relatou satisfação com a adaptação confeccionada com relação a estética favorável, durabilidade, eficácia, facilidade para uso, facilidade para colocação e retirada.



Figura 18. Realização de atividades de interesse em contexto real.
a) carregando sacola; b) segurando o cabo de panela.
Fonte: Cedida pelo participante

4. DISCUSSÃO

Os resultados mostraram o potencial e aplicabilidade da impressão 3D na confecção de dispositivos auxiliares para vida independente. É importante destacar que os clientes estavam inseridos em serviços de reabilitação e que a Tecnologia Assistiva proposta é um recurso adicional neste processo. O sucesso da inserção deste recurso depende do treinamento para uso e cuidados com o dispositivo.

O fluxograma proposto por Maia e Freitas (2014) possibilitou a organização das etapas de modo que as soluções finais fossem eficazes e correspondentes as expectativas dos clientes.

As tecnologias de digitalização 3D, impressão 3D proporcionaram o desenvolvimento de produtos altamente customizados. O PLA utilizado nos casos 1 e 2 conferiram aspectos como a personalização de cores e resistência necessárias para os dispositivos. Todavia para os casos 3 e 4 este material e o acabamento da tecnologia utilizada seriam insuficientes, especialmente para os encaixes e rosca. O ABS combinado a tecnologia de impressão utilizada

proporcionaram uma maior resistência e acabamento superficial adequados para estes projetos mais robustos.

As avaliações de usabilidade foram claras no sentido de demonstrar o potencial da inclusão destes dispositivos na maximização do desempenho ocupacional independente dos indivíduos.

5. CONCLUSÕES

O desenvolvimento de produtos assistivos personalizados é favorecido pela aplicação das tecnologias de digitalização e impressão 3D. Este pode ser um recurso utilizado por terapeutas ocupacionais para tornar o desempenho ocupacional dos seus clientes possível na busca pela independência em suas atividades de interesse.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a participação dos estagiários de terapia ocupacional e engenharia mecânica que atuaram nestes projetos. Estendemos o agradecimento aos terapeutas ocupacionais das instituições solicitantes, bem como aos participantes deste estudo. Esta pesquisa ocorreu durante período de bolsa de estudos da CAPES, concedida através da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento e Tecnologia Assistiva – RPDTA. Agradecemos aos professores coordenadores da REDE pela oportunidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTI, A.; GALVÃO, C. Adaptação ambiental e doméstica. In: CAVALCANTI, A.; GALVÃO, C. (Ed.). Terapia ocupacional:

fundamentação e prática. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. p. 420–426.

HOHMANN, P.; CASSAPIAN, M. R. Adaptações de baixo custo: uma revisão de literatura da utilização por terapeutas ocupacionais brasileiros Low cost of adaptive devices: a literature review of its utilization by Brazilian occupational therapists. Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo, v. 22, n. 1, p. 10–18, 2011.

MAIA, F. do N.; FREITAS, S. F. de. Proposta de um fluxograma para o processo de desenvolvimento de produtos de Tecnologia Assistiva. Cadernos de Terapia Ocupacional da UFSCar, v. 22, n. n. 3, p. 561–567, 2014.

SARTORETTO, M.; BERSCH, R. Recursos pedagógicos acessíveis e comunicação aumentativa e alternativa. - Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial ; [Fortaleza] : Universidade Federal do Ceará, 2010. v. 6.

SILVA, J. V. L.; MAIA, I. A. Desenvolvimento de dispositivos de tecnologia assistiva utilizando a impressão 3D. (C. R. Archer, Ed.) In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA ASSISTIVA, Campinas – SP. Anais... Campinas – SP: 2014.

AUTORES

Bruna Brogin	João Vitor Leão Silveira Dourado
César Giracca	José Aguiomar Foggiatto
Diogo Pontes	Júlia Pereira Steffen Muniz
Dominique L. Adam	Luís Carlos Paschoarelli
Douglas Daniel Pereira	Marcelo Gitirana Gomes Ferreira
Emília Christie Picelli Sanches	Marcio Fontana Catapan
Eugenio Diaz Merino	Maria Carolina Papst
Fausto Orsi Medola	Maria Lilian Araújo Barbosa
Gabriel C. Rosenmann	Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto
Gabriela Botelho Mager	Mateus C. Weigert
Giovana Mara Zugliani Bortolan	Melissa Marin Vásquez
Giselle Schmidt Alves Diaz Merino	Paloma Hohmann Poier
Graziela Guzi Moraes	Rodrigo Pulido Arce
Guilherme da Costa Mattos Silva	Rosimeri F. Pichler
Irandir Paulo	Sandra Regina Marchi
Isabella de Souza Sierra	Theodoro Ian Croce
Jamille N. Lima Lanutti	Tiago Catecati
João Henrique Pavesi Pera	

canal6 editora



DOI 10.52050/9786586055245