

Impressão 3D e Arquivos de Acesso Aberto em Tecnologia Assistiva: Avaliação de Uso de Adaptadores de Cabo de Talher

"3D Printing and Open Source Files as an Alternative for Improvements in Daily Living Activities: Analysis of Cutlery Handle Adapters"

Maisa da Silva Julio¹, Ana Beatriz Ferreira Cardim², Karine Akina Kogati³, Amanda Gomes Favoretto⁴, Carla da Silva Santana Castro⁵, Luis Carlos Paschoarelli⁶, Fausto Orsi Medola⁷



Resumo: O processo de envelhecimento pode levar a diminuição de habilidades motoras, o que pode comprometer a independência nas atividades diárias. A impressão 3D oferece possibilidades para a confecção de produtos assistivos personalizados e que auxiliam as atividades de vida diárias, melhorando o desempenho e promovendo maior independência. Este estudo relata uma experiência de avaliação de desempenho em uma tarefa simulada como parte do processo de alimentação, com o objetivo de explorar a influência do design de dispositivos assistivos na realização da atividade. Os resultados são discutidos de forma a explorar de que forma as avaliações de protótipos podem contribuir para o aprimoramento e proposição de soluções em design com vistas a promover a independência e satisfação dos usuários no desempenho de atividades diárias.

Palavras-chave: Alimentação. Atividades de Vida Diária. Impressão 3D. Tecnologia Assistiva.

Abstract: The aging process can lead to a decrease in motor skills, which can compromise independence in daily activities. 3D printing offers possibilities for the production of personalized assistive products that help with activities of daily living, improving performance and promoting greater independence. This study reports an experience of evaluating performance in a simulated task as part of the feeding process, with the aim of exploring the influence of the design of assistive devices on the performance of the activity. The results are discussed in order to explore how prototype evaluations can contribute to the improvement and proposal of design solutions with a view to promoting users' independence and satisfaction in the performance of daily activities.

Keywords: Feeding. Activities of Daily Living. 3D printing. Assistive Technology.

Introdução

Como parte do processo de envelhecimento, pode ocorrer o declínio de algumas capacidades, como capacidade física e cognitiva (Arosio *et al.*, 2023). Tais déficits podem causar a dificuldade da realização de Atividades de Vida Diária (AVD). Nessas circunstâncias, a tecnologia assistiva (TA) surge como

uma ferramenta para auxiliar a realização de tais atividades, promovendo meios para manter e melhorar independência e participação social de pessoas idosas. Entretanto, além dos aspectos práticos (funcionais) de uso, é importante também que sejam considerados os aspectos estéticos e simbólicos do design, os quais podem influenciar a aceitação do dispositivo

(Medola, 2020). A estética do produto e sua relação com estigma associado ao uso de tecnologia assistiva tem sido abordado (Santos *et al.*, 2022).

Dentre os recursos de TA para auxiliar nas AVDs, principalmente relacionadas a dificuldades motoras de destreza manual, estão alguns adaptadores como engrossadores e/ou utensílios com peso, entre outros (Amaral *et al.* 2017). Talheres com cabo engrossado, por exemplo, auxiliam o processo de alimentação de indivíduos que possuam diminuição de força ou destreza manual (Silva, 2011). De acordo com Amaral (2017), podem ser utilizados diversos materiais para a confecção de uma adaptação, para tal escolha deve-se levar em consideração a complexidade do projeto, o custo, o usuário, conforto, estética, entre outros aspectos. Tendo isso em vista, juntamente com o potencial de contribuição da Impressão 3D em diversos segmentos da TA (Ferrari *et al.*, 2018), esta tecnologia surge como uma possibilidade cada vez mais viável para o desenvolvimento e avaliação de diferentes propostas de adaptadores para talheres.

A impressão 3D ou também Manufatura Aditiva, é definida como a fabricação de produtos a partir da deposição de material em camadas, com o auxílio de um sistema CAD (*computer aided design*). O processo inicia-se a partir da modelagem tridimensional do produto, sua geometrização em um sistema CAD, a preparação do arquivo (fatiamento da peça), a impressão e a possibilidade de um pós-tratamento dependendo do material e tipo de impressão (Volpato e Carvalho, 2017). Trata-se de um processo de grande versatilidade considerando os diferentes materiais utilizados e as formas que são possíveis de fabricação.

Atualmente, a impressão 3D tornou-se acessível e é aplicada em diversas áreas. A impressão de tecnologias assistivas para as AVDs, por exemplo, trouxe vantagens aos seus usuários, entre elas: customização, parametrização precisa, o barateamento da produção, e redução de tempo do processo de fabricação (Willett, 2019).

Atualmente, diversas soluções assistivas podem ser encontradas em plataformas de modelos digitais de acesso aberto (*open source*), que disponibilizam arquivos prontos para a impressão 3D. Embora a impressão 3D tenha contribuído com a ampliação das possibilidades de soluções em Tecnologia Assistiva, associado ao aumento da diversidade de soluções disponíveis a partir destas plataformas de acesso aberto, é importante que avaliações sejam conduzidas buscando verificar aspectos como o desempenho e usabilidade destas soluções, o que pode contribuir para a fundamentação de propostas para o aprimoramento do design dos dispositivos assistivos que ofereçam melhores condições de desempenho e satisfação aos usuários.

Com o objetivo de explorar o potencial de aplicação da impressão 3D na área de Tecnologia Assistiva, este estudo apresenta uma proposta de avaliação preliminar de dispositivos assistivos com foco em aspectos ergonômicos da tarefa. Mais especificamente, o estudo pretende apresentar uma avaliação de desempenho, expectativa (pré-uso) e experiência (pós-uso) para, a partir disso, discutir de que

forma estas avaliações podem contribuir para a análise e aprimoramento do design de dispositivos assistivos.

Materiais e métodos

O estudo descreve um experimento desenvolvido no CADEP - Centro Avançado de Desenvolvimento de Produtos e no LEI - Laboratório de Ergonomia e Interfaces da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, campus Bauru. Participaram de forma voluntária 30 estudantes com idade média de 23,1 (+5,46) anos, sendo 15 participantes do gênero masculino e 15 do gênero feminino, 28 destros e dois canhotos. Os estudantes foram convidados a participar por meio de convite feito em sala de aula e nos espaços próximos aos laboratórios onde o estudo foi realizado. A utilização de uma amostra de participantes não representativa do público de pessoas idosas é uma limitação do estudo e restringe a interpretação dos achados considerando suas implicações ao público alvo. Entretanto, importante ressaltar que o objetivo do estudo foi explorar, no âmbito do processo de desenvolvimento de produtos, o potencial de utilização de dispositivos assistivos desenvolvidos por impressão 3D no desempenho de atividades diárias, assim como da contribuição de um método simples e rápido de avaliação de protótipos, de forma a fornecer, a partir de testes de uso, informações relevantes sobre o design e o desempenho dos adaptadores, que possam contribuir para o aprimoramento do dispositivo.

A procura de modelos digitais *open source* foi feita nos sites *Thingiverse* e *MakerWorld*, a partir das buscas "*cutlery handle*", "*fork hander*" e "*eating utensil*" (Cutlery Holder (Duguid, 2021) (Flatware Adapter (Bravo, 2017) (Eating Utensil Thumb Loop Thingy (2013) (Eating Utensil Aid | No Supports | **UPDATED** V2 files included. (Keebitzenny, 2024) Foram encontrados diversos modelos, dentre os quais foram selecionados quatro adaptadores de cabo de talher com diferentes propostas de design. Em seguida, os arquivos digitais foram fatiados no software *Ultimaker Cura* v. 5.3.1 e impressos em PLA cinza da marca 3DLab na impressora 3D Sethi3D S3X, com preenchimento de 20% (Figura 1).

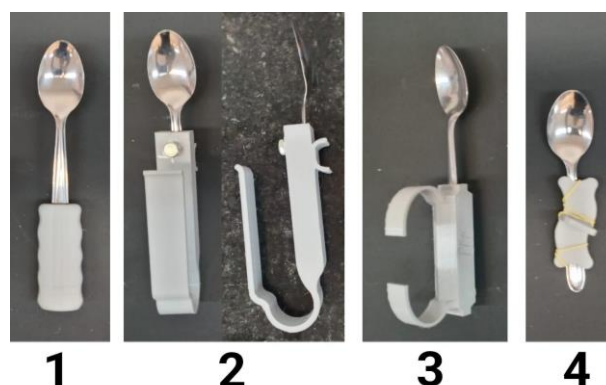


Figura 1 | Adaptadores de talher impressos em PLA cor cinza (Cutlery Holder (Duguid, 2021) (Flatware Adapter (Bravo, 2017) (Eating Utensil Thumb Loop Thingy (2013) (Eating Utensil Aid | No Supports | **UPDATED V2 files included. (Keebitzenny, 2024)**

Fonte: Autoria própria

Para a avaliação foi confeccionado um par de luvas de restrição, com objetivo de simular a dificuldade de preensão manual. Neste processo foi utilizado um par de luvas de borracha de fina espessura, nas quais foram afixadas cinco hastes de plástico, uma em cada dedo, das pontas dos dedos até o punho. Em seguida, foi adicionado um segundo par de luvas de tecido na parte externa.

Antes da avaliação dos adaptadores, os participantes realizaram a medida da força de preensão manual através do Dinamômetro de Mão Digital DHD-1 SH1001 (Saehan). Cada um deles fez três testes de força manual sem a luva e três testes com a luva, os resultados foram registrados, mostrando que a média da força sem a luva foi de $30,87 \pm 11,89$ kgf, enquanto a média da força com a luva foi de $24,93 \pm 1,50$ kgf, indicando que ao utilizar a luva há uma limitação na capacidade de preensão manual (aproximadamente 80% de sua força medida sem a luva).

Dessa forma foram realizadas as avaliações, em que o participante deveria, usando as luvas, utilizar uma colher para transferir grãos de milho de um recipiente para outro. Primeiro, a avaliação foi feita com uma colher comum e, depois, utilizando cada um dos adaptadores da seguinte maneira: as canecas e a colher ficaram dispostas na frente do participante que, vestindo as luvas, observava os objetos e realizava uma avaliação de expectativa (pré uso), dando uma nota à dificuldade de manuseio e ao desconforto, dentro de uma escala de 1 a 7, sendo 1 muito fácil e confortável, e 7 muito difícil e desconfortável. A seguir, os participantes realizavam a atividade de transferir todos os grãos de um recipiente ao outro com o uso dos dispositivos e, então, avaliavam a experiência (pós uso), dando novamente uma nota de 1 a 7 dentro da escala. Cada participante realizou o teste cinco vezes, uma para controle, ou seja, com uma colher comum (sem adaptadores), e uma vez para cada adaptador. A ordem de uso dos adaptadores foi aleatorizada para cada participante.

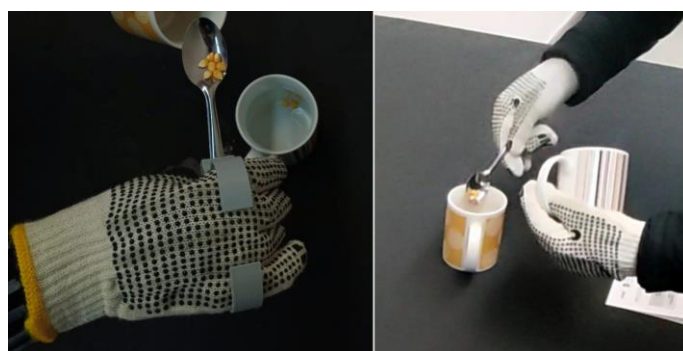


Figura 2 | Realização do teste

Fonte: Autoria própria

As notas dadas pelos participantes foram anotadas em um questionário impresso e depois foram transferidas para uma tabela em arquivo Excel para análise.

A participação dos indivíduos atendeu os preceitos da Resolução CNS nº 510/2016 (Brasil, Ministério da Saúde, 2016), a qual apresenta normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Os participantes foram

esclarecidos dos objetivos do estudo, a descrição detalhada de todos os procedimentos, os possíveis riscos, e manifestaram o aceite em participar em um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Resultados e discussão

A avaliação pré-teste indica que a expectativa com relação à dificuldade e desconforto foi maior na condição controle, ou seja, sem o uso dos adaptadores. Entretanto, quando analisada a avaliação pós-teste, ou seja, que reflete a experiência na tarefa, a condição com o adaptador foi a que apresentou as avaliações mais negativas tanto com relação à dificuldade quanto ao desconforto. Destaca-se que o adaptador 1, que configura-se como um dispositivo que aumenta a superfície de contato para a interface manual com concavidades para o encaixe dos dedos, recebeu as avaliações mais positivas tanto antes quanto após a tarefa, o que sugere o potencial de propostas de design que atendam às características anatômicas da preensão manual comunicam e oferecem interface para um encaixe confortável e desempenho satisfatório. Os benefícios de propostas de design com referência à anatomia da interface manual têm sido abordados (Maleki-Ghafarokhi *et al.*, 2022; Tony *et al.*, 2019).

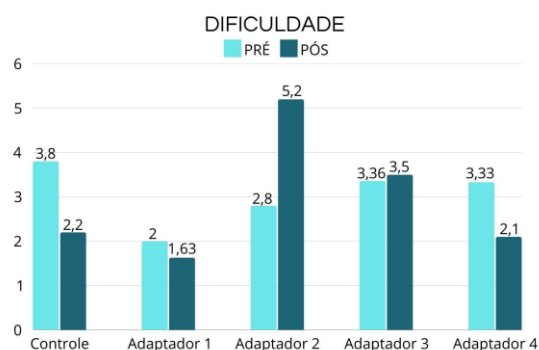


Figura 3 | Média da dificuldade pré e pós

Fonte: Autoria própria

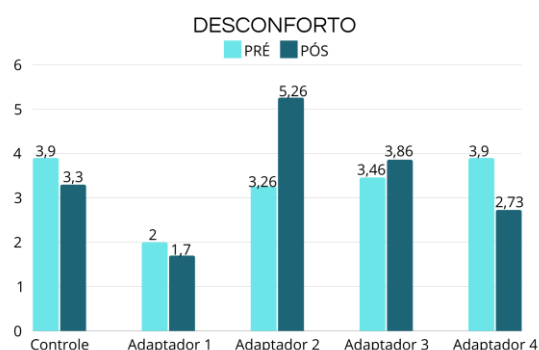


Figura 4 | Média do desconforto pré e pós

Fonte: Autoria própria

O tempo é uma medida de desempenho frequentemente utilizada em estudos de usabilidade e ergonomia de produtos. Acompanhando os resultados com relação à dificuldade e desconforto, o tempo (Figura 5) para conclusão

da tarefa foi maior com a utilização do adaptador 2 e menor com o adaptador 1, o qual obteve as melhores avaliações tanto com relação à dificuldade quanto desconforto. Desta forma, os resultados sugerem que o desempenho na atividade de alimentação com talheres é mais beneficiado quando estes apresentam um cabo com aprimoramento ergonômico da interface ao oferecer maior superfície de contato e formato com encaixe para os dedos, promovendo estabilidade e conforto ao usuário. Os dispositivos 2 e 3, que oferecem alças para o encaixe com a região metacarpal da mão, receberam dentre os dispositivos as avaliações menos positivas pós-teste, que pode estar relacionada com o fato de estes dispositivos demandarem adaptação com relação à nova forma de interação e encaixe manual com o talher. As alças podem oferecer maior estabilização do dispositivo na mão, porém restringem o encaixe manual a somente uma maneira, não permitindo assim variações na forma de preensão do dispositivo. A flexibilidade no uso é um dos princípios do design universal e aponta a importância do design acomodar uma ampla variedade de capacidades e preferências individuais (Story, 2010).

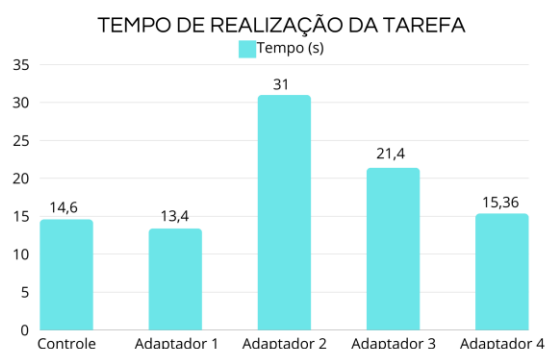


Figura 5 | Média do tempo de realização da tarefa

Fonte: Autoria própria

O presente estudo traz contribuições à área do design de tecnologias assistivas, ao descrever um procedimento de avaliação de produtos com foco em aspectos ergonômicos. Implementada no processo de desenvolvimento de produtos, a avaliação traz benefícios ao possibilitar o aprimoramento do design com base em avaliações de protótipo. Neste sentido, a impressão 3D representa uma importante tecnologia ao possibilitar a produção de protótipos que podem ser submetidos a avaliação.

A avaliação a partir da simulação de restrição manual é uma alternativa interessante para exercícios de empatia no desenvolvimento de projetos, ao promover a sensibilização com relação a potenciais dificuldades que os usuários finais podem experimentar na realização de atividades diárias (Medola *et al.*, 2018). Além das contribuições para o processo de design, a atividade de simulação de restrição manual representa também uma abordagem interessante de ensino na medida em que possibilita a sensibilização e reflexão acerca de potenciais dificuldades funcionais do público de pessoas idosas, e que pode beneficiar a proposição de abordagens de diversas áreas no campo da gerontechnologia que atendam as necessidades das pessoas idosas.

Algumas limitações deste estudo devem ser observadas. Embora o estudo tenha focado no público de pessoas idosas, a amostra de participantes não era composta por pessoas nesta faixa etária. Portanto, é necessário cautela na interpretação dos resultados, os quais podem não ser representativos do público de pessoas idosas. Além disso, as atividades de simulação com a luva de restrição manual foram realizadas a partir de uma tarefa de curta duração que pode não ser o suficiente para explorar aspectos importantes da experiência do usuário que demandam maior tempo de interação como, por exemplo, aceitação e satisfação com o dispositivo.

Conclusão

Este estudo abordou a impressão 3D no campo das tecnologias assistivas para as atividades diárias. Destaca-se, neste sentido, o potencial de aplicação de métodos de avaliação ergonômica do design de dispositivos para atividades diárias com foco no público de pessoas idosas, bem como as possibilidades de personalização aos usuários. No presente estudo, foi observado que os adaptadores de talher cuja forma mais se aproxima da colher original foram mais bem avaliados pelos participantes, destacando a importância do design intuitivo nos produtos de uso diário. Importante ressaltar que o design do cabo com proposta anatômica para o encaixe dos dedos recebeu avaliações mais positivas tanto antes quanto após o teste. Os resultados podem contribuir para o aprimoramento de soluções em design para dispositivos assistivos para as AVDs, assim como para fundamentar propostas de design para os talheres de uso comum de forma a promover a usabilidade e acessibilidade a uma ampla diversidade de usuários.

Agradecimentos

O desenvolvimento deste estudo obteve apoio do CNPq (Processo 308121/2022-8).

Referências

- AMARAL, D. S. *et al.* Tecnologia assistiva em 3D para pessoas com déficit de função manual por doença de parkinson. **Revista Interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional-REVISBRATO**, [S.l.] v. 1, n. 4, p. 465-474, 2017. DOI: <https://doi.org/10.47222/2526-3544.rbto12549>
- AROSIO B. *et al.* Sarcopenia and Cognitive Decline in Older Adults: Targeting the Muscle-Brain Axis. **Nutrients**, [S.l.], v. 15, n. 8, p. 1853, abr. 2023. DOI: [10.3390/nu15081853](https://doi.org/10.3390/nu15081853).
- BRAVO, G. **Flatware Adapter**. 2017. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:2107834>. Acesso em: 11 ago. 2024
- DUGUID, S. **Cutlery Holder**. 2021. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:4793533>. Acesso em: 11 ago. 2024

Eating Utensil Thumb Loop Thingy. 2013. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:60175>. Acesso em: 11 ago. 2024

Keebitzenny. Eating Utensil Aid | No Supports | **UPDATED** V2 files included. **2024.** Disponível em: <https://makerworld.com/en/models/192317?from=search#profileid-212499>. Acesso em: 11 ago. 2024

MALEKI-GHAHFAROKHI, A.; AZGHANI, M.R.; DIANAT, I. Effects of handle characteristics of manual hand tools on maximal torque exertions: a literature review. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, [S.l.] v. 28, n. 03, p. 1387-1402, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1896139>

MEDOLA, F. O. O design de produtos assistivos para idosos. **Estudos Interdisciplinares Sobre O Envelhecimento**, [S.l.], v. 25, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22456/2316-2171.118155>

MEDOLA, F.O. *et al.* Strategies for Developing Students' Empathy and Awareness for the Needs of People with Disabilities: Contributions to Design Education. **Studies in Health Technology and Informatics**, [S.l.] v. 256, p. 137-147, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-923-2-137>

SANTOS, A.D.P.; FERRARI, A.L.M.; MEDOLA, F.O.; SANDNES, F.E. Aesthetics and the perceived stigma of assistive technology for visual impairment. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, [S.l.] v. 17, n. 2, p. 152-158, 2022. doi:10.1080/17483107.2020.1768308.

SILVA, L. . da. **O design de equipamentos de tecnologia assistiva como auxílio no desempenho das atividades de vida diária de idosos e pessoas com deficiência, socialmente institucionalizado** [Dissertação de Mestrado] – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

STORY, M.F. The Principles of Universal Design. In: PREISER, W.F.E.; SMITH, K.H. (org.). **Universal Design Handbook**. 2nd ed. New York: Mc Graw Hill, 2010. cap. 4.

TONY, B. J. A. R.; ALPHIN, M. S.; VELMURUGAN, D. Influence of handle shape and size to reduce the hand-arm vibration discomfort. **Work**, [S.l.] v. 63, n. 3, p. 415–426, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3233/WOR-192948>

VOLPATO, N.; CARVALHO, J. **Manufatura Aditiva: Tecnologias e aplicações da impressão 3D**. São Paulo: Editora Blucher, Organizado: Neri Volpato. 2017.

Vínculo institucional, titulação e área de atuação

Maisa da Silva Julio¹
FAAC UNESP, Graduanda em Design
 | <https://orcid.org/0009-0006-3195-7747>

Ana Beatriz Ferreira Cardim²
FEB UNESP, Graduanda em Engenharia Mecânica

 | <https://orcid.org/0009-0005-5382-9300>

Karine Akina Kogati³
FAAC UNESP, Graduanda em Design
 | <https://orcid.org/0009-0009-1298-2551>

Amanda Gomes Favoretto⁴
FAAC UNESP, Mestranda em Design
 | <https://orcid.org/0009-0003-5057-5056>

Carla da Silva Santana Castro⁵
Professora Associada do Departamento de Ciências da Saúde, Curso de Graduação em de Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.
 | <https://orcid.org/0000-0001-9877-7739>

Luis Carlos Paschoarelli⁶
FAAC UNESP, Professor Doutor em Design
 | <https://orcid.org/0000-0002-4685-0508>

Fausto Orsi Medola⁷
FAAC UNESP, Professor Doutor em Design
 | <https://orcid.org/0000-0003-2308-6524>

Correspondência*

A correspondência e os pedidos de materiais devem ser endereçados a ms.julio@unesp.br