

Design e desenvolvimento de um cabo adaptador ergonômico para ferramentas de jardinagem destinado a pessoas com dificuldades de preensão manual

Design and development of an ergonomic adapter handle for gardening tools aimed at individuals with manual grasping difficulties

Amanda Gomes Favoretto¹, Mariana Anjos de Almeida², Ana Beatriz Ferreira Cardim³, Maisa da Silva Julio⁴, Érica Pereira das Neves⁵, Fausto Orsi Medola⁶



Resumo: O processo de envelhecimento pode levar a comprometimentos da força e destreza manual, habilidades estas necessárias para o desempenho de muitas atividades da vida diária. A prática da hortoterapia e jardinagem são atividades que podem promover a estimulação motora e fortalecimento dos músculos, além de serem grandes aliadas à promoção da saúde mental. Sob esse aspecto, este é um estudo descritivo do planejamento, desenvolvimento e disponibilização gratuita do modelo 3D de um cabo adaptador ergonômico que pode ser acoplado em ferramentas de jardinagem comuns, criado a fim de melhorar a experiência do usuário com relação ao conforto e estabilidade durante a realização de atividades de jardinagem. Como resultado, o artigo apresenta a descrição detalhada do processo criativo e características que fundamentam a proposta de *design*, destacando os princípios ergonômicos aplicados e os potenciais benefícios para a usabilidade. A solução desenvolvida tem potencial para promover melhora na ergonomia e no conforto do usuário, embora haja a necessidade de avaliação futura para comprovação.

Palavras-chave: Idosos. Força de Preensão Manual. Jardinagem. Ergonomia. Impressão 3D. Design de Produto.

Abstract: The aging process can lead to impairments in strength and manual dexterity, skills necessary for performing many activities of daily living. The practice of horticultural therapy and gardening are activities that can promote motor stimulation and muscle strengthening, in addition to being great allies in the promotion of mental health. In this regard, this is a descriptive study of the planning, development, and free availability of a 3D model of an ergonomic adapter handle that can be attached to common gardening tools, created to improve the user's experience in terms of comfort and stability during gardening activities. As a result, the article presents a detailed description of the creative process and the characteristics

that support the design proposal, highlighting the applied ergonomic principles and the potential benefits for usability. The developed solution has the potential to improve user ergonomics and comfort, although further evaluation is needed for verification.

Keywords: Elderly. Manual Grip Strength. Gardening. Ergonomics. 3D Printing. Product Design.

Introdução

A hortoterapia está entre as práticas de incentivo à saúde para a população idosa. Segundo a *American Horticultural Therapy Association* (AHTA, 2023), hortoterapia ou terapia hortícola é, em definição, a realização de atividades de jardinagem ofertadas por terapeutas hortícolas com objetivos específicos de tratamento ou reabilitação dos pacientes. Esse tipo de intervenção pode trazer muitos benefícios para o público idoso, pois estimula aspectos físicos e mentais, promovendo a saúde e bem-estar (Wang et al., 2023; Alipour et al., 2020).

A prática naturalmente acaba sendo benéfica ao ambiente domiciliar, caracterizando-se como uma atividade de vida diária (AVD), uma vez que promove a coordenação motora fina e fortalecimento muscular, fatores que, quando aliados, contribuem para o processo de prevenção ou possível reabilitação de doenças que afetam as mãos e os punhos. Além disso, cuidar de um jardim promove a saúde mental dos idosos ao aumentar a independência e a autoestima (Wang et al., 2022).

Entretanto, ao se pensar em atividades motoras manuais realizadas por idosos, é importante considerar os impactos físicos e biológicos advindos com o envelhecimento. Isso porque o avanço da idade traz várias mudanças no organismo, incluindo a diminuição da força muscular esquelética, especialmente quando associada a enfermidades (Costa et al., 2020). Essa redução na musculatura esquelética é uma das alterações mais significativas, impactando diretamente a qualidade de vida dos indivíduos (Pereira et al., 2015; Agostini et al., 2023; Sui et al., 2021). E no caso da função manual, essa realidade pode apresentar comprometimentos que refletem sobre a capacidade do indivíduo de segurar ou manipular objetos.

O estudo tem por base as crescentes demandas geradas por indivíduos idosos, às quais o *design* pode vir a contribuir por meio do atendimento de especificidades que geram melhorias de vida aos indivíduos idosos. Essa realidade vem ao encontro de mudanças demográficas no Brasil que demonstram o crescimento da população idosa, à espelha do que acontece em países desenvolvidos. Em 2022, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), o total de pessoas com 65 anos ou mais no Brasil chegou a quase 11% da população (IBGE, 2023).

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo relatar o desenvolvimento de um modelo de cabo ergonômico, planejado para favorecer o desempenho da atividade de jardinagem, oferecendo maior conforto e segurança aos usuários que apresentam redução da capacidade de preensão manual. O produto em questão tem como propósito ser utilizado como um objeto adaptador a ser acoplado às ferramentas de jardinagem já existentes, e a modelagem virtual do objeto será disponibilizada gratuitamente em um software de impressão 3D open source, para a facilitação do acesso do produto ao usuário final.

Materiais e Métodos

O projeto do dispositivo foi desenvolvido a partir da metodologia do Duplo Diamante (Design Council, 2024), que abrange as fases de Descoberta, Definição, Desenvolvimento e Entrega. Na fase da Descoberta, a pesquisa de mercado identificou produtos similares para jardinagem de pessoas com mobilidade reduzida. Na Definição, foram escolhidos *design* e materiais para criar um produto funcional, leve, ergonômico e replicável por impressão 3D. No Desenvolvimento, o cabo foi modelado em argila, digitalizado por escaneamento 3D e ajustado nos softwares Autodesk Meshmixer e Tinkercad. Na Entrega, o protótipo foi publicado como *open source* no *Thingiverse*, com imagens, especificações de material e instruções de impressão. Os softwares, equipamentos e materiais utilizados estão listados a seguir:

- Impressora 3D, modelo Sethi3D S3X;
- Software de Escaneamento Creality CR-Scan Lizard;
- Autodesk Meshmixer;
- Autodesk TinkerCad;
- Scanner 3D Creality CR-Scan Lizard;
- UltiMaker Cura;
- Plataforma Thingiverse;
- Filamento PLA branco (Plástico Termomoldável);
- EVA em folha;
- Argila Vermelha;
- Abraçadeira de nylon.

Resultados e Discussão

O desenvolvimento do produto foi conduzido por meio de uma abordagem detalhada que envolveu pesquisa, modelagem e *design* ergonômico. A análise de mercado conduzida, a qual constituiu a primeira etapa do processo e considerou aspectos como forma, valor, material e disponibilidade, indicou que as soluções atualmente disponíveis são insuficientes em termos de conforto e adequação para indivíduos com dificuldades de preensão ou problemas articulares. No entanto, devido à ausência de estudos científicos e testes de usabilidade que validem a eficácia desses produtos, não é possível afirmar com precisão

se eles desempenham suas funções de maneira eficaz. A principal deficiência reside na falta de pesquisas que atestem a eficiência e a qualidade dessas soluções. Além disso, apesar da existência desses produtos, sua acessibilidade no Brasil é restrita, com a maioria das opções ergonômicas disponíveis apenas em lojas internacionais.

Corroborando a etapa de *Entendimento*, essa análise possibilitou o entendimento de algumas variáveis que podem interferir diretamente sobre a usabilidade do produto, principalmente quando consideradas as fundamentadas em princípios ergonômicos. Essas observações foram analisadas, sendo elementos constituintes do *Briefing*. Essa tarefa foi condizente à fase de *Definição* da metodologia do Duplo Diamante, a qual caracteriza-se pela definição da ideia central que norteará o desenvolvimento do novo produto (Design Council, 2024).

Determinou-se, assim, que os objetivos do produto seriam o de reduzir a fadiga muscular, o de distribuir a pressão de forma equilibrada na mão, e o de minimizar o esforço durante o uso prolongado. Além disso, o artefato também deveria garantir estabilidade e permitir o acoplamento a diversas ferramentas de jardinagem, sendo compatíveis com a maioria no mercado. Essa análise envolveu considerações sobre as características do manejo grosseiro, o qual envolve movimentos musculares do punho e dos braços (Iida, Buarque, 2016; Brondani, Silva, 2020).

O conceito do projeto foi orientado por princípios ergonômicos para atender eficazmente às necessidades dos usuários, promovendo conforto e eficiência. A empunhadura deveria possuir uma curvatura que se alinhasse à mão e ao punho em posição neutra, reduzindo angulação excessiva. Segundo a literatura, a orientação ideal do punho é ligeiramente inclinada para frente, com o antebraço em posição neutra, semelhante a um aperto de mão (Kumar, S. 2007; Young et al., 2013).

Dessa forma, optou-se pelo formato arredondado da empunhadura para maximizar o conforto e garantir uma continuidade no arco superior, permitindo um encaixe natural das mãos, o que proporciona suporte adequado e uma pegada firme e segura. A estrutura do modelo foi projetada para otimizar tanto o comprimento quanto a espessura da empunhadura, visando melhorar o conforto.

Conforme Elam (2018), o comprimento ideal da empunhadura varia entre 90 e 110 mm para mulheres (não inferior a 80 mm) e entre 100 e 130 mm para homens (não inferior a 90 mm). Para Iida e Buarque (2016), componentes de pega que apresentam desenhos antropomorfos, ou seja, com superfícies de contato maiores, arredondadas, e mais anatômicas às mãos, são as mais indicadas a utensílios de uso diário. Além disso, o autor esclarece que os diâmetros de cilindros dos objetos de pega que possuem dimensões entre

de 3 a 5 cm proporcionam maior zona de contato com a mão de um adulto, gerando maior conforto. Tais parâmetros se assemelham aos descritos por Matuszek e Drobin (2018), os quais também enfatizam que projetos de componentes de pega mal resolvidos podem agravar o empenho do usuário, bem como oferecer riscos contra a sua segurança. Assim, a decisão por um cabo mais volumoso (com maior diâmetro) visou aumentar a superfície de contato com a palma da mão, distribuindo a força aplicada de maneira mais uniforme e, conseqüentemente, reduzindo os pontos de pressão que podem causar desconforto (Dianat et al., 2015; Wang, Cai, 2020).

O processo de criação contou com o desenvolvimento de *sketches* iniciais (Figura 1) para definição do *design*, seguido do desenvolvimento do modelo físico em argila para análise de conforto e funcionalidade e verificação de necessidades de ajustes (Figura 2), o comprimento da empunhadura foi definido em 100 mm, considerado ideal tanto para homens quanto para mulheres segundo a literatura (Elam, 2018), com diâmetro variando de 4 cm a 5 cm na área de pega.

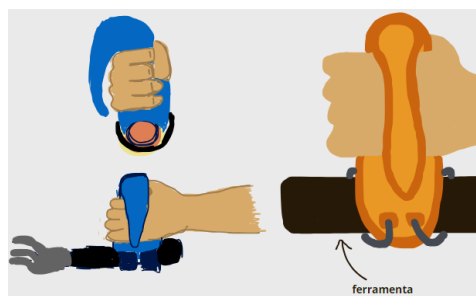


Figura 1 | Sketches.

Nota: Primeiros esboços do produto para definição do *design* e modo de funcionamento. Fonte: Autoria própria.

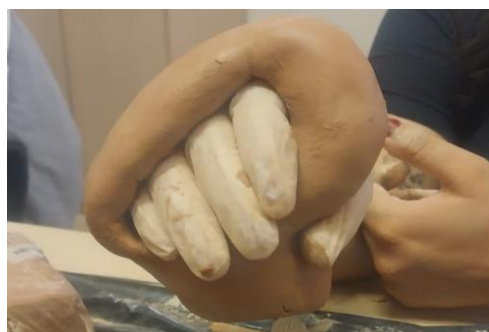


Figura 2 | Modelagem Física.

Nota: Modelagem artesanal feita com argila para avaliação de conforto na posição das mãos. Fonte: Autoria própria.

Após ajustes a partir da análise do modelo físico, foi realizado o processo de digitalização tridimensional (escaneamento) para criação do modelo virtual, conforme ilustrado na Figura 3. O escaneamento gerou uma malha de pontos que foram um sólido virtual representativo da peça digitalizada (Figura 4).

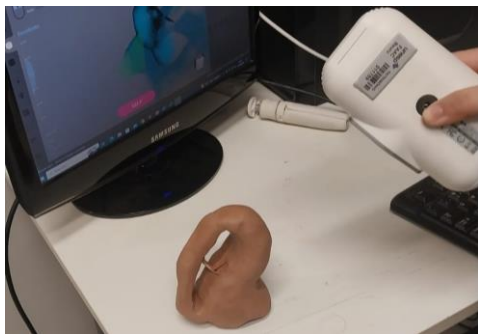


Figura 3 | Escaneamento.

Nota: A peça em argila foi escaneada com o Scanner Digital CreaLity CR-Scan Lizard para embasar a modelagem virtual. Fonte: Autoria própria.

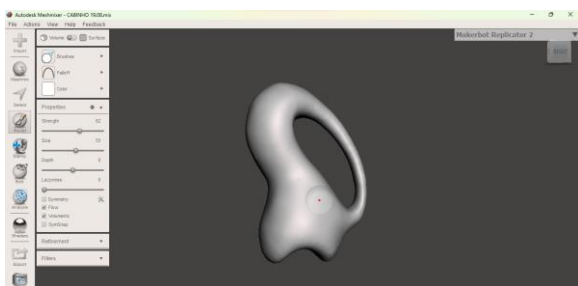


Figura 4 | Modelagem Virtual.

Nota: A peça escaneada foi modelada virtualmente no software Meshmixer a fim de remover imperfeições e tornar a peça simétrica. Fonte: Autoria própria.

Para a confecção do protótipo foram utilizadas tecnologias de impressão 3D (Figuras 5 e 6) e materiais como PLA, devido à sua leveza e facilidade de uso. O EVA foi utilizado para dar acabamento à peça em virtude de sua capacidade de amortecer e gerar melhorias na aderência, na absorção do impacto e vibração transmitidos pela ferramenta. Estas definições foram geradas a partir da necessidade de oferecer conforto e segurança ao usuário. Isso porque a superfície da empunhadura é um fator crítico que afeta o conforto e a fadiga dos músculos das mãos. O uso de espuma de borracha em cabos de ferramentas manuais pode reduzir significativamente a fadiga da mão (Fellows & Freivalds, 1991; Harih et al., 2022).

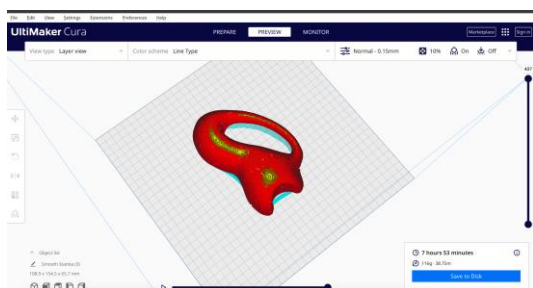


Figura 5 | Preparação da Peça para Impressão 3D.

Nota: A peça finalizada foi submetida ao software Ultimaker Cura para adequação dos parâmetros de impressão 3D. Fonte: Autoria própria.



Figura 6 | Impressão Finalizada.

Nota: Primeiro protótipo físico do Cabo Adaptador Ergonômico. Fonte: Autoria própria.



Figura 7 | Acabamentos.

Nota: Finalização com EVA para maior conforto da pega. Fonte: Autoria própria.



Figura 8 | Simulação de Encaixe.

Nota: Imagem ilustrativa da simulação de encaixe do produto às ferramentas. Fonte: Autoria própria.

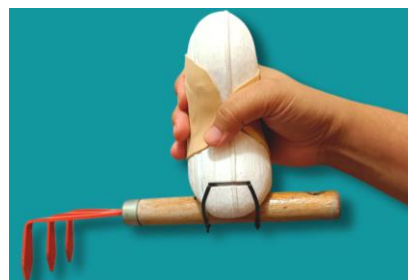


Figura 9 | Simulação de Pega.

Nota: Imagem ilustrativa da simulação de pega ao utilizar o produto. Fonte: Autoria própria.

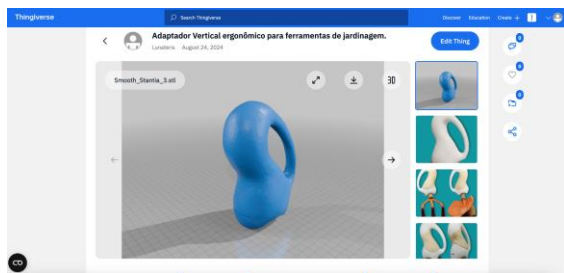


Figura 10 | Open Source.

Nota: Disponibilização gratuita do modelo virtual na plataforma Thingiverse. Fonte: Autoria própria.

Assim, o desenvolvimento do cabo adaptador ergonômico para utensílios de jardinagem resultou em um protótipo que pode contribuir ao atendimento das necessidades de indivíduos idosos que se envolvem com atividades de jardinagem. O *design* final, com pegada vertical moldada anatomicamente, proporciona conforto e menor cansaço, sendo funcional para destros e canhotos. Um recorte permite a inserção de uma abraçadeira de nylon para fixação na ferramenta. Embora a proposta apresente aprimoramento na ergonomia e funcionalidade, o projeto necessita de testes experimentais para verificação dos potenciais benefícios. Estudos futuros avaliarão a eficácia prática do protótipo em cenários reais.

Conclusão

O cabo ergonômico adaptador desenvolvido neste estudo apresenta-se como uma possível solução acessível e de baixo custo para ser acoplada em instrumentos de jardinagem, visando melhorar o conforto e segurança de pessoas com dificuldades de preensão manual ao utilizar esse tipo de ferramenta. A disponibilização do projeto 3D em plataforma open source dá a possibilidade de adaptação do modelo para necessidades específicas e individuais dos usuários, ainda que as medidas utilizadas sejam padrões para diferentes tamanhos de mãos, incluindo a funcionalidade para destros e canhotos. Embora o protótipo não tenha sido avaliado com usuários, as características implementadas no *design* foram embasadas em referenciais teóricos de ergonomia, buscando atender a aspectos funcionais, de conforto e segurança para o uso. Entretanto, estudos futuros visam a realização de testes práticos em contextos reais, motivados principalmente pela escassez de avaliações dessa categoria de produto. Além disso, a validação do desempenho do protótipo será essencial para analisar se o projeto atende às necessidades de aprimoramento da qualidade de vida dos usuários, especialmente idosos com dificuldades de preensão manual ao possibilitar uma execução mais eficiente, segura e confortável das atividades de jardinagem.

Agradecimentos

Nossos sinceros agradecimentos ao Centro Avançado de Desenvolvimento de Produtos (CADEP), localizado na Unesp Campus Bauru por tornar este estudo possível.

Referências

- AGOSTI, Deborah *et al.* An integrated approach to Skeletal muscle health in aging. **Nutrients**, [S.l.], vol. 15, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu15081802>.
- AHTA. Standards of Practice for Horticultural Therapy. **AMERICAN HORTICULTURAL THERAPY ASSOCIATION**, Las Vegas, 2023. Disponível em: <https://www.ahta.org/standards-of-practice-for-horticultural-therapy#One>. Acesso em: 12 ago. 2024.
- ALIPOUR, Fatemeh *et al.* The role of horticultural therapy in improving the quality of life in elderly people. **Journal of Mazandaran University of Medical Sciences**, Moallem Square, vol. 181, n. 29, p. 82-93, 2020.
- BRONDANI, Sergio A.; SILVA, Leopoldo E. Apoiador de Muletas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 13856-13871, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-304>.
- COSTA, Daniela de Jesus *et al.* Correlação entre idade e força muscular em idosos: Estudo Elsia. **ACES - Arquivos de Ciência do Esporte**, Uberaba, vol. 8, 2020. Disponível em: <https://seer.ufm.edu.br/revistaeletronica/index.php/aces/article/view/4705/6083>. Acesso em: 12 ago. 2024.
- DESIGN COUNCIL. The Double Diamond A universally accepted depiction of the design process. **Design Council**, [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/>. Acesso em: agosto 2024.
- DIANAT, Imã *et al.* The effects of tool handle shape on hand performance, usability and discomfort using masons' trowels. **International Journal of Industrial Ergonomics**, Nova Iorque, Volume 45, Páginas 13-20, 2015.
- ELAM, Lesya. Ergonomic guidelines for designing handheld products: a case study of hand-held vacuum cleaners. **KTH Library**, Estocolmo, 2018. Disponível em: <https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1234420&dswid=1355>. Acesso em: 12 ago. 2024.
- FELLOWS, R.; FREIVALDS, A. Ergonomics evaluation of a foam rubber grip for tool handles. **Applied Ergonomics**, Oxford, Volume 22, Edição 4, Páginas 225-230, 1991.
- HARIH, Gregor *et al.* Influence of Product Interface Material Stiffness on Human Tactile Perception during a Grasping Task. **Applied Sciences**, [S.l.], vol. 17, n.2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/app12178867>.

IBGE. Censo 2022: número de pessoas com 65 anos ou mais de idade cresceu 57,4% em 12 anos. **Agência IBGE (online)**, Brasília, 2023. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38186-censo-2022-numero-de-pessoas-com-65-anos-ou-mais-de-idade-cresceu-57-4-em-12-anos>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

IIDA, Itiro; BUARQUE, Lia. Ergonomia: Projeto e Produção, 3ª edição. **Editora Edgard Blucher**, São Paulo, 2016.

KUMAR, Shrawan. Biomechanics in Ergonomics (2nd ed.). **CRC Press**, Boca Raton, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780849379093>.

LUNATERIS. Adaptador Vertical ergonômico para ferramentas de jardinagem. **Thingiverse**, [S.l.], 2024. Disponível em: <<https://www.thingiverse.com/thing:6742443>>. Acesso em: 24 ago. 2024.

MATUSZEK, Józef; DROBINA, Robert. Designing handles of hand tools in the aspect of comfort and safety. Polak-Sopinska, A., Króliwowski, J. (eds), Ergonomics for people with disabilities - Design for Accessibility. **Advances in Production Management and Ergonomics**, [S.l.], Vol. 1., p. 57-74, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2478/9783110617832-006>

PEREIRA, Leonardo Costa et al. A influência da composição corporal na força de homens idosos brasileiros. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 196-199, 2015.

SUI, Sophia X. et al. Skeletal Muscle Health and Cognitive Function: A Narrative Review. **International Journal of Molecular Sciences**, Basiléia, vol. 22, n.1, 2021. <https://doi.org/10.3390/ijms22010255>.

WANG, Ching-Yi; CAI, Deng-Chuan. Hand tool handle size and shape determination based on hand measurements using a contour gauge. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Services Industries**, [S.l.], p. 1-16, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/hfm.20846>.

WANG, Min et al. The effect of horticultural therapy on older adults in pension institutions: a systematic review. **Geriatric Nursing**, Davis, vol. 51, p. 25-32, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2023.02.006>.

WANG, Zhijie et al. Horticultural therapy for general health in the older adults: A systematic review and meta-analysis. **PLoS ONE**, Estados Unidos, vol. 17, n. 2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263598>.

YOUNG, Justin G. et al. The natural angle between the hand and handle and the effect of handle orientation on wrist radial/ulnar deviation during maximal push exertions. **Ergonomics**, [S.l.], vol. 56, n. 2, p. 682-691, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.765602>.

Autores

Amanda Gomes Favoretto¹
FAAC UNESP, Mestranda em Design
 | <https://orcid.org/0009-0003-5057-5056>

Mariana Anjos de Almeida²
FAAC UNESP, Mestranda em Design
 | <https://orcid.org/0009-0001-0086-6096>

Ana Beatriz Ferreira Cardim³
FEB UNESP, Graduanda em Engenharia Mecânica
 | <https://orcid.org/0009-0005-5382-9300>

Maisa da Silva Julio⁴
FAAC UNESP, Graduanda em Design
 | <https://orcid.org/0009-0006-3195-7747>

Érica Pereira das Neves⁵
FAAC UNESP, Professora Doutora em Design
 | <https://orcid.org/0000-0002-7075-5076>

Fausto Orsi Medola⁶
FAAC UNESP, Professor Doutor em Design
 | <https://orcid.org/0000-0003-2308-6524>