

**DESIGN ERGONÔMICO E O DESENVOLVIMENTO DE  
ARTEFATOS DE USO COTIDIANO:  
PERCEPÇÃO E SEMÂNTICA**  
**ERGONOMIC DESIGN AND THE DEVELOPMENT OF  
EVERYDAY PRODUCTS: SEMANTIC AND PERCEPTION**

João Vítor de Andrade Scardovelli<sup>1\*</sup>

Thiago Almeida<sup>1</sup>

Rodolfo Nucci Porsani<sup>1</sup>

Fausto Orsi Medola<sup>1</sup>

Luis Carlos Paschoarelli<sup>1</sup>

\*Autor para correspondência: joao.scardovelli@unesp.br

**Resumo:** O *design* ergonômico pode ser um importante método para desenvolver produtos de uso cotidiano que sejam satisfatórios de usar. Um de seus principais preceitos é utilizar recursos para avaliar as alternativas de artefato desenvolvidas. O presente estudo objetivou relatar o desenvolvimento de um espremedor de frutas cítricas manual considerando a aplicação dos métodos do *design* ergonômico e os aspectos de usabilidade. Inicialmente, avaliaram-se três diferentes produtos de mercado por meio do protocolo de diferencial semântico. O desenvolvimento do projeto de produto contou com *brainstorming*, *sketches*, escaneamento em três dimensões (3D), modelagem digital e prototipagem rápida (impressão 3D). O protótipo foi avaliado com o mesmo protocolo de diferencial semântico em condições controladas (laboratório), com oito participantes. Os resultados apontam que o artefato contemplou os fatores positivos desejados no projeto inicial e mostram que a metodologia de *design* ergonômico pode proporcionar produtos de uso cotidiano que oferecem experiências mais prazerosas e satisfatórias.

**Palavras-chave:** *design* ergonômico; impressão 3D; escaneamento 3D; projeto de produto; diferencial semântico.

**Abstract:** Ergonomic design can be an important method to develop products for everyday use that are satisfying to use. One of its main precepts is to use resources to evaluate the developed products alternatives. The present study aimed to report the development of a manual citrus juicer considering the application of ergonomic design methods and the perceived usability aspects. Initially, three different market products were evaluated using the semantic differential protocol. The development of the product project included brainstorming, sketches, tridimensional (3D) scanning, digital modeling and rapid prototyping

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) – Bauru (SP), Brasil.

(3D printing). The prototype was evaluated using the same semantic differential protocol under controlled conditions (laboratory), with eight participants. The results indicate that the artifact contemplated the positive factors desired in the initial project and show that the ergonomic design methodology can provide products for everyday use that offer more pleasant and satisfying experiences.

**Keywords:** ergonomic design; 3D printing; 3D scanning; product design; semantic differential.

## INTRODUÇÃO

Objetos são interfaces materiais e digitais nas quais ocorrem as interações usuário-artefato e podem ser observados sob os pontos de vista ergonômico, cognitivo, hedonômico e/ou emocional. Dessas interações derivam experiências, que podem ser positivas ou negativas. Segundo Porsani *et al.* (2020), a interação entre seres humanos e artefatos dá-se por meio de fatores físicos e subjetivos; os usuários tendem a perceber esses objetos pela semântica pessoal, relacionando características pessoais com os produtos e as formas como tais objetos pessoais se apresentam.

Para Lobach (2001), todo artefato tem em sua essência a função de satisfazer às necessidades físicas e psíquicas dos usuários pelas relações estabelecidas durante o processo de uso, desempenhando funções práticas, estéticas e simbólicas. Conhecer essas funções, bem como a relação entre elas, é algo que pode ser de grande importância para o profissional de *design*.

Visando ao desenvolvimento de produtos estrategicamente mais bem projetados à interação humana e pensando em condições de uso em que os objetos estejam adequados aos anseios e às capacidades dos usuários, Paschoarelli (2003) apresenta o *design* ergonômico, o qual tem por finalidade a “aplicação do conhecimento ergonômico no projeto de dispositivos tecnológicos, com o objetivo de alcançar produtos e sistemas seguros, confortáveis, eficientes, efetivos e aceitáveis” (PASCHOARELLI, 2003, p. 9).

“A mente humana é feita sob medida e com extraordinária perfeição para entender o mundo. Dê-lhe a mais tênue pista e lá vai ela, fornecendo explicação, racionalização e compreensão” (NORMAN, 2002, p. 26). Para compreender melhor a mente humana e suas interações, uma das ferramentas de análise da percepção de usuários acerca do objeto é o protocolo do diferencial semântico.

O diferencial semântico (DS) vem sendo utilizado como ferramenta sensível para estudos que envolvem a significação de objetos. Segundo Tullis e Albert (2008) e Mattos (2017), essa escala de classificação abrange a apresentação de pares de adjetivos bipolares (ou opostos/antônimos) colocados em cada extremidade de uma série de cinco ou sete âncoras, conceito inicialmente proposto por Osgood, Suci e Tannenbaum (1957). A avaliação do DS é feita por meio da análise dos valores das médias e do desvio padrão, bem como da análise fatorial.

Por outro lado, os recentes avanços tecnológicos no campo da engenharia também agregam positivamente nos processos produtivos do campo do *design*. Um exemplo disso é a tecnologia de prototipagem rápida de manufatura aditiva (TPRMA), popularmente conhecida como impressão tridimensional (3D). Volpato (2017) menciona em sua obra os diferentes tipos de TPRMA, suas potencialidades e aplicações nos mais diferentes campos do conhecimento. O autor elucida que a principal característica da impressão 3D é a materialização física do objeto projetado digitalmente, por meio da adição de camadas sequenciais umas sobre as outras, o que possibilita o desenvolvimento de objetos de elevada complexidade, resolução e até mesmo funcionalidade.

Outra tecnologia utilizada no decorrer do presente projeto foi o escaneamento 3D. Quanto a ele, Rocchini *et al.* (2001) descrevem que consiste na captura visual por digitalização de imagens de objetos físicos, convertendo-os em nuvens de pontos e em uma malha 3D digital, processo popularmente conhecido como engenharia reversa.

Essas ferramentas produtivas aliadas às metodologias de *design* ergonômico e seus protocolos de avaliação podem auxiliar no aprendizado e na assimilação de conteúdo por parte dos discentes da graduação em Design, bem como colaborar para o aperfeiçoamento e a capacitação destes para o mercado de trabalho, em que atuarão no desenvolvimento de produtos estratégicos mais adaptados, efetivos, eficazes e eficientes às interações e demandas humanas.

O objetivo deste estudo foi apresentar o desenvolvimento de um espremedor de frutas cítricas manual, considerando a aplicação dos métodos do *design* ergonômico e os aspectos de usabilidade percebida.

A hipótese que norteou este trabalho foi a de que a aplicação de conceitos, metodologias e ferramentas de *design* ergonômico auxilia no desenvolvimento de produtos de uso cotidiano e promove experiências de satisfação no âmbito da percepção semântica e da usabilidade percebida.

## MATERIAIS E MÉTODO

Este trabalho consiste no relato de uma atividade projetual simulada em condições laboratoriais (acadêmicas). Traz uma abordagem empírica e de caráter prático e cujo objetivo foi colocar em prática os preceitos do *design* ergonômico.

O desenvolvimento de projeto de produto (PDP) em *design* ergonômico seguiu as diretrizes metodológicas oferecidas pelos docentes responsáveis pela disciplina, bem como as recomendações para utilização da tecnologia de prototipagem rápida de manufatura aditiva (impressão 3D). Por fim, o protótipo foi encaminhado a teste laboratorial por DS.

O presente estudo foi realizado na Sala de Experimentos do Laboratório de Ergonomia e Interfaces da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp). Tratou-se de uma abordagem caracterizada pela análise visual do produto, feita por 32 jovens, entre 18 e 30 anos. Por causa do tipo de abordagem, foi empregado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), atendendo à Resolução n.º 466/2012-CNS-MS (BRASIL, 2012) e à Norma ERG BR 1.002, do Código de Deontologia do Ergonomista Certificado (ABERGO, 2003).

Em sequência, um protocolo de DS de nove pares de adjetivos antagônicos (positivos almejados para o projeto e negativos não desejados ao projeto), com sete âncoras (-3, -2, -1, 0, +1, +2 e +3) baseadas na escala de Likert, foi aplicado para cada artefato, apresentado randomicamente ao voluntário da pesquisa, a fim de identificar diferenças perceptivas entre os objetos. A amostragem de participantes da coleta com DS foi dividida em dois grupos.

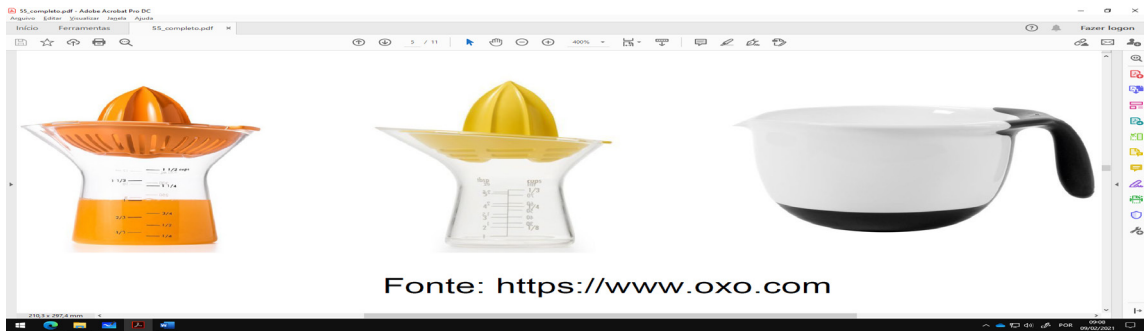
A primeira amostra abrangeu 24 usuários, 10 do gênero masculino e 14 do feminino, todos jovens (entre 18 e 30 anos) estudantes de graduação, do curso de Design. Os participantes avaliaram os três diferentes similares de mercado (modelo 1, modelo 2 e modelo 3). Esses resultados nortearam tomadas de decisões estratégicas de *design* ergonômico para o desenvolvimento de um produto que proporcionasse melhores experiências.

A segunda amostra contemplou oito usuários, quatro do gênero masculino e quatro do feminino, também todos jovens (entre 18 e 30 anos) estudantes de graduação, do curso de Design. Esses participantes avaliaram o protótipo desenvolvido, e os resultados foram comparados com os dos similares de mercado.

## PROCEDIMENTOS PROJETAIS

O processo PDP teve início no começo do semestre letivo e passou pelas etapas metodológicas de análise de similares para inspiração projetual (Figura 1), *brainstorming*, dinâmica de geração de ideias por *sketches* e desenhos manuais. Na etapa seguinte ocorreu a definição do conceito (Figura 2).

**Figura 1 – Análise de similares para inspiração projetual**



Fonte: <https://www.oxo.com>

A

B

C

Fonte: disponível em: <https://www.oxo.com>. Acesso em: 20 set. 2020

**Figura 2 – Sketches e conceito definido**



Fonte: Os autores

A

B

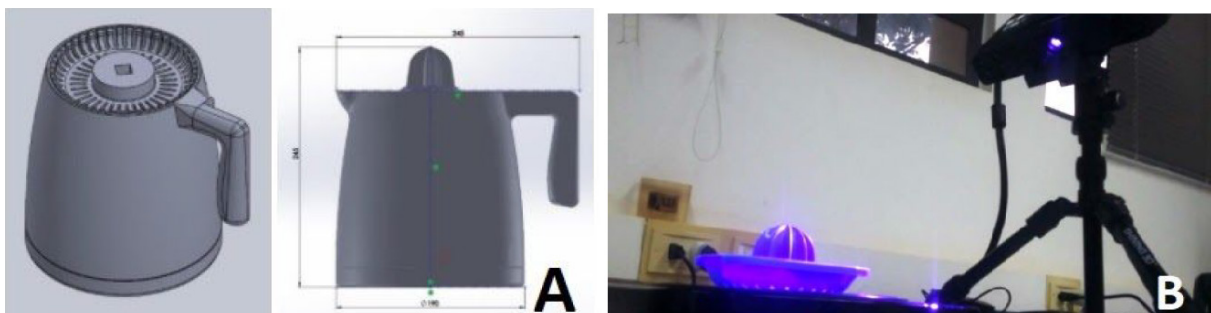
C

D

Fonte: Primária

Posteriormente, foi realizada a modelagem digital em 3D virtual no *software* SolidWorks 2016 (Figura 3A), para o desenvolvimento da estrutura base do projeto. O PDP contou ainda com as etapas de escaneamento 3D do componente extrator por meio do dispositivo EinScan Pro+ (Figura 3B) e de sequenciamento renderizado no programa Lumion 8, com aplicação de cores e texturas (Figura 4).

**Figura 3 – Modelagem e escaneamento tridimensionais**

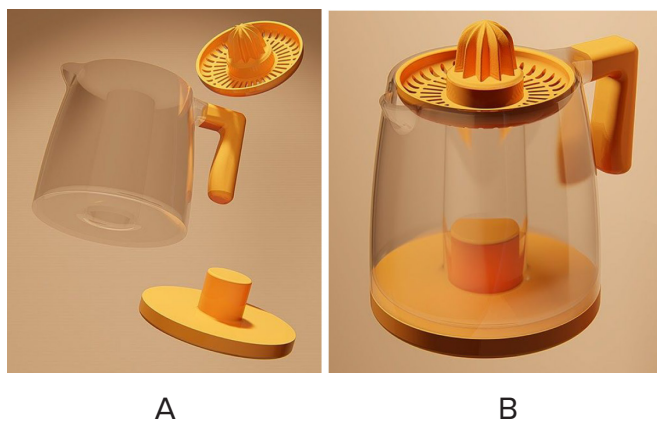


A

B

Fonte: Primária

**Figura 4 –** Renderização Lumion 8



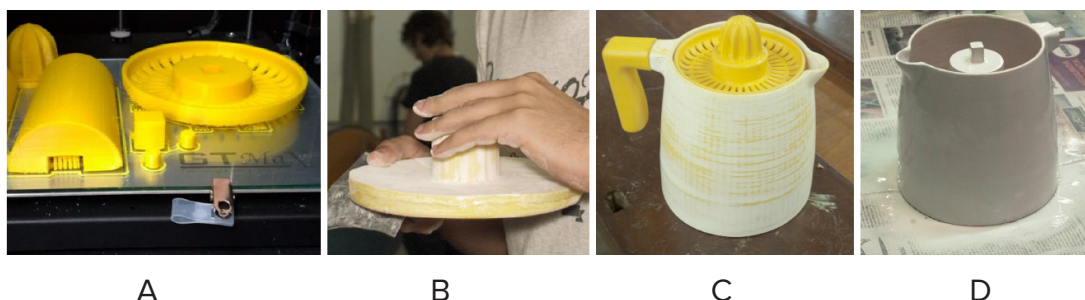
A

B

Fonte: Primária

Em etapa de prototipagem, o arquivo 3D digital, em formato .solid, foi transformado em arquivo de nuvem de pontos .stl, para fatiamento no programa Simplify e posterior prototipação com a impressora de manufatura aditiva em filamento plástico (FDM / FFF) modelo GTMax Core H4. Após o processo de prototipação, o artefato passou por acabamento manual por abrasão por lixas (gramaturas: 80, 120, 320, 600 e 1.200 grânulos), seguido pelo processo de revestimento de ancoragem em *primer* e pintura nas cores branca e amarela, realizado na cabine de pintura profissional do Laboratório Didático de Materiais e Processos da Unesp. Os processos de prototipagem e acabamento podem ser vistos na Figura 5.

**Figura 5 –** Impressão tridimensional



A

B

C

D

Fonte: Primária

## RESULTADOS

O protótipo finalizado é apresentado na Figura 6. Em sequência ao término do artefato, este foi direcionado à pesquisa por DS por usabilidade percebida com similares de mercado.

**Figura 6 –** Protótipo finalizado



A

B

C

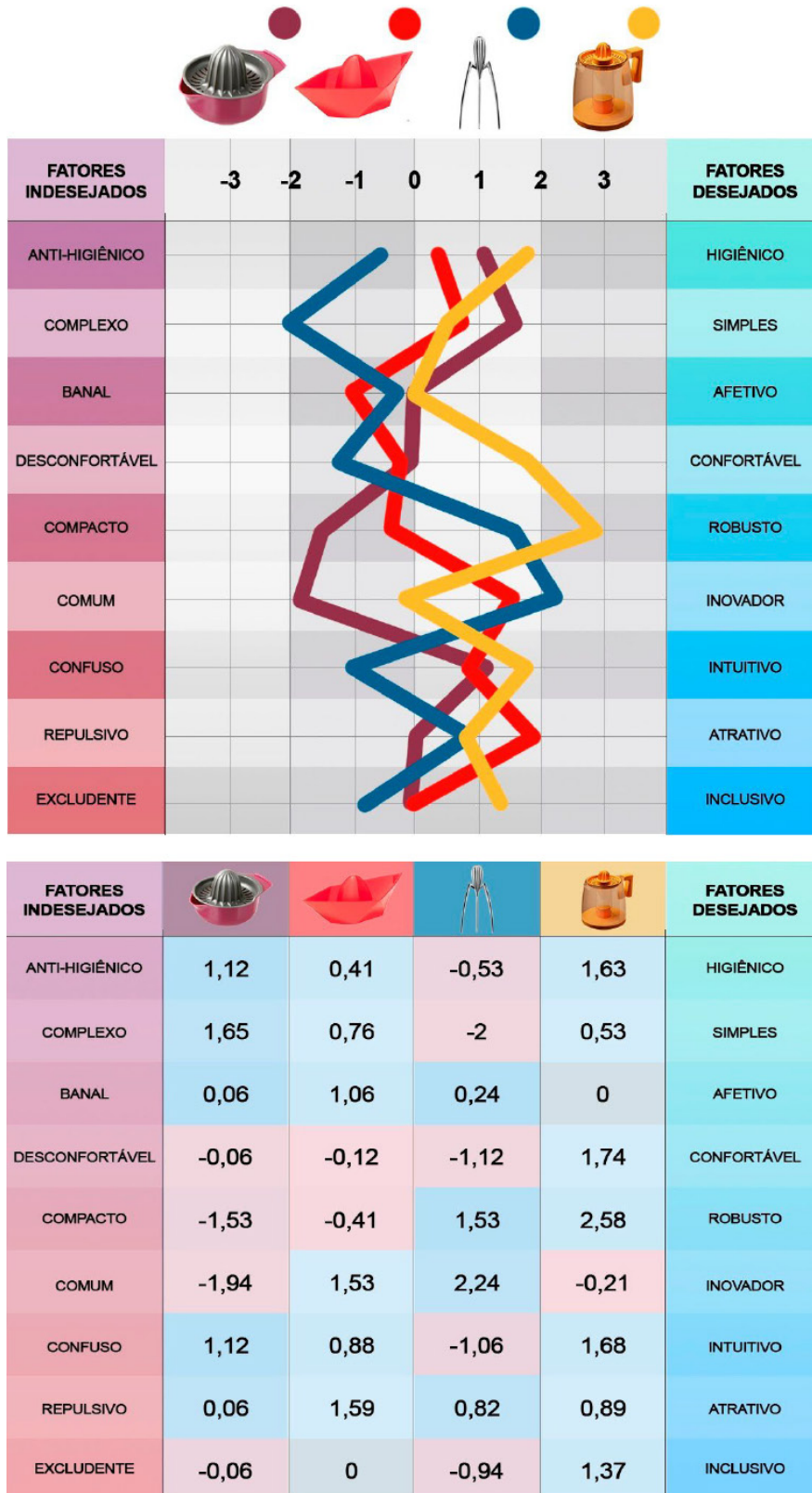
D

Fonte: Primária



Os resultados do teste de DS aplicado aos similares de mercado e ao protótipo desenvolvido são apontados na Figura 7.

**Figura 7 – Resultados do teste de diferencial semântico**



Fonte: Primária

Verificou-se que vários critérios estratégicos preestabelecidos no PDP em *design* ergonômico foram atingidos. Obteve-se resposta positiva em quase todos os critérios, exceto nos termos afetivo (média de 0 ponto – considerado neutro) e inovador (média de -0,21 ponto – praticamente neutro). Das respostas positivas que atenderam aos critérios do projeto, destacam-se: higiênico (+1,63), confortável (+1,74), robusto (+2,58), intuitivo (+1,68) e inclusivo (+1,37).

Foi realizada a média geral das médias para cada um dos artefatos: item 1 (magenta +0,05), item 2 (vermelho +0,63), item 3 (azul -0,09) e item protótipo (amarelo +1,13). Observou-se, portanto, que de modo geral o protótipo desenvolvido apresentou resultados mais positivos se comparado aos similares de mercado.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O ensino de conceitos, métodos e ferramentas de *design* ergonômico e ergonomia à formação curricular de estudantes de graduação do curso de Design pode proporcionar reflexões e o surgimento de uma visão analítica e crítica em relação ao desenvolvimento de projeto de produtos mais eficazes, eficientes e efetivos à interação com o usuário, princípios defendidos pelo *design* ergonômico e por autores como Paschoarelli e Menezes (2009), Menezes e Paschoarelli (2009), Lida e Guimarães (2016) e pela Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO, 2019).

O protótipo desenvolvido atingiu os objetivos definidos no pré-projeto e mostrou-se melhor, de modo geral, se comparado com os similares de mercado para o público amostral, no contexto de análise semântica. Destacaram-se os níveis de higiene, conforto, robustez, intuitividade e inclusão.

As ferramentas de desenho digital, escaneamento e impressão 3D facilitaram e aceleraram o processo de desenvolvimento do protótipo e proporcionaram a obtenção de um produto com precisão geométrica que atendia à necessidade para os testes de DS. Tal conceito é corroborado por Abreu (2015), ao propor que, quanto à prototipagem rápida de manufatura aditiva, cabe ao *designer* e ao engenheiro a seleção do processo produtivo mais adequado de acordo com o objetivo final do artefato.

O teste de DS mostrou-se efetivo para avaliar o modo como os sujeitos percebem o produto em seu contexto de uso e social, ideia apoiada por Lanutti *et al.* (2013). Os autores, após estudos com essa ferramenta em espremedores de cítricos, afirmam que trabalhos dessa natureza são relevantes para orientar o desenvolvimento de novos produtos, uma vez que ela é capaz de revelar informações importantes sobre a interação usuário-objeto, foco do estudo do campo do *design* ergonômico.

As questões estabelecidas na hipótese de que a aplicação de conceitos, metodologias e ferramentas de *design* ergonômico em PDP do cotidiano auxiliaria no desenvolvimento de produtos que promovessem experiências melhores no campo da percepção semântica e da usabilidade percebida foram confirmadas.

Esta pesquisa limita-se ao relato do processo de PDP em *design* ergonômico no campo da percepção semântica em artefatos do cotidiano da linha de espremedores de cítricos. São sugeridas mais pesquisas para aprofundar os estudos nos campos de usabilidade física, interação hedônica e emocional e testes com amostragens de diferentes faixas etárias em real contexto de uso.

## AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi desenvolvido com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Processo 304619/2018-3.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Sofia Alexandra Chaves. **Impressão 3D baixo custo versus impressão em equipamentos de elevado custo**. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA (ABERGO). **Norma ERG BR 1002** – Código de Deontologia do Ergonomista Certificado. Abergó, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA (ABERGO). **O que é ergonomia**. Abergó, 2019. Disponível em: [http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o\\_que\\_e\\_ergonomia](http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia). Acesso em: 29 out. 2020.
- BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução n.º 466/12. **Diário Oficial da União**, 12 dez. 2012. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2021.
- IIDA, Itiro; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia: projeto e produção**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2016.
- LANUTTI, Jamille N. de L. *et al.* Usabilidade de objetos de uso cotidiano: comparativo de técnicas de avaliação subjetiva (SUS e DS). *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACE HUMANO-TECNOLOGIA, PRODUTO, INFORMAÇÕES, AMBIENTE CONSTRUÍDO E TRANSPORTE, 13., 2013. **Anais** [...]. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.
- LOBACH, Bernd. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- MATTOS, Liara Mucio. **Julgamento visual de cadeiras de rodas: contribuições para o design de produtos assistivos**. 94f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2017.
- MENEZES, Marizilda dos Santos; PASCHOARELLI, Luis Carlos. (org.). **Design e planejamento: aspectos tecnológicos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 277 p.
- NORMAN, Donald A. **O design do dia a dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2002.
- OSGOOD, Charles E.; SUCI, George; TANNENBAUM, Percy. **The measurement of meaning**. Urbana: University of Illinois Press, 1957.
- PASCHOARELLI, Luis Carlos. **Usabilidade aplicada ao design ergonômico de transdutores de ultrassonografia: uma proposta metodológica para avaliação e análise do produto**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.
- PASCHOARELLI, Luis Carlos; MENEZES, Marizilda dos Santos. **Design e ergonomia: aspectos tecnológicos**. São Paulo: Editora Unesp; Cultura Acadêmica, 2009. 279 p.
- PORSANI, Rodolfo Nucci *et al.* Ferramenta para avaliação emocional: contribuições para o *design* de produto. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 14214-14229, mar. 2020.
- ROCCHINI, Claudio *et al.* A low cost 3D scanner based on structured light. **Computer Graphics Forum**, v. 20, n. 3, p. 299-308, 2001.



TULLIS, Thomas; ALBERT, William. **Measuring the user experience:** collecting, analysing, and presenting usability metrics. Burlington: Morgan Kaufmann, 2008.

VOLPATO, Neri. **Manufatura aditiva:** tecnologias e aplicações da impressão 3D. São Paulo: Edgard Blücher, 2017.