

## **AVALIAÇÃO DE ÓRTESE AFO POR MEIO DE UMA ESCALA DE DIFERENCIAL SEMÂNTICO**

### ***EVALUATION OF ORTHOSIS AFO THROUGH A DIFFERENTIAL SEMANTIC SCALE***

**Giovana Mara Zugliani Bortolan<sup>1</sup>**

**Graziela Guzi de Moraes<sup>2</sup>**

**Susana Cristina Domenech<sup>3</sup>**

**Marcelo Gitirana Gomes Ferreira<sup>4</sup>**

**Célio Teodorico dos Santos<sup>5</sup>**

#### **Resumo**

Tendo em vista que as Oficinas Ortopédicas do SUS ainda mantêm os métodos artesanais tradicionais de produção, observou-se a necessidade da produção de órteses por meios alternativos, como manufatura aditiva e bambu, de modo a agregar facilidade na customização, redução de custos e alto volume de produção. Sendo assim, o artigo apresenta uma avaliação dos três protótipos de órteses AFO: tradicional, manufatura aditiva (impressão 3D) e bambu por meio de uma escala de diferencial semântico. O objetivo é identificar a percepção resultante da interação com o objeto frente aos três tipos de órteses, dentro das três funções do design: prática, estética e simbólica para aprimorar o projeto de órteses desenvolvidas com materiais alternativos. A pesquisa foi realizada na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e a amostra foi composta por 31 alunos, sendo estes da última fase do curso de graduação em Design de Produto e alunos da Pós-Graduação em Design e Moda, que foram convidados a observar e manusear as órteses e apontar quais dos 19 atributos pareados as descrevem e as representam melhor. Os resultados apresentam diferenças significativas entre as órteses, corroborando às hipóteses iniciais de que a confecção de órteses tradicionais, apesar do cumprimento das funções práticas, não satisfaz em termos estéticos e simbólicos. Já as órteses de manufatura aditiva e bambu necessitam de aprimoramento na fase projetual quanto às funções práticas.

**Palavras-chave:** órtese; AFO; funções do produto; diferencial semântico.

#### **Abstract**

Bearing in mind that SUS Orthopedic Workshops still maintains traditional artisanal production methods the need to produce orthoses by alternative means was observed, such as additive manufacturing and bamboo, to add ease of customization, cost reduction, and high production

---

<sup>1</sup>Mestre em Design, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, [gmzugliani@gmail.com](mailto:gmzugliani@gmail.com).

<sup>2</sup> Doutora, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, [grazzi.guzzi@gmail.com](mailto:grazzi.guzzi@gmail.com).

<sup>3</sup> Doutora, Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Ciências da Saúde, Florianópolis, SC, Brasil, [scdomenech@gmail.com](mailto:scdomenech@gmail.com).

<sup>4</sup> Doutor, Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Design, Florianópolis, SC, Brasil, [marcelo.gitirana@gmail.com](mailto:marcelo.gitirana@gmail.com).

<sup>5</sup> Doutor, Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Design, Florianópolis, SC, Brasil, [celio.teodorico@gmail.com](mailto:celio.teodorico@gmail.com).

volume. Therefore, the article presents an evaluation of the three prototypes of AFO orthoses: traditional, additive manufacturing (3D printing), and bamboo using a semantic differential scale. The objective is to identify the perception resulting from the interaction with the object facing the three types of orthoses, within the three functions of design: practical, aesthetic, and symbolic to improve the design of orthoses developed with alternative materials. The research was carried out at the State University of Santa Catarina (UDESC) and the sample consisted of 31 students, these being from the last phase of the undergraduate course in Product Design and pos-graduate students in Design and Fashion, who were invited to observe and handle the orthoses and point out which of the 19 paired attributes describe and represent them best. The results show significant differences between the orthoses, corroborating the initial hypotheses that the making of traditional orthoses, despite the fulfillment of practical functions, is not satisfactory in aesthetic and symbolic terms. Additive and bamboo orthoses, on the other hand, need improvement in the design phase as to practical functions.

**Keywords:** orthosis; AFO; product function; differential semantic.

## 1. Introdução

No contexto de atuação da rede de pesquisa em tecnologias assistivas, torna-se essencial o desenvolvimento da melhor interface do homem com a tecnologia, com relação a integração de critérios ergonômicos e parâmetros projetuais do design de produto, além da ênfase em tecnologia de materiais e processos. Assim, aplicar critérios ergonômicos no projeto de um sistema humano-tecnológico promove a especificação de dispositivos, materiais, metodologias, instrumentos e produtos que melhor se adaptam às necessidades humanas, favorecendo o conforto, a segurança e o melhor desempenho desse indivíduo na realização da sua atividade (NIELSEN, 1993; JORDAN, 1998).

Deste modo, o estudo das matérias-primas de produtos assistivos deve, no processo de fabricação, relacionar suas principais propriedades às funções estruturais (GADELHA, 2003). Com isso, pretende-se promover a experiência do usuário de dispositivos de tecnologia assistiva, obtidas a partir de novos materiais, por meio do estudo da viabilidade técnica aplicada e que atendam às necessidades do usuário.

Além disso, há o fato de que com o desenvolvimento tecnológico e a globalização, surgiram artefatos com características resultantes destes fenômenos e o usuário passou a buscar uma maior experiência com os produtos de caráter estético e simbólico (TAKAMITSU; MENEZES, 2015). Um artefato é dotado de funções práticas, estéticas e simbólicas. “A função prática objetiva uma adequação funcional relacionada com o projeto em si, de modo que seja essencial enquanto função de uso” (SANTOS; SCHIMIDT, 2016, p. 56). Do ponto de vista das funções estéticas e simbólicas, o produto torna-se a linguagem a ser traduzida pelos usuários por meio dos sentidos. Assim, para originar experiências memoráveis e satisfatórias, o designer precisa elaborar uma estrutura lógica e viável além da configuração de materiais e certos elementos, que são importantes para criar uma conexão emocional com o usuário e o produto (UNGER; CHANDLER, 2012).

Para o desenvolvimento de órteses, a função primária que se sobressai é a prática, tendo em vista que se trata de uma tecnologia assistiva destinada a alinhar e corrigir deformidades, além de propor melhorias na função das partes móveis do corpo. Contudo, Lanutti et al. (2015) argumentam que existem aspectos subjetivos que influenciam a percepção dos usuários sobre a experiência no uso de dispositivos de tecnologia assistiva. A aceitação ou rejeição do usuário pode não estar totalmente relacionada somente à função

prática do produto, mas associada ao significado do produto, que reflete o que o usuário comunica socialmente e emocionalmente (LANUTTI et al., 2015).

Dentro deste contexto, este artigo tem como objetivo avaliar três protótipos de órteses AFO por meio de uma escala de diferencial semântico. Assim, foram desenvolvidos no Laboratório de Pesquisa Ergonômica da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) dois protótipos de órtese: manufatura aditiva (impressão 3D) e bambu. Além dos dois protótipos, foi analisada conjuntamente uma órtese tradicional, a qual é desenvolvida no Centro Catarinense de Reabilitação (CCR) de Florianópolis-SC. Cada órtese analisada representa uma função: prática (tradicional); estética (manufatura aditiva) e simbólica (bambu). Desse modo, os resultados das análises buscaram verificar se há diferenças estatisticamente significativas entre os modelos de órteses estudados com relação às funções do produto. Ademais, por meio das percepções e avaliações dos participantes, resultante da interação com as órteses, foi possível identificar e propor o aperfeiçoamento das órteses desenvolvidas com materiais alternativos com base nos atributos avaliados.

## 2. Órteses AFO

O conceito de órtese se baseia em apoio ou dispositivo, de uso provisório ou não, destinado a alinhar, prevenir e/ou corrigir deformidades além de propor melhorias na função das partes móveis do corpo. Trata-se de uma tecnologia assistiva que modifica os aspectos funcionais e estruturais do sistema neuromuscular esquelético para obtenção de alguma vantagem mecânica ou ortopédica (ISO 9999:2016). O uso de órteses é aplicado no aprimoramento do desempenho funcional; controlar, limitar ou imobilizar uma extremidade ou segmento do corpo; restringir o movimento a uma determinada direção; auxiliar em movimentos gerais; além de redução da dor (NICKEL, 2016).

As órteses são classificadas por siglas que descrevem as articulações anatômicas que contêm, como (1) AFO, para membros inferiores, aplicada ao pé e tornozelo; (2) HCO, para cabeça e região cervical e (3) AHO, para membros superiores, mãos e braços.

Segundo Moraes et al. (2018), com base no Censo de 2010, 13,2 milhões de brasileiros (cerca de 6,3% da população do Brasil) apresentam déficit motor, o que impulsiona uma alta demanda por dispositivos de tecnologia assistiva. Além disso, no Centro Catarinense de Reabilitação (CCR), aproximadamente 50% das órteses confeccionadas são órteses para membros inferiores. Sendo assim, para este estudo apresentaremos somente órteses AFO, que são destinadas principalmente às pessoas com paralisia ou fraqueza de certos músculos das pernas e instabilidade da articulação do tornozelo. Com isso, as órteses AFO propõem melhorar a segurança, o conforto e a independência quando os usuários realizam atividades como, caminhar e manter a posição inicial. Apesar desses benefícios, estudos mostram um aumento de 25% na taxa de descontinuação do uso (PHILLIPS; ZHAO, 1993). Os principais motivos para o não uso de órteses são: desconforto, dor, dificuldade de colocação, aparência de feridas cutâneas, restrição de movimento e estética (SUGAWARA et al, 2018).

Por conseguinte, Sansoni et al. (2015), argumentam que o grande desafio é descobrir se o princípio de conceber e usar um produto com um design atraente (em vez de um produto para "esconder") pode ser estendido para dispositivos ortopédicos e protéticos. Para os autores (2015), essa tecnologia assistiva deveria ser concebida como um produto íntimo e especial, inclusive, como uma conexão entre o artefato e o membro real, de modo que os usuários possam estabelecer uma relação emocional. O ponto de vista em questão reflete no fato de que as funções estéticas e simbólicas de uma órtese têm um importante papel positivo

na aceitação do dispositivo pelos usuários além de melhorar o bem-estar psicológico (SANSONI et al., 2015).

### 3. Funções Prática, Estéticas e Simbólicas

De acordo com Löbach (2001), durante a configuração de um produto, são experimentadas as funções, um dos aspectos da relação entre o usuário e o objeto. Assim, de modo a satisfazer as necessidades do usuário, o designer deve aperfeiçoar as funções dos artefatos, “pois são os aspectos essenciais de suas relações com os usuários, tornando-se perceptíveis durante o processo de uso” (HOLDSCHIP, 2015, p. 21).

Entretanto, para atender às necessidades dos usuários, os designers necessitaram abordar outros aspectos além da forma e da função. Assim, há uma certa dificuldade quando se trata de trabalhar as percepções dos usuários, pois, “por meio da visualidade, o design é capaz de sugerir atitudes e estimular comportamentos” (CARDOSO, 2013, p. 117). A questão estética e simbólica no design prevê essa relação de funções adicionais aos produtos, indo além da forma e função (SILVA; SADER, 2019).

O design, por meio dos artefatos, propõe aos usuários sentimentos, emoções e sensações. Silva e Sader (2019, p. 122) explicam que “essa transmissão de modo visual é responsável em despertar nas pessoas desejo ou repúdio pelo produto”. Neste contexto, há projetos em que é preciso considerar as funções estéticas e/ou simbólicas em uma maior proporção, de modo a atrair a atenção do usuário e despertar desejo, sem deixar de lado as funções práticas que são essenciais para que o projeto seja considerado adequado (SILVA; SADER, 2019).

Para Takamitsu e Menezes (2015), a estética pode ser o primeiro item observado pelo usuário e contribui para a decisão de compra e uso do artefato, mas não é mais importante do que a funcionalidade. A função estética e função prática são igualmente fundamentais no desenvolvimento de um produto, entretanto, para as autoras (2015), a função estética garante a atratividade do produto e a funcionalidade à consistência dele.

Baxter (2000), argumenta que é imprescindível que o designer de produtos consiga pensar com a mente do usuário, interpretando as necessidades, sonhos, desejos, valores e expectativas. Para Löbach (2001) o design é considerado bom quando este atende a três funções básicas: (1) Função Prática, (2) Função Estética e (3) Função Simbólica, que serão descritas no Quadro 1.

Quadro 1: Definição das funções do design

<i>Funções do Design</i>	
Função Prática	São as relações entre o produto e o usuário que se baseiam em efeitos diretos, orgânicos e corporais, tais como: manuseio, transporte, ergonomia, peso, dimensões, entre outros. Portanto, são funções práticas todos os aspectos fisiológicos do uso.
Função Estética	É responsável por despertar a atenção do usuário em relação aos aspectos visuais do produto (percepção sensorial), ligados à: forma, cor, tato, som, cheiro, acabamento superficial, textura, material e ao próprio estilo do produto. A função estética dos produtos promove a sensação de bem-estar, identificando o usuário

<b>Funções do Design</b>	
	com o produto durante o processo de uso.
Função Simbólica	São funções ligadas aos fatores sociais, econômicos e culturais em um determinado contexto, e se manifestam pela marca do produto (valor material), status, características formais com valor semântico e por sensações de caráter emocional. A função simbólica deriva dos aspectos estéticos do produto.

Fonte: Os autores (2020). Adaptado de LÖBACH (2000).

Contudo, isso não significa que o design está limitado a essas três funções, mas estas podem ser fundamentais no desenvolvimento de um artefato para que o objeto possa ser considerado adequado e configure uma relação de equilíbrio. Essa questão deve “ser analisada de acordo com o tipo de produto a ser desenvolvido pois existem produtos que necessitarão, no ato de projetar, de um olhar mais funcional e prático” (SILVA; SADER, 2019, p. 125).

No caso das órteses, em que se trata de um artefato para uso individual, esta resulta em uma relação especialmente forte entre o usuário e o objeto. Neste caso específico, o artefato significa muito mais para o usuário. “O uso de produtos pessoais provoca uma relação contínua e estreita entre o usuário e o produto, desencadeando um processo de identificação, em que o usuário se adapta ao produto formando uma unidade, e em que este se torna parte daquele” (LÖBACH, 2001, p. 47).

Ao analisar um conjunto de órteses de acordo com suas funções, a função prática deve corresponder à necessidade fisiológica do seu usuário, que é utilizá-la confortavelmente, cumprindo alguns requisitos considerados essenciais para o seu bom funcionamento, como: ergonomia, resistência dos materiais utilizados, dimensionamento e conforto (SILVA; SADER, 2019). Em relação à função estética, a órtese deve atentar para a relação com o usuário no campo sensorial, como: cores, formas e texturas, além de proporcionar uma experiência de uso na qual o indivíduo não se sinta desmotivado a utilizá-la. Já a função simbólica vai ao encontro com as experiências vividas pelo indivíduo. “A função simbólica dos produtos é determinada por todos os aspectos espirituais, psíquicos e sociais de uso” (LÖBACH, 2001, p. 64) as quais despertam emoções e atraem o usuário pelo significado que pode lhe proporcionar, seja pela marca, material, status, questões culturais e ambientais, dentre outras (SILVA; SADER, 2019).

Sendo assim, os atributos de linguagem de um produto, apresentam caráter subjetivo e necessitam de uma abordagem particular do designer, a fim de reduzir o grau de subjetividade no tratamento das informações a serem posteriormente incorporadas no desenvolvimento do produto (SANTOS, 2009). Para isso, o designer deve “ter acesso a dados mais objetivos sobre as necessidades estéticas e simbólicas do usuário, e investigá-las diretamente, por meio de entrevistas e testes para estabelecer os aspectos estéticos” (LÖBACH, 2001, p. 57).

#### **4. Escalas de Diferencial Semântico**

A escala de diferencial semântico (DS) é uma ferramenta quantitativa amplamente utilizada para abordar o significado dos objetos (LANUTTI et al., 2015). Desenvolvida em 1957 por Charles E. Osgood (OSGOOD et al., 1957) por meio de uma análise fatorial, o autor encontrou três atitudes recorrentes que as pessoas usam para avaliar palavras e frases: (1) avaliação ou

juízo (por exemplo, "bom" ou "ruim"), (2) intensidade (por exemplo, "forte" ou "fraco") e (3) atividade (por exemplo, "passivo" ou "ativo") (TULLIS; ALBERT, 2008; LANUTTI et al., 2015).

A técnica envolve a apresentação de pares bipolares ou adjetivos antônimos em cada extremidade da escala, que pode ser uma escala Likert de 3, 5 ou 7 pontos. Além disso, a ferramenta tem sido amplamente utilizada para conhecer os fatores relacionados ao significado e percepção de pessoas em relação a várias interações (LANUTTI et al., 2015; ROSENMANN et al., 2018).

Para a construção da escala de diferencial semântico, Rosenmann et al. (2017) elencam alguns passos importantes como:

- Brainstorm: por meio de uma equipe multidisciplinar realiza-se uma sessão de brainstorming, a fim de gerar o maior número possível de adjetivos que descrevem o artefato e sua utilização;
- Descrição dos termos: determinação dos adjetivos opostos e descrição do entendimento dos termos levantados no Brainstorm;
- Validação de adjetivos: uma validação deve ser realizada por, no mínimo, três especialistas da área relacionada ao artefato.
- Estruturação e ajustes: estruturação da ferramenta em conjunto com ajustes resultantes da validação dos termos e descrições.

Alguns estudos, na área de tecnologia assistiva como o de Rosenmann et al. (2017) e Lanutti et al. (2015) têm utilizado a ferramenta de diferencial semântico para que "os usuários comuniquem suas percepções por meio de palavras que expressem suas impressões ao interagir com produtos" (HOLDSCHIP; MARAR; MIRA, 2014, p. 03).

Rosenmann et al. (2017) desenvolveram uma órtese personalizada produzida pela manufatura aditiva (impressão 3D) com foco em soluções de baixo custo. Para isso, os autores (2017) fizeram uso da escala de diferencial semântico e observaram que a ferramenta permite a compreensão da percepção dos diferentes usuários no processo de desenvolvimento de órteses. Além disso, para os autores (2017), a avaliação por meio da ferramenta demonstrou a complexidade envolvida na confecção do produto, que tem forte estigma relacionado com a doença e a demandas funcionais, estéticas e simbólicas.

Os autores Lanutti et al. (2015) objetivaram investigar a influência do gênero na percepção dos usuários sobre a importância da sua própria cadeira de rodas. Os participantes foram solicitados a classificar em uma escala de 7 pontos suas percepções sobre cada par de adjetivos opostos, tendo em conta sua experiência com suas próprias cadeiras de rodas. A ferramenta revelou que o significado das cadeiras de rodas manuais para seus usuários é diferente entre indivíduos do sexo masculino e feminino.

Em vista disso, a aplicação da escala de diferencial semântico como ferramenta de obtenção e dimensionamento de respostas emocionais se apresenta útil e positiva, de modo a possibilitar a obtenção de resultados quantitativos sobre o relacionamento entre as percepções do usuário e as funções do design nos produtos abordados (HOLDSCHIP, 2015).

## 5. Materiais e Métodos

Esta sessão descreve as etapas do método e os materiais que foram utilizados na pesquisa. Vale ressaltar que esta pesquisa faz parte do projeto "Ergonomia & Tecnologia de Materiais e

Processos: avaliação da usabilidade de dispositivos de Tecnologia Assistiva produzidos sob a perspectiva da indústria 4.0”, sendo submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa e Envolvendo Seres Humanos - CEPESH/UDESC, CAAE nº 02373118.4.0000.0118.

Tendo em vista que as Oficinas Ortopédicas do SUS ainda mantém os métodos artesanais tradicionais de produção, como moldagem e laminação à vácuo, observou-se a necessidade da produção de órteses por meio de materiais alternativos. Assim, a utilização do políácido láctico (PLA) e do bambu, visam agregar facilidade na customização, redução de custos e alto volume na produção de órteses. O recorte deste estudo baseia-se na avaliação da percepção de especialistas, sob a ótica do usuário, dos três protótipos de órteses AFO (tradicional, manufatura aditiva e bambu) de acordo com as três funções do produto: prática, estética e simbólica. Desse modo, é possível o entendimento de como aprimorar a órtese tradicional, para que esta não seja percebida como um artefato médico; e de como aprimorar as demais órteses para que estas cumpram as funções práticas, já inseridas na órtese tradicional.

### **5.1. Amostra**

O estudo foi realizado com 31 estudantes da última fase de graduação em Design de Produto e pós-graduação em Design e Moda da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Os participantes foram convidados a avaliar suas percepções frente aos três tipos de órteses por meio de uma escala de diferencial semântico.

O intuito da aplicação do experimento com a amostra em questão é identificar a percepção resultante da interação com o objeto, para aprimorar as órteses desenvolvidas com materiais alternativos, como o políácido láctico (PLA) e o bambu, sendo estes de baixo custo e biodegradáveis, comparado a órtese tradicional, que é produzida no Centro Catarinense de Reabilitação (CCR).

### **5.2. Procedimento Metodológico**

Ao participar da avaliação, os 31 alunos foram dirigidos ao laboratório, na presença dos autores, e tiveram acesso aos três tipos de órteses, sendo permitido o contato e manuseio com as mesmas. Todos os participantes receberam informações quanto ao preenchimento da escala de diferencial semântico, e informações a respeito dos objetivos da pesquisa. As dúvidas quanto ao preenchimento da escala, modo de produção da órtese, materiais, e possíveis outras questões, foram prontamente esclarecidas pelos autores.

As três órteses analisadas foram: (1) Tradicional, (2) Manufatura Aditiva e (3) Bambu, e estão representadas respectivamente pela Figura 1. A princípio, os materiais e componentes utilizados na fabricação de órteses são escolhidos de acordo com os objetivos médicos e as necessidades do paciente. Suas propriedades influenciam na flexibilidade, peso, conforto e estética da órtese.

Figura 1: Órteses Analisadas



Fonte: Os autores (2020).

No Centro Catarinense de Reabilitação (CCR) é utilizado o método artesanal de confecção de órteses de polipropileno ou polietileno, e foi classificada como tradicional. O uso de materiais e processos mais eficientes e sustentáveis é um desafio para a indústria de dispositivos médicos. Por essa razão, foi desenvolvida no Laboratório de Pesquisas Ergonômicas da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) uma órtese pelo processo de manufatura aditiva (impressão 3D), que possui vantagens quanto ao custo de material, redução do tempo de confecção e personalização; e uma órtese em bambu, cujo material é de alta resistência mecânica e baixa densidade.

Para auxiliar os participantes no processo de avaliação, foram elaborados três painéis semânticos (Figura 2), os quais representam o conceito de cada órtese. Por meio de uma referência visual composta por cores, formas e estilos, é possível formar uma ideia

contextualizada sobre cada projeto de órtese. As referências semânticas estiveram presentes durante a aplicação do experimento para auxiliar os participantes na interpretação dos fatores observados. Esta caracterização e classificação das órteses serviu de base para medir os atributos durante a coleta dos dados. Segundo Krippendorff (2006), não é a semelhança de um sinal, imagem e o que significa a realidade, mas a capacidade dos espectadores em usar seus sentidos para imaginar vividamente outra coisa, o seu significado e representação.

Figura 2: Painéis semânticos



Fonte: Os autores (2020).

### 5.3. Tratamento dos Dados

Para este estudo, foi realizada uma adaptação na Escala de Diferencial Semântico desenvolvida por 12 especialistas da SORRI Bauru-SP (LANUTTI et al., 2015). A versão original foi composta

por 21 pares de adjetivos opostos relacionados às funções práticas, estéticas e simbólicas do produto (cadeira de rodas).

Assim, foram analisados todos os pares de adjetivos e selecionados os que são mais apropriados para a avaliação de órteses. Houve a necessidade da adaptação de alguns termos para facilitar a compreensão por parte dos respondentes. Também foram incluídos adjetivos utilizados na escala dos autores Rosenmann et al. (2017), além de três novos pares pertinentes para esta pesquisa: prejudicial (ao meio ambiente) e sustentável; artesanal e tecnológica; pouco durável e durável. Os 19 pares de adjetivos finais foram distribuídos de acordo com as funções do design (prática, estética e simbólica), pontuados em uma escala Likert, com diferencial semântico de 7 pontos (Tabela 1).

Para o tratamento dos dados, foi feita uma análise estatística e utilizado o programa computacional "IBM SPSS Statistics 23". Com o objetivo de relacionar os três tipos de órteses, foram analisadas as medianas de cada atributo como medida de tendência central; e aplicado o teste de Friedman para análise dos postos médios de cada atributos, bem como sua significância (DANCEY; REIDY, 2019).

**Tabela 2: Pares de adjetivos usados na Escala de Diferencial Semântico**

Função	Atributo	-3	-2	-1	0	1	2	3	Atributo
		<i>(Escala de Diferencial Semântico com 7 pontos)</i>							
<b>Órtese: Tradicional, Manufatura Aditiva e Bambu</b>	<b>Prática</b>	Não ajustável							Ajustável
		Básica							Completa
		Pesada							Leve
		Difícil de limpar							Fácil de limpar
		Dificultosa							Facilitadora
		Complicada							Simple
		Frágil							Resistente
		Perigosa							Segura
		Pouco durável							Durável
	<b>Estética</b>	Repulsiva							Atraente
		Feia							Bonita
		Antiga							Moderna
		Discreta							Chamativa
	<b>Simbólica</b>	Sobrea							Divertida
		Simplória							Sofisticada
Prejudicial								Sustentável	
Artesanal								Tecnológica	
Introvertida								Sociável	

Fonte: Os autores (2020). Adaptado de Lanutti et al. (2015) e Rosenmann et al (2017).

## 6. Resultados e Discussão

Para a interpretação dos dados e identificação das diferenças entre as órteses, a Figura 3 apresenta um gráfico dos resultados de cada par de atributo, em que cada ícone corresponde aos valores das medianas e são representados por cores e formas geométricas diferentes para cada órtese. O gráfico mostra que há diferenças estatísticas na percepção de cada órtese.

Com relação às funções práticas, a órtese tradicional se apresenta à frente das demais, exceto pelos pares de atributos: “não ajustável-ajustável”, em que a órtese de manufatura aditiva recebeu a melhor pontuação, o que a leva ao segundo par de atributo “básica-completa”, em que foi percebida como mais completa que a tradicional.

Figura 3: Medianas dos atributos percebidos para as três órteses

Função	Atributo	-3	-2	-1	0	1	2	3	Atributo
Prática	Não ajustável				●	▲	■		Ajustável
	Básica			▲	●		■		Completa
	Pesada					▲■	●		Leve
	Difícil de limpar					●■	▲		Fácil de limpar
	Difícultosa					▲■	●		Facilitadora
	Complicada					■	●▲		Simple
	Frágil					▲	●■		Resistente
	Perigosa				▲	■	●		Segura
	Pouco durável					▲	●■		Durável
Estética	Repulsiva				●▲	■			Atraente
	Feia			●		▲■			Bonita
	Antiga			●		▲	■		Moderna
	Discreta				●▲		■		Chamativa
Simbólica	Sóbrea			●	▲		■		Divertida
	Simplória			●	▲	■			Sofisticada
	Prejudicial			●	■			▲	Sustentável
	Artesanal		▲		●		■		Tecnológica
	Introvertida			●		▲	■		Sociável

● Tradicional ▲ Bambu ■ Manufatura Aditiva

Fonte: Os autores (2020).

A órtese em bambu foi percebida como a mais básica, e conseqüentemente no par de atributo “difícil de limpar-fácil de limpar” obteve melhor resultado pelo fato de se tratar de

uma órtese mais simples e de estilo minimalista. Entretanto, a órtese em bambu foi percebida como pesada, apesar do bambu ser um material leve, passando uma impressão contrária, assim como nos adjetivos que a classificaram como: dificultosa, frágil e perigosa. Isto pode ser explicado pelo fato de os respondentes afirmarem em suas observações adicionais que há a ausência de um ponto de ajuste (velcro), pois há apenas dois na órtese de bambu, comparada as demais que possuem três. Dessa forma, há a necessidade de ajustes no projeto da órtese em bambu para que esta possa representar visualmente o que de fato corresponde à realidade, sendo uma órtese leve, segura e resistente.

Os demais pares de atributos relacionados à função prática mostram que a órtese tradicional ainda passa a impressão de ser mais segura, leve, facilitadora, resistente e durável. Além disso, a órtese em manufatura aditiva é percebida como resistente e durável, devido ao seu material (poliácido láctico - PLA).

De acordo com as funções estéticas, a órtese de manufatura aditiva apresentou melhores resultados como sendo a mais atraente, bonita e moderna, o que a leva a ser a mais chamativa e divertida. Apesar de ser discreta, assim como a órtese tradicional, a órtese de bambu também foi percebida como bonita e moderna, o que demonstra que a órtese tradicional, apesar de obter boa função prática, não desempenha adequadamente a função estética ou simbólica. Para os participantes, a órtese tradicional é repulsiva, feia e antiga. Já as funções simbólicas mostram que a órtese em bambu foi percebida como a mais sustentável e artesanal, por conta de seu material biodegradável e do atual método de confecção. A órtese em manufatura aditiva foi considerada a mais tecnológica, pelo fato de ser desenvolvida pela impressão 3D, além de cumprir satisfatoriamente as funções estéticas, tornando-a mais sofisticada e sociável.

Assim como os resultados da função estética, a órtese tradicional também apresentou resultados inferiores para as funções simbólicas. Segundo os respondentes, esta é percebida como simplória e introvertida além de ser a menos sustentável. Embora seja confeccionada em polipropileno, material considerado resistente, flexível e reciclável, o método de confecção da órtese tradicional ainda possui gastos excessivos com outros materiais, desde o molde do gesso ao amolecimento do polipropileno. Além disso, o fato do polipropileno ser resistente a degradação química e biológica, significa que este material se decompõe na natureza de maneira mais lenta (MARIANO et al, 2017).

A Tabela 2 apresenta os resultados do teste de Friedman bem como a significância para cada atributo. De acordo com as funções práticas, o primeiro atributo “não ajustável-ajustável” apresentou significância entre as órteses, sendo a de bambu a menos ajustável. Isto explica o atributo seguinte “básica-completa” em que a de bambu se mostrou mais básica que as demais.

Não houve significância estatística para o par de atributos “frágil-resistente”; “perigosa-segura”; “pouco durável-durável” e “dificultosa-facilitadora”, porém a de bambu é a que passa a percepção de frágil, difícil, perigosa e pouco durável. Sendo assim, pode-se correlacionar estes resultados com os observados na mediana. Com a ausência de um ajuste a mais na órtese de bambu, esta apresentou pontos negativos com relação às funções práticas. Apesar do material bambu ser um material resistente, foi percebido como pouco durável. Junto a estas observações, para o par de atributo “pesada-leve”, a órtese tradicional se apresentou mais leve que as demais e a órtese em manufatura aditiva foi a considerada a mais pesada. Apesar da órtese em bambu ser leve, esta também passa a percepção de ser pesada. Dessa forma, há um equívoco entre a percepção semântica do produto com o que corresponde à realidade, sendo necessário o aprimoramento de atributos formais no projeto de órtese em bambu que passe uma percepção real do seu peso.

Com relação a facilidade de limpeza (fácil de limpar-difícil de limpar) não houve diferença estatisticamente significativa entre as órteses. Entretanto, a órteses de bambu, por ser a mais simples e com estilo minimalista, foi percebida como a mais fácil de limpar. Isto também pode estar relacionado com o resultado do par de atributo “complicada-simples” pois a órtese de bambu foi percebida como a mais simples, o que vai de encontro com o “básico” visto anteriormente. A órtese em manufatura aditiva foi percebida como a mais complicada. Entretanto, como foi discutido anteriormente, esta também foi percebida como a mais completa. Neste sentido, a órtese em manufatura aditiva necessita ser aprimorada de modo a não causar percepções díspares. Deve-se manter sua estrutura completa, porém sem que esta seja vista como complicada ao usuário.

Dentre os pares de atributos que representam as funções estéticas, a órtese de manufatura aditiva foi percebida como a mais atraente, bonita e chamativa. Comparada com a órtese tradicional, a estética da manufatura aditiva apresenta diferença estatística significativa. Entretanto, apesar da órtese tradicional ser a que menos possui aspectos estéticos, a órtese em bambu não obteve diferenças estatísticas quanto ao par de atributo “antiga-moderna”, pois devido a percepção de ser algo mais sustentável e artesanal, foi considerada pouco moderna.

**Tabela 2: Resultados teste de Friedman**

<i>Atributos (pares de adjetivos)</i>	<i>Tradicional</i>	<i>Bambu</i>	<i>M.A.</i>	<i>Significância</i>
	<i>Posto Médio</i>	<i>Posto Médio</i>	<i>Posto Médio</i>	
Não ajustável - Ajustável	2,29	1,44	2,27	0,000
Básica - Completa	2,02	1,39	2,60	0,000
Pesada - Leve	2,31	1,76	1,94	0,041
Difícil de limpar – Fácil de limpar	1,84	2,24	1,92	0,146
Difícil - Facilitadora	2,10	1,85	2,05	0,504
Complicada - Simples	2,13	2,19	1,68	0,039
Frágil - Resistente	2,24	1,69	2,06	0,054
Perigosa - Segura	2,37	1,50	2,13	0,000
Pouco durável - Durável	2,13	1,74	2,13	0,149
Repulsiva - Atraente	1,66	1,92	2,42	0,004
Feia - Bonita	1,52	2,15	2,34	0,002
Antiga - Moderna	1,44	1,97	2,60	0,000
Discreta - Chamativa	1,73	1,84	2,44	0,005
Sobrea - Divertida	1,66	1,94	2,40	0,006
Simplória - Sofisticada	1,58	2,05	2,37	0,003
Prejudicial - Sustentável	1,45	2,47	2,08	0,000
Artesanal - Tecnológica	2,10	1,26	2,65	0,000
Introvertida - Sociável	1,47	2,13	2,40	0,000

Fonte: Os autores (2020).

De acordo com as funções simbólicas, exceto pelo par de atributo “prejudicial-sustentável”, a manufatura aditiva foi a que obteve melhores resultados sendo percebida

como a mais divertida, sofisticada, tecnológica (por conta da técnica empregada na confecção) e sociável. A órtese em bambu também foi percebida como sofisticada por seu apelo simbólico de sustentabilidade e estilo minimalista.

A órtese em bambu foi percebida como a mais sustentável seguida da órtese em manufatura aditiva devido ao material biodegradável utilizado em ambas. Além disso a órtese em bambu foi considerada a mais artesanal por conta do seu material. A órtese em manufatura aditiva e bambu são as mais sociáveis devido ao maior apelo estético e simbólico empregado, ausentes na órtese tradicional.

Portanto, para que seja possível a confecção de órteses por meio de materiais alternativos, sendo estes de baixo custo, biodegradável, com menor tempo de confecção, personalizados e com respeito às três funções do design, alguns atributos devem ser aprimorados no projeto de órteses. Para a órtese em manufatura aditiva, deve-se torná-la mais leve, fácil de limpar e simples. Já a órtese de bambu, deve-se trabalhar, além dos atributos a seguir, no acréscimo de um ajuste (velcro) para poder ser percebida como uma órtese mais: ajustável, completa, facilitadora e segura. Além disso devem ser trabalhados em seu visual aspectos que representem e corroborem com o que de fato é o bambu, um material altamente resistência e durável. Conjuntamente com estes atributos, deve-se aprimorar as funções estéticas e simbólica, tornando-a mais atraente, moderna, chamativa e divertida.

Para a órtese tradicional, que apresentou percepções inferiores para as funções estéticas e simbólicas, a afirmação dos autores Sansoni et al. (2015) e Lanutti et al. (2015), corrobora com o fato de que quaisquer produtos de tecnologia assistiva devem ser concebidos considerando as funções estéticas e simbólicas para a aceitação dos usuários além de propor a eles bem-estar psicológico. Além disso, órteses são produtos que os usuários utilizam continuamente, ou seja, fazem parte do corpo e do cotidiano. Dessa forma, não devem ser percebidos como algo feio, antigo, introvertido e sobretudo repulsivo. Para os usuários de órteses, trata-se de um produto carregado de significado. Assim como muitos outros produtos de tecnologia assistiva já adquiriram aceitação por parte do público em geral - não só dos usuários - como o caso de óculos de grau, o próximo passo, frente às pesquisas e práticas projetuais de dispositivos de tecnologia assistiva, é trabalhar as funções práticas conjuntamente com as funções estéticas e simbólicas.

## 7. Considerações Finais

Por meio desta pesquisa, foi possível verificar a percepção resultante da interação com o objeto frente aos três tipos de órteses, dentro das três funções do design (prática, estética e simbólica) para aprimorar o projeto de órteses desenvolvidas com materiais alternativos. Primeiramente, foi identificado junto à literatura as três funções do design juntamente com os pares de atributos elencados na escala de diferencial semântico desenvolvida pelos autores Lanutti et al. (2015) e Rosenmann et al. (2018). Em seguida, foram avaliados os três tipos de órteses: a tradicional, confeccionada no Centro Catarinense de Reabilitação e que se destacava com relação às funções práticas; manufatura aditiva, com maior apelo estético; e bambu, representando a função simbólica, ambas desenvolvidas no Laboratório de Pesquisas Ergonômicas da UDESC. A amostra foi composta por 31 alunos da última fase do curso de graduação em Design de Produtos e Pós-Graduação em Design e Moda da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Com base nos resultados levantados, foi possível identificar e propor melhorias no projeto de órteses desenvolvidas com materiais alternativos, como o bambu e o poliácido láctico (PLA), sendo estes de baixo custo e biodegradáveis. Além disso, o desenvolvimento destas órteses mostrou que é possível confeccioná-las em um menor tempo, além de serem

personalizadas de acordo com o usuário. Por conseguinte, os resultados da avaliação apontam que o design possui maior influência durante o processo de interação com o produto do que a escolha por materiais e processos de fabricação. O material influencia no design, devido a limitações de processos, entretanto, para os especialistas que avaliaram sob a ótica do usuário final, estes consideraram estas questões secundárias, sendo influenciados majoritariamente pelo design. Além disso, os resultados mostram como o design do produto e os atributos estéticos e simbólicos são fundamentais para os usuários de TA. Isto enfatiza a importância do aprimoramento de produtos de tecnologias assistivas, quanto aos aspectos estéticos e simbólicos para a aceitação dos usuários, além de propor a eles bem-estar psicológico.

Sendo assim, as órteses tradicionais, que usualmente apresentam um design potencialmente causador de exclusão e segregação social, devem ser projetadas atendendo os requisitos estéticos e simbólicos. Ao passo que às órteses de manufatura aditiva e de bambu, necessitam serem aperfeiçoadas atendendo a todos os requisitos funcionais. Dessa forma, as pesquisas e práticas projetuais de dispositivos de tecnologia assistiva, devem trabalhar as funções práticas conjuntamente com as funções estéticas e simbólicas.

Esta foi uma pesquisa inicial que contribuiu, no contexto da prática projetual, para o desenvolvimento e o aperfeiçoamento no projeto de órteses com materiais alternativos, bem como, no contexto acadêmico, para o melhor entendimento da percepção quanto às funções do design frente a produtos de tecnologia assistiva. A amostra não é representativa e não pode ser estendida para a população (isto se deve ao fato de ser uma amostra por conveniência e ao número reduzido de alunos). Entretanto, isso não interfere nos resultados pois as discussões pautadas irão auxiliar designers no desenvolvimento de produtos de TA, para que sejam considerados os atributos associados à aparência e ao significado do objeto e, assim, atendidas as necessidades e preferências do usuário. Assim, com base nestes resultados, sugere-se que em trabalhos futuros, seja ampliado o tamanho da amostra de especialistas para permitir outras discussões acerca das funções do design com relação às órteses. Além disso, as órteses devem ser ajustadas e produzidas em maior número para que seja possível a aplicação dos testes com os usuários finais. Dessa forma, será possível verificar a influência exercida das funções e de atributos específicos, por meio da experiência no uso das órteses, bem como o significado que estas têm para os usuários.

### Agradecimentos

Os autores deste artigo agradecem ao CNPq, FAPESC, CAPES, ao Programa de Pós-Graduação em Design da UDESC e ao Centro Catarinense em Reabilitação (CCR), pelo apoio na realização da pesquisa.

### Referências

BAXTER, Mike. **Projeto de produto**: guia prático para o design de novos produtos. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. PORTARIA nº 793, de 24 de abril de 2012. Institui a Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência no âmbito do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2012. Disponível em: <[bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2012/prt0793\\_24\\_04\\_2012.html](http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2012/prt0793_24_04_2012.html)>. Acesso em: 16 out. 2019.

CARDOSO, Rafael. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: Cosac Naify, 2013.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia**. 7. ed. Porto Alegre: Penso, 2019.

GADELHA, C. A. G. The health industrial complex and the need of a dynamic approach on health economics. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.8, n.2, p.521-535, 2003.

HOLDSCHIP, R.; MARAR, J. F.; MIRA, F. J. A. Design & Diferencial Semântico: avaliação da percepção visual de grupos acadêmicos distintos através da análise de componentes principais. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 11., 2014, Gramado. **Anais [...]**: Blucher Design Proceedings, v.01, n.04, p. 1024-1031, 2014. DOI: <http://doi.org/10.5151/designpro-ped-01215>

HOLDSCHIP, R. **Design & Semântica**: investigação de técnicas estatísticas para auxílio no projeto de produto. 2015, 103p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Programa de Pós-Graduação em Design, Bauru, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/136663>. Acesso em: 16 out. 2019.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION [ISO]. ISO 9999:2016. Produtos de apoio às pessoas com deficiência: classificação e terminologia. 2016. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=361892>. Acesso em: 09 set. 2019.

JORDAN, P.W. **An introduction to usability**. London: Taylor & Francis, 1998.

KRIPPENDORFF, K. **The semantic turns**: a new foundation for design. Boca Raton: CRC Press, 2006.

LANUTTI, J. N. L.; MEDOLA, F. O.; GONÇALVES, D. D.; SILVA, L. M.; NICHOLL, A. R. J. PASCHOARELLI, L. C. The significance of manual wheelchairs: a comparative study on male and female users. In: International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics and the Affiliated Conferences, 6., 2015, Las Vegas. **Proceedings [...]**: Proceeding Manufacturing, v.03, p.6079-6085, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.752>

LÖBACH, B. **Design Industrial**: Base para a configuração dos produtos industriais. Rio de Janeiro: Edgard Blücher, 2001.

MARIANO, M.; PILATE, F.; DE-OLIVEIRA, F.B.; KHELIFA, F.; DUBOIS, P.; RAQUEZ, J.M.; DUFRESNE, A. Preparation of cellulose nanocrystal reinforced poly (lactic acid) nanocomposites through noncovalent modification with PLLA-based surfactants. **ACS Omega**. v.02, n.06, p. 2678-2688, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1021/acsomega.7b00387>

MORAES, G. G.; CATECATI, T.; MERINO, G.S.A.D.; MERINO, E.A.D.; FERREIRA, M.G.G. Processo Produtivo de AFO nas Oficinas Ortopédicas do SUS: Implantação da Indústria 4.0 – Uma revisão. In: MEDOLA, F.O.; PASCHOARELLI, L. C. (org). **Tecnologias Assistivas**: Estudos teóricos. 1. Ed. Bauru: canal 6, 2018. p. 169-179.

NICKEL, E. M. Nota de aula disciplina: Tecnologias Assistivas - curso de pós-graduação em design – Mestrado em Métodos para Fatores Humanos - Florianópolis, UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina, 26 de setembro de 2016.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. San Diego (CA): Academic Press, 1993.

OSGOOD, C. E.; SUCI, G. J.; TANNENBAUM, P. H. **The measurement of meaning**. Urbana: University of Illinois Press, 1967. 346 p. ISBN 0-252-74539-6.

PHILLIPS, B.; ZHAO, H. Predictors of assistive technology abandonment. **Assist Technol.** 1993, v.05, n.01, p.36-45, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1080/10400435.1993.10132205>

SANSONI, S.; WODEHOUSE, A.; MCFADYEN, A.; BUIS, A. The Aesthetic Appeal of Prosthetic Limbs and the Uncanny Valley: The Role of Personal Characteristics in Attraction. **International Journal of Design**. v. 09, n.01, 2015.

ROSENMANN, G. C.; WEIGERT, M.; POISER, P. H.; FOGGIATTO, J. A.; OKIMITO, M. L. L.; VOLPATO, N.; ULBRICHT, L. Development and Evaluation of Low-Cost Custom Splint for Spastic Hand by Additive Manufacturing. In: International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, 8., 2017, Los Angeles. **Proceedings [...]: Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 588, p. 701-711: Springer, 2017. DOI: [http://doi.org/10.1007/978-3-319-60582-1\\_70](http://doi.org/10.1007/978-3-319-60582-1_70)

SANTOS, C. T. **Requisitos de linguagem do produto**: uma proposta de estruturação para as fases iniciais do PDP. 2009, 214p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/92478?show=full>. Acesso em: 16 out. 2019.

SANTOS, C. T.; SCHMIDT, M. C. . Sobre os Principais Movimentos de Estilo no Design. In: Monique Vandresen; Murilo Scóz; Sandra Regina Ramalho e Oliveira. (Org.). **Desafios da Pesquisa em Design**. 1ed.Florianópolis: UDESC, 2016, v. 1, p. 49-86, 2016.

SILVA, C.; SADER, A. P. C. As relações funcionais e simbólicas do objeto no design. **Projética**. v.10, n.01, p.119-132, 2019. DOI: <http://doi.org/10.5433/2236-2207.2019v10n1p119>

SUGAWARA, A.T.; RAMOS, V. D.; ALFIERI, F. M.; BATTISTELLA, L. R. Abandonment of assistive products: assessing abandonment levels and factors that impact on it. **Disabil Rehabil Assist Technol**, v.13, n. 07, p. 716-723, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1425748>

TAKAMITSU, H. T.; MENEZES, M. S. O uso da função estética e simbólica no processo de criação de joias, p. 1650-1661. In: Ergodesign & Usihc, 15., 2015, Recife. **Anais [...]** v. 02, n.01, p. 1650-1661: Blucher, 2015. DOI: <http://doi.org/10.5151/15ergodesign-230-E169>

TULLIS, T.; ALBERT, B. **Measuring the user experience**: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics. Burlington: Morgan Kaufman, 2008.

UNGER, R.; CHANDLER, C. **A project guide to UX Design**: For user experience designers in the field or in the making. 2 ed: New Riders, 2012.