

O Desenho Paramétrico como facilitador na personalização de órteses para Tecnologia Assistiva

Parametric Design as a facilitator in the personalization of orthoses for Assistive Technology

Gustavo Scussel Demarchi

PGDesign, UFRGS, Brasil
gustsd@gmail.com

Ricardo Correia

PGDesign, UFRGS, Brasil
ricardotcorreia@gmail.com

Victória Piffero

PGDesign, UFRGS, Brasil
victoria.piffero@gmail.com

Underléa Miotto Bruscato

PGDesign, UFRGS, Brasil
underlea.bruscato@ufrgs.br

Evelise Rüttschilling

PGDesign, UFRGS, Brasil
anicet@ufrgs.br

José Luis Farinatti Aymone

PGDesign, UFRGS, Brasil
aymone@ufrgs.br

Tânia Luisa Koltermann da Silva

PGDesign, UFRGS, Brasil
tania.koltermann@ufrgs.br

Abstract

The following paper intends to demonstrate how parameterization can be a facilitator in the process of systematization and manufacturing of orthoses in a company focused on assistive technology products. By defining these parameters, it is expected to assist in the automation of the manufacturing process, as well as through a greater degree of personalization to provide a better user experience in the use of these devices, resulting in a better development of the tasks in a daily basis. The process for the development of an orthosis is presented, as well as possibilities for validation and further development.

Keywords: Modelagem Paramétrica; Design Virtual; Tecnologia Assistiva

Introdução

O desenvolvimento e a evolução das técnicas de manufatura têm permitido a atuação do designer sob novas perspectivas projetuais e, neste contexto, está inserido o desenho paramétrico. Esta ferramenta permite ao designer estabelecer uma produção baseada em modelos digitais, podendo alterar rapidamente dados variáveis predefinidos - os parâmetros - para gerar variações do projeto (Tedeschi, 2014). Desta maneira, favorece a personalização de produtos conforme a necessidade dos usuários e permite soluções para um problema recorrente na produção em massa de produtos cuja função está diretamente vinculada ao corpo humano: a adaptação ao usuário. Assim, demonstra-se o potencial do emprego da modelagem paramétrica em projetos de tecnologia assistiva, consolidando-a como uma via para a customização em massa. O Comitê de Ajudas Técnicas (2007) ressalta que o desenvolvimento de produtos de tecnologia assistiva visa a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, consolidando-a como elemento chave na promoção dos direitos humanos. O desenvolvimento de produtos com esta abordagem, entretanto, frequentemente está atrelado a requisitos específicos de cada indivíduo, devido à diversidade e complexidade de estruturas corporais e de suas limitações, o que pode restringir sua produção em massa e o acesso de parte da população. Para isso, o uso de parâmetros para definir a geometria de elementos construtivos tem se mostrado cada vez mais eficaz no

processo de projeto, possibilitando a obtenção de geometrias complexas (Florio, 2011).

O próximo tópico realizará uma reflexão sobre algumas teorias contribuintes aos resultados alcançados, permeando a capacidade reflexiva em organizações, prática do design e contexto mercadológico.

Tecnologia Assistiva

A Tecnologia Assistiva (TA) configura-se como uma área do conhecimento de característica interdisciplinar, que abrange produtos, recursos e metodologias, bem como práticas, estratégias e serviços que possuem como objetivo ampliar as habilidades funcionais e promover a inclusão social de indivíduos com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, tendo em vista a sua independência, autonomia, qualidade de vida e inclusão social (CAT, 2007). Por recurso de TA, entende-se todo item, peça de equipamento ou sistema de produtos, angariados comercialmente, adaptados ou confeccionados sob medida, usado para aumentar, manter ou aprimorar as capacidades funcionais da pessoa deficiente. Serviço, por sua vez, denota qualquer mecanismo que ampare diretamente a pessoa deficiente na seleção, aquisição ou utilização de algum recurso de TA (Assistive Technology Act, 1998).

Embora o termo Tecnologia Assistiva seja comumente associado a pessoas com deficiência, cabe destacar que o campo pode englobar todos que, em certo período de suas

vidas, seja por alguma limitação temporária ou idade avançada, necessitem do apoio de alguma tecnologia.

A realidade do processo de fabricação de produtos de TA é a massificação e, em busca de uma produção de menor custo, a indústria optou por padronizar processos, dimensões e densidades. Brendler (2013) ressalta que tais procedimentos ignoram a diversidade de usuários e geram produtos limitados, o que torna difícil a adaptação desses artefatos às particularidades e preferências de cada usuário. A inadequação de produtos e ambientes pode afetar a saúde física, segurança, autoestima, sentimento de pertencer a um lugar, assim como nível de stress, e oportunidade social de um indivíduo ou uma comunidade (Margolin, 2004).

No que concerne o processo de desenvolvimento de produto, Basso (2012) reforça que, tão importante quanto propor soluções que satisfaçam as necessidades físicas dos usuários, é levar em conta os atributos estéticos e simbólicos, considerando os desejos e expectativas do utilizador, facilitando a criação de uma identificação com o produto, o que, inclusive, influencia no índice de sucesso ou abandono em tratamentos (Benedetto, 2011).

Como mencionado, novos métodos digitais de manufatura, como a modelagem paramétrica, têm se mostrado bastante eficazes em favorecer o processo de produto, conferindo maior flexibilidade e agilidade ao processo produtivo. Dentre as principais vantagens oferecidas, estão a criação de formas complexas, definidas por parâmetros, e a facilidade em alterá-las, o que torna possível a adaptação dos produtos às especificidades dos usuários.

Ao unir personalização e baixo custo, decorrente da economia de escala, a Customização em Massa, termo utilizado para definir tal capacidade, possui grande potencial em solucionar as barreiras existentes no campo da Tecnologia Assistiva. Diante do exposto, o próximo subtópico visitará o campo de projeto a partir de uma relação direta entre o conhecimento e a aplicação em atividades de projeto.

Modelagem Paramétrica

A criação de estruturas baseadas em parâmetros através de programas gráficos computacionais vem ganhando bastante espaço, tanto na academia quanto no mercado. Na capacidade dos computadores de calcular rapidamente complexas fórmulas matemáticas, localiza-se o diferencial das tecnologias digitais que ampliam as possibilidades de projeto e estimulam a criatividade (Florio, 2011).

Para Celani (2003), parâmetros são valores que podem ser atribuídos a determinadas variáveis, tornando possível o cálculo de diferentes soluções para um dado problema. Florio (2011) acrescenta que a utilização do processo paramétrico permite a criação e a manipulação de superfícies curvas e de novas famílias e formas. Os valores são organizados em algoritmos, que funcionam como um conjunto de regras ou relações lógicas e hierárquicas.

Para a produção de modelos digitais, são utilizados programas gráficos computacionais como o *Software Rhinoceros*, ao qual são incorporados *plug-ins*, como o *Grasshopper*, que facilita a utilização de programação por indivíduos que não possuem conhecimento em tal linguagem.

Dentre as vantagens do sistema paramétrico, têm-se a criação de formas geométricas complexas, o que permite inspiração nas formas orgânicas, celeridade no processo de fabricação, aproveitamento de material, possibilidade de otimização do transporte, adaptação a materiais diversos e possibilidade de integração com a robótica.

A facilidade de alteração das estruturas geradas pelo desenho paramétrico torna possível a personalização de artefatos, favorecendo o projeto de produto e possibilitando uma experiência mais satisfatória aos usuários, bem como uma maior eficiência nos tratamentos.

Este estudo une o sistema paramétrico à fabricação digital com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de órteses por meio da automatização do sistema de produção. Para tanto, estabeleceu-se a comunicação com uma empresa que oferece o serviço de desenvolvimento customizado de artigos para Tecnologia Assistiva. Esta empresa utiliza polímeros termomoldáveis, como o PLA, material biodegradável, e seu procedimento consiste em submergir as peças em água aquecida (70°C) durante 30 segundos, e, com o auxílio de fisioterapeutas, são feitos ajustes no corpo do usuário.

No próximo subtópico, a área do Design Virtual será descrita em sua pertinência para essa realização.

Design Virtual

É verificado que, atualmente, as ferramentas digitais são capazes de proporcionar infinitas possibilidades de simulação, ao ponto de constituírem verdadeiros ambientes colaborativos, nos quais podemos adentrar, manipular, e simular situações e resultados com percentual cada vez mais reduzido de erro (Murray, 2003). A segurança da simulação virtual em projetos permite supor que, a medida que essas possibilidades evoluem tecnicamente, sejam fator dominante em praticamente todos os domínios, principalmente em áreas projetuais como o Design (Cardoso, 2010).

Neste caso, referente às possibilidades de simulação por meio das ferramentas virtuais computadorizadas, observa-se um cenário de contínua evolução, devido à necessidade de aprimorar o processo adaptativo entre redução da variabilidade de incertezas, e a necessidade de aumento de possibilidades nas soluções do design (Mozota, 2011), e onde essas ferramentas são compreendidas em Lupton e Phillips (2008) como a contribuir diretamente na expansão das aplicabilidades em geração de ideias e de inovação. Mediante transcrição geométrica, verifica-se a relação entre forma, eventos dinâmicos e mecânicos relacionados à transferência de força e descrições basilares da análise física compreendida em princípios clássicos e modernos. O próximo tópico descreve a realização dos procedimentos.

Método

Neste experimento, estabeleceu-se a transferência de conhecimento através da definição dos parâmetros a serem analisados para, posteriormente, serem convertidos em requisitos de projeto. Para tanto, foram consultados artigos e livros sobre confecção de órteses, a fim de verificar normas pré-estabelecidas, sobretudo de órteses para mão, em especial encontrados em Callinan (2013).

Definição dos Requisitos

Conforme Callinan (2013), a fim de se ter eficiência e eficácia no projeto de órteses para a mão, deverão ser combinadas a criatividade com o conhecimento da anatomia e da biomecânica, sendo que são essenciais os conhecimentos dos princípios mecânicos pertinentes a cada caso, bem como conhecimento das necessidades funcionais e das condições clínicas do paciente.

Uma órtese mal projetada seria a que desconsidera esses parâmetros, causando descompensação de movimento, ou ainda alteração de uso, o que muitas vezes resulta no abandono da órtese pelo paciente. Embora o propósito do artigo seja possibilitar um método que facilite a confecção de órteses por meio da ótica e das competências do design, entende-se como essencial a parceria e supervisão de profissionais da Tecnologia Assistiva.

Considerar a anatomia das pregas e arcos da mão

Referente às questões anatômicas, Callinan (2013) atenta que as pregas da mão fornecem pontos de referência importantes, pois identificam o eixo de movimento das articulações correspondentes. A órtese deve se adaptar aos arcos da mão (metacarpiano, carpiano, transverso e longitudinal) a fim de manter a posição funcional da mão em 15 a 30 graus de dorsiflexão do punho, o que resultará em uma posição de repouso, ocasionando relaxamento dos músculos, conforme demonstrado na figura 1.

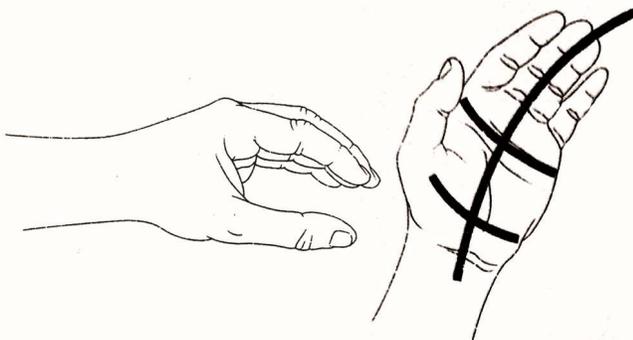


Figura 1: Arcos da mão e posição funcional. Fonte: Callinan (2013)

Considerar o conceito de Dupla Obliquidade

Considera-se também, que seja aplicado o conceito de dupla obliquidade, ou seja, considerar que devido à variação de altura e comprimento dos metacarpianos, sendo o lado radial mais longo, a órtese deve ser mais longa nesse lado da mão, como demonstrado na figura 2.

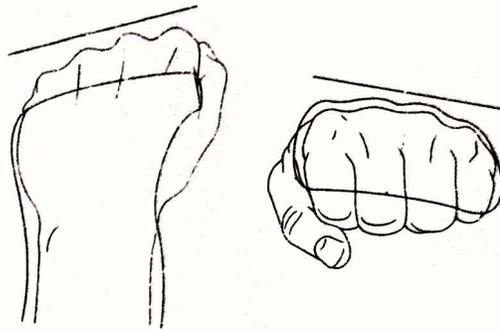


Figura 2: Posição de dupla obliquidade. Fonte: Callinan (2013)

Considerar o comprimento da órtese como de dois terços do antebraço

De acordo com esse princípio, a extensão recomendada do apoio do antebraço, em geral, representa dois terços do seu comprimento, embora não deva ser tão longa a ponto de impedir o movimento do cotovelo. Entende-se que uma órtese mais larga e comprida será mais confortável do que uma curta e estreita, e que é preferível exercer uma pressão contornando o osso a criar uma pressão sobre ele. Dessa forma, deve-se tomar cuidado ao acolchoar uma órtese, pois pode-se aumentar o ponto de pressão se não estiver bem moldada na área.

Considerar os três pontos de pressão distribuindo melhor as forças externas

Relativo aos princípios mecânicos, definem-se os parâmetros com o intuito de minimizar a distribuição da pressão da força aplicada sobre a órtese. Nesse caso, considera-se que a pressão é equivalente à quantidade de força dividida pela área de aplicação (Fess & Phillips, 1955 *apud* Callinan, 2013). Sugere-se aplicar o princípio da vantagem mecânica a fim de reduzir a pressão, aumentando o conforto, fazendo a órtese funcionar como uma alavanca, semelhante a uma gangorra. Assim, a quantidade de força pode ser diminuída aumentando a extensão do braço da alavanca, pois uma calha mais longa tende a diminuir a tensão provocada pelo peso da mão. Dessa forma, é importante considerar o conceito dos três pontos de pressão, onde a órtese atua como um agente de equilíbrio entre as forças do antebraço e da mão, como demonstrado na figura 3.

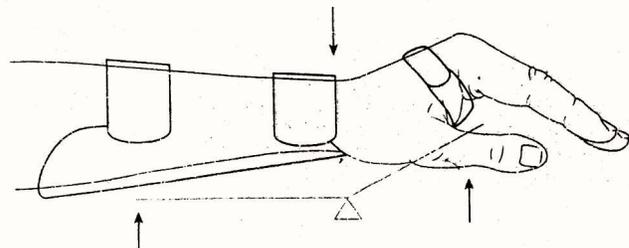


Figura 3: Os 3 pontos de pressão aplicados na órtese. Fonte: Callinan (2013)

Considerar a produção de órteses curvas e com cantos arredondados.

Quando uma força é aplicada a um material plano, ele se curva, por isso se o material for modelado em curva, ele poderá resistir mais eficientemente a aplicação das forças, além disso, órteses com bordas arredondadas são preferíveis a bordas angulares por se adequarem melhor ao comprimento dos dedos, formando uma curva através da mão, punho e antebraço.

Considerando as recomendações descritas, foram definidos os parâmetros conforme apresentado na Figura 4, que sintetiza a aplicação das considerações na confecção de um molde para órtese.

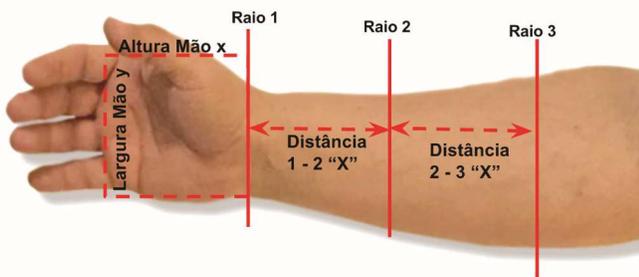


Figura 4: Definição dos elementos a serem parametrizados como requisitos no projeto da órtese de repouso. Fonte: Os autores (2017).

Protótipo virtual de órtese parametrizável

Uma vez definidos os parâmetros, estabelece-se a conversão destes em dados de projeto e a aplicação desses dados como coordenadas para modelagem em protótipo virtual nos softwares *Rhino*, e no *Grasshopper*, onde os elementos foram parametrizados. A fim de um melhor entendimento do processo, tanto do terapeuta quanto do paciente, optou-se por desenhar um protótipo de um antebraço virtual em 3D que, nesse caso, consta apenas como referência visual. Uma vez visualizada e entendida essa referência pelo paciente, o terapeuta a “esconde” quando for entrar com dados e a órtese é visualizada de forma virtual.

Embora se pudesse desenhar a órtese diretamente no *Rhino*, a fim de garantir a parametrização individual dos elementos, optou-se por gerar todos os desenhos diretamente através do *plug-in* *Grasshopper*. Essa escolha foi feita pois, dessa forma, os dados já seriam parametrizados na origem, evitando que o terapeuta precise utilizar qualquer recurso que não seja apenas o de inserção de valores nos campos correspondentes.

No desenho da Figura 5, assim como nas telas posteriores, a tela é dividida simulando o contexto de uso. Na direita, está a tela do *Grasshopper*, contando apenas com os dados a serem parametrizados e, ao lado esquerdo, na tela do *Rhino*, se pode visualizar o resultado da inserção de dados.

Considerando a interface do *Grasshopper*, todos os dados de entrada são marcados por inserção de valores no campo correspondente, conforme demonstrado na Figura 5. Os

parâmetros de entrada são: raio dos semicírculos além de coordenadas x, y e z de cada primitiva. Em casos que o raio deva ser idêntico (como nas pegas), optou-se por manter a mesma entrada de dados.

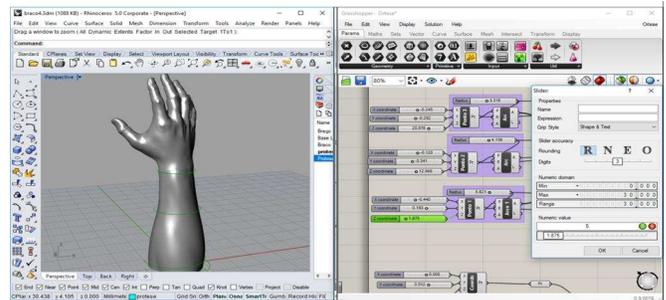


Figura 5: Definindo elementos parametrizáveis através do *Rhino* e *Grasshopper*. Fonte: Os autores (2017).

Inicia-se inserindo os valores das distâncias no eixo z, e dos raios dos três pontos de pressão em uma órtese, em conformidade com a referência de calha (Callinan, 2013). Os parâmetros de raio e eixo z são inseridos a fim de se produzir uma pega na parte superior da órtese. O eixo z é relativo ao comprimento da órtese, os eixos x e y são deixados livres a fim de facilitar algum ajuste mais detalhado no posicionamento da órtese, para proporcionar um melhor conforto ao paciente, tal como demonstrado na Figura 6.

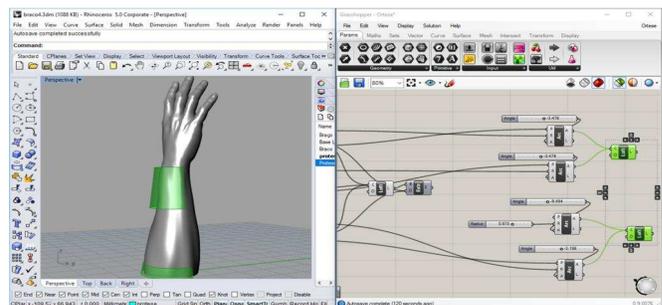


Figura 6: Construção das pegas da órtese através do *Rhino* e *Grasshopper*. Fonte: Os autores (2017).

Através dos eixos X, Y e Z é possível definir comprimento, angulação e distância para o apoio da mão conforme ilustrado na Figura 7. Considerando as normas descritas em Callinan (2013), a angulação já está definida em 20 graus.

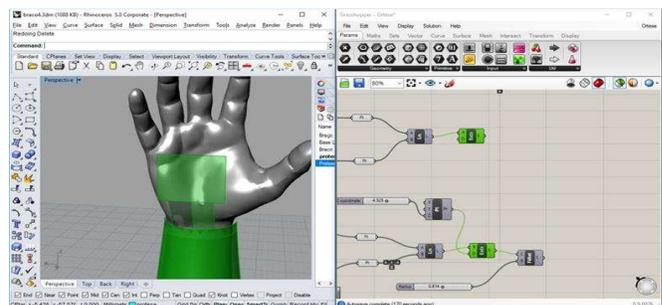


Figura 7: Construção do adaptador da órtese através do *Rhino* e *Grasshopper*. Fonte: Os autores (2017).

Resultado

As imagens da Figura 8 mostram o protótipo virtual da órtese já finalizado e com todos os parâmetros prontos para a impressão 3D. É importante salientar que, através das medidas, terapeuta e paciente não apenas já tem condições de visualizar o modelo final da órtese, como podem saber qual a quantidade de material necessária para a sua produção, evitando desperdício. Posteriormente, foi criada uma rotina para a geração de listas utilizando pontos dinâmicos no *Grasshopper*. Como pode ser observado na Figura 9, essa solução permite a passagem de ar na órtese evitando acúmulo de suor e desconforto ao paciente.

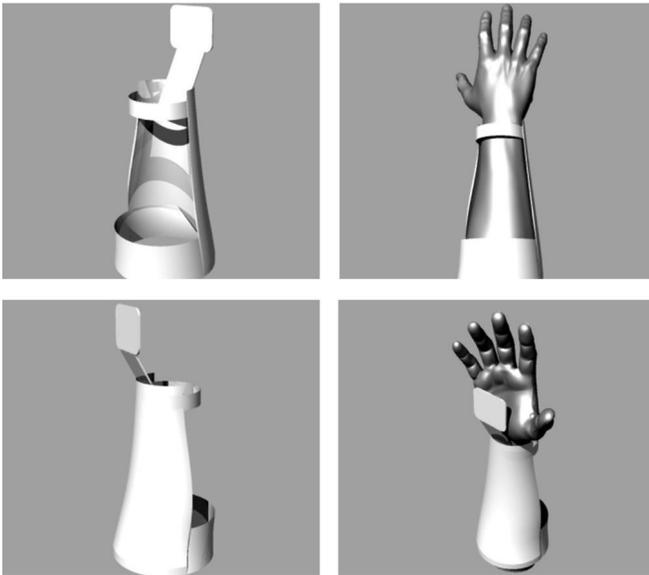


Figura 8: Renders da primeira etapa da construção da órtese com e sem a mão como referência visual de uso. Fonte: Os autores (2017)

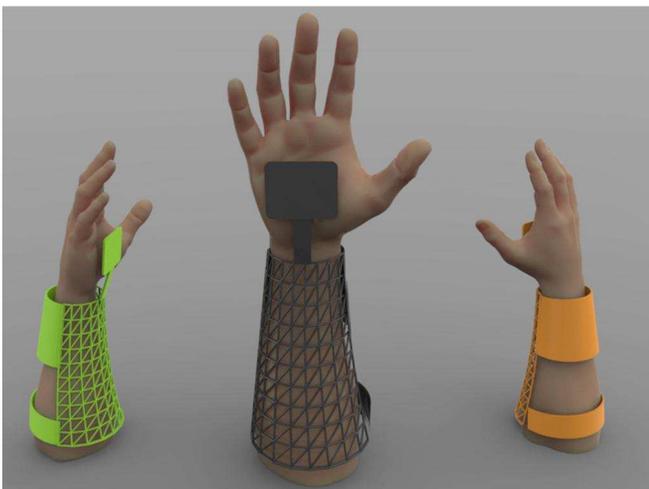


Figura 9: Render da etapa final da construção da órtese. Fonte: Os autores (2017)

Conclusão

O propósito deste estudo foi demonstrar como a modelagem paramétrica pode ser um facilitador no processo de sistematização e fabricação de órteses em uma empresa voltada a produtos de Tecnologia Assistiva. Através da definição desses parâmetros, foi possível auxiliar na automatização do processo de fabricação e garantir um maior grau de personalização do artefato, proporcionando uma melhor experiência do usuário no uso desses dispositivos. Desta forma, o processo de desenvolvimento da órtese deu-se através das seguintes etapas:

1. Estudo das medidas relevantes para inserção dos parâmetros;
2. Geração da forma bruta, executada no software *Rhinoceros*;
3. Refinamento da forma através da inserção das medidas relevantes, executado no *plug-in Grasshopper*;
4. Geração de possibilidades para padronagem da superfície;
5. Verificação virtual no software *Rhinoceros* através da inserção de parâmetros no *plug-in Grasshopper*.

O desenvolvimento projetual da órtese para mão, através de softwares de modelagem tridimensional, o *Rhinoceros*, aliado a *plug-ins* específicos como o *Grasshopper*, permitiu compreender a lógica e programação por trás de um projeto customizável em larga escala.

Assim, a órtese desenvolvida permite a manipulação de sua superfície, possibilitando a expansão da pesquisa para questões estéticas.

Agradecimentos

Agradecemos a Kelin Luana Casagrande, do Laboratório Virtual Design - VID do PGDesign da UFRGS, pelas ricas contribuições que ofereceu para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- Assistive Technology Act (1998). Recuperado de: www.section508.gov/docs/AT1998.html#3
- Basso, L. (2012). A Contribuição do Designer no Projeto de Recursos de Tecnologia Assistiva: Proposta de Intervenção Colaborativa. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Design – UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Benedetto, I. (2011). Contribuições Metodológicas para o Desenvolvimento de Produtos em Tecnologia Assistiva. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Design – UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Brasil, Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva. – Brasília: CORDE, 2009. 138 p.
- Brendler, C. F. (2013). Método para Levantamento de Parâmetros antropométricos utilizando um digitalizador 3D de baixo custo. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Design – UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Callinan, N. (2013). Confecção de órteses para mão. In C.A. Trombly, M.V. Radomski. Terapia Ocupacional para disfunções físicas. (6a ed, pp. 466-486). São Paulo: Editora Santos.

- Cardoso, R. (2012). Design para um mundo complexo. São Paulo: Cosac Naify.
- CAT. (2007). Comitê de Ajudas Técnicas. Recuperado de: <http://www.direitoshumanos.gov.br/pessoas-com-deficiencia-1/conheca-seus-direitos>
- Florio, W. (2011). Modelagem paramétrica, criatividade e projeto: Duas experiências com estudantes de arquitetura. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, 6(2), 43-66. ISSN: 19811543, doi: 10.4237/gtp.v6i2.211.
- Grasshopper 3D. Recuperado de: <http://www.grasshopper3d.com>
- Lupton, E., & Cole, J. (2008). *Novos fundamentos do design*. São Paulo: Cosac Naify.
- Margolin, V., & Margolin, S. (2004). Um modelo social de Design: Questões de prática e pesquisa. *Design em Foco*, Salvador, 1 (001), 43-48.
- Mozota, B., Klopsch, C., & Campelo, F. (2011) *Gestão do design*. Porto Alegre: Artmed.
- Murray, J. H. (2003). *Hamlet no holodeck o futuro da narrativa no ciberespaço*, SÃO PAULO: UNESP.
- Tedeschi, A. (2014). *AAD_Algorithms-Aided Design. Parametric Strategies Using Grasshopper*. Brienza: Edizioni Le Pensur.