

PROCESSO DE CONFECÇÃO DE RECURSOS DE ADEQUAÇÃO POSTURAL PERSONALIZADOS PARA USUÁRIOS DE CADEIRAS DE RODAS

Carlos Alberto Costa, Área Ciências Exatas e Engenharia, UCS, cacosta@ucs.br

Suzete Grandi, Clínica de Fisioterapia, UCS, sgrandi@ucs.br

André Fernandes de Bona, Área Ciências Exatas e Engenharia, UCS, afbona@ucs.br

João Ricardo Forner Basso, Área Ciências Exatas e Engenharia, UCS, joaoricardo-fb@hotmail.com

Resumo. A Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento multidisciplinar que se diferencia das demais por envolver soluções voltadas para aspectos de saúde das pessoas. É a expressão utilizada para definir produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade de pessoas com deficiência, visando autonomia, qualidade de vida e inclusão. Inspirado nesse cenário, o presente trabalho tem o objetivo de elucidar o processo de confecção de recursos de adequação postural personalizados para usuários de cadeiras de rodas, contemplando processos de digitalização e técnicas atualmente adotadas para a fabricação de tais recursos. O estudo de um caso específico embasou a execução deste trabalho que compreendeu a obtenção das medidas antropométricas do usuário, passando pelo ajuste da superfície gerada, até a fabricação dos assentos e encostos por meio de usinagem CNC. No final é realizada uma discussão sobre alguns aspectos que devem ser observados durante esse processo.

Palavras chave: Tecnologia Assistiva, Adequação Postural, Tecnologias Tridimensionais, Espumas, Usinagem.

1. INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias tridimensionais está se expandindo a cada dia. Tecnologias computacionais e ferramentas como CAD/CAM, CAE, impressão 3D, digitalização, entre outras, vem sendo amplamente utilizadas e possuem diversas aplicações. Muitas dessas podem ser consideradas usuais dentro do ambiente industrial, mas inovadoras quando aplicadas em diferentes áreas, como a da saúde.

Ao tratar da temática “adequação postural” fala-se de um cenário que abarca o desafio de integração de áreas, que precisam colocar em movimento suas competências na busca por soluções rápidas e efetivas de problemas apresentados pela população. Os desafios de engenharia relacionados a área da saúde apresentam requisitos diferentes dos usuais. Por essas razões, este trabalho faz uma discussão sobre os tipos de tecnologias aplicadas no desenvolvimento de dispositivos de adequação postural para usuários de cadeiras de rodas.

A adequação postural complementa um dos grupos de recursos de Tecnologia Assistiva (TA) (Bersch, 2013), sendo os usuários de cadeiras de rodas os grandes favorecidos com o uso destes sistemas. Tal recurso favorece e potencializa posturas corretas, confortáveis, funcionais e promovem alívio de pressão (Beretta, 2011).

Conforme dados coletados no último Censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, cerca de 23,9 % da população brasileira possui algum tipo de deficiência, sendo que destes, quase 7% possui alguma deficiência física (IBGE, 2010). Estes cidadãos carecem de acessórios personalizados, seja de adequação postural sentada ou, ainda, de outros recursos que aumentem suas habilidades funcionais e propiciem maior independência e inclusão social.

Diante desse significativo número de pessoas com deficiências físicas, pressupõe-se que muitos utilizam cadeira de rodas e que, associado a isso, necessitam de recursos de adequação postural, algo ainda pouco acessível à população. Isso ocorre por diversas razões, dentre elas a defasagem tecnológica do Brasil em relação a outros países e, principalmente, pela defasagem relacionada ao custeio dos serviços que atendem pelo Sistema Único de Saúde.

No Brasil, grande parte das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida utilizam cadeira de rodas subsidiadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS), cujos padrões de adequação postural são montados a partir de módulos pré-fabricados e que não atendem integralmente as necessidades de cada usuário. O que se observa na prática clínica é que ou os recursos de adequação postural são contemplados através deste tipo de módulo ou são concebidos artesanalmente por empresas ou profissionais específicos, sem a utilização de tecnologias.

Por estas razões, faz-se necessário desmistificar o processo tecnológico de desenvolvimento de dispositivos para adequação postural, visando fornecer uma melhor compreensão das implicações em sua adoção.

O presente trabalho está sendo realizado através de uma parceria entre o Laboratório de Prototipagem Rápida (LPRA) e a Clínica de Fisioterapia (CLIFI) da Universidade de Caxias do Sul (UCS). A CLIFI é uma unidade de extensão da UCS que integra ensino e pesquisa, caracterizando-se como unidade prestadora de serviços. As ações são desenvolvidas por profissionais das áreas da Fisioterapia, Medicina, Terapia Ocupacional, Serviço Social, Enfermagem e Psicologia à usuários do SUS. São realizados cerca de 3000 atendimentos mensais a pessoas portadoras de diversas patologias e 190 novas consultas são mensalmente ofertadas.

Inspirados pelo importante desafio de fazer com que a tecnologia fique mais acessível à população que a necessita, o objetivo geral deste trabalho é descrever um processo completo de desenvolvimento de um dispositivo de adequação postural para cadeirantes, utilizando tecnologias tridimensionais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Tecnologia Assistiva

A Tecnologia Assistiva é a expressão utilizada para definir produtos e serviços que proporcionam melhorias na realização de atividades da vida diária de pessoas com deficiências, ampliando autonomia e qualidade de vida.

No Brasil, a caracterização e a classificação de TA são recentes (Galvão e Garcia, 2012). Bersch (2013), propôs em 1998, uma classificação que compreende doze classes e que engloba produtos e serviços. Em 2012, esta classificação foi utilizada pelo Ministério da Fazenda (MF), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e pela Secretaria Nacional de Direitos Humanos da Presidência da República (SDHPR) na publicação da Portaria Interministerial, nº. 362, de 24 de outubro de 2012.

Um exemplo, dentre os diversos recursos de Tecnologia Assistiva existentes, é a cadeira de rodas. Tal dispositivo, normalmente é utilizado para auxiliar na locomoção de pessoas com mobilidade reduzida e na participação de seus usuários em atividades do cotidiano. É importante destacar que muitas ocupações acontecem na posição sentada, e para algumas pessoas que dependem desse recurso é a única opção de postura.

Neste horizonte, é importante destacar que a configuração da cadeira de rodas afeta diretamente as ações dos usuários, sua mobilidade, funcionalidades e influenciam na estabilidade, alinhamento postural e no conforto. Os sistemas de suporte e adequação postural pontencializam as funções dos usuários de cadeiras de rodas, sendo elementos complementares e, em muitos casos, imprescindíveis para o uso adequado das mesmas.

Considerando o exposto, o foco desse trabalho reside nos processos de confecção de recursos de adequação postural para pessoas com restrições de mobilidade, dependentes de cadeira de rodas e que possuam alterações posturais ou riscos de desenvolvê-las.

2.2. Adequação postural

Os dispositivos de adequação postural são também conhecidos como sistemas de posicionamento (*seating* em inglês) e podem ser classificados como uma órtese de tronco. As órteses de adequação postural são intervenções adicionais na cadeira de rodas, como as contenções laterais, apoio de pés, braços e cabeça. (Oliveira *et al.*, 2014). *Seating* é o desenvolvimento de um sistema composto de assento e encosto em uma base móvel para indivíduos que passam parte do seu tempo sentados e que dependam desse sistema para sua mobilidade.

As órteses posturais podem ser divididas em dois grupos, sistemas de adequação postural personalizado e personalizável. Os sistemas de posicionamento personalizados, também conhecidos como assentos digitalizados, são fabricados de acordo com a antropometria do usuário, ou seja, são feitos sob medida. Para a obtenção da antropometria são utilizadas diversas técnicas como, por exemplo, a geração de molde negativo do corpo do usuário utilizando gesso ou almofadas de vácuo. As formas obtidas são, posteriormente, digitalizadas e materializadas em espuma via processo de usinagem (Batista *et al.*, 2009; Beretta, 2011; Prestes, 2011; Silva, 2011).

O recurso de adequação postural é indicado para pessoas que utilizam cadeira de rodas por longos períodos diários e que necessitam de pontos de apoio e fixação, com vistas a proporcionar uma melhor e mais adequada postura sentada (BRASIL, 2013).

No estudo desenvolvido por Collange et al. (2009) é evidenciado que os sistemas de posicionamento personalizados para cada usuário em sua cadeira de rodas proporcionam melhor posicionamento e estabilização do tronco, diferentemente das cadeiras que não possuem a adequação. Seguindo essa mesma via, Read (2005) destaca que uma das principais funções dos dispositivos de adequação postural é prevenir e corrigir deformidades na coluna do usuário. Segundo Mello (2013a) altas pressões na interface assento-usuário está diretamente relacionada com as ocorrências de lesões por pressão, principalmente nas proeminências ósseas. Os dispositivos personalizados aumentam os pontos de apoio e a área de contato entre o assento e o corpo usuário, promovendo melhor distribuição do peso corporal, diminuindo, desse modo, pontos localizados de pressão.

O uso de recursos de adequação postural atuam prevenindo deformidades ósseas, contraturas musculares e úlceras de pressão (UP) (Beretta, 2011; Mello 2013b), facilitam o alinhamento postural através da estabilização da pelve, além proporcionam melhorias em diversas funções fisiológicas, de comunicação e sociais.

2.3. Desenvolvimento de dispositivo de adequação postural

O processo de desenvolvimento de um dispositivo de adequação postural inicia com a avaliação do paciente, em diversas posturas, principalmente em decúbito dorsal e na postura sentada. Precisam ser avaliados aspectos como funções fisiológicas (respiração, digestão, função cardiovascular), mobilidade de quadril e de membros inferiores,

presença de encurtamentos musculares e de deformidades, desvios pélvicos e de coluna, controle de tronco e de cervical, reflexos e tônus muscular, condições de pele. Além disso, é fundamental avaliarmos condições auditivas, oftalmológicas, cognitivas, medicamentos em uso e ter ciência do prognóstico da patologia do usuário para que possam ser previstas possíveis alterações biomecânicas de modo a instrumentalizar o profissional para atuar preventivamente. Somado a isso, a avaliação precisa contemplar aspectos sócio-ambientais, de comunicação, mobilidade e interação com o meio ambiente.

Uma vez definidos os propósitos da adequação postural, as medidas antropométricas dos usuários são obtidas, normalmente, por meio de almofadas de posicionamento a vácuo que geram um molde negativo do corpo do paciente. Essa superfície é então digitalizada por meio de “scanners” 3D. Em seguida, existe a necessidade de tratamento dessas imagens obtidas, o que normalmente pode ser feito pelo próprio software do equipamento de digitalização, ou em alguma ferramenta que permita a edição do formato de imagem gerada, normalmente formato STL. A imagem em formato STL é então exportada para um formato reconhecido por ferramentas de CAD/CAM, tais como Parasolid, Iges ou STEP. Assim, se dispõe de um modelo virtual dessa imagem, permitindo sua inserção e ajuste no modelo da cadeira de rodas especificada. Com base nisso, tal modelo é processado e usinado em máquina CNC para obtenção do modelo físico em espuma e que será utilizado pelo usuário final.

3. MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS

3.1. Estudo de caso utilizado

Para o desenvolvimento deste trabalho foi selecionado por profissionais da CLIFI um usuário do sexo feminino, 6 anos de idade, com diagnóstico de anencefalia, que não possui controle cervical, tendência à rotação externa de quadril e flexão de joelhos, tornozelos em equino-varo, ausência de respostas cognitivas e totalmente dependente para as atividades de vida diária.

A cadeira de rodas para este sujeito foi prescrita com Tilt Reclinável, com dimensões de 300 milímetros de largura, 350 milímetros de comprimento, 350 milímetros altura do encosto, com contenções laterais de 250 milímetros e o ângulo entre o assento e o encosto é de 90°. Com base nas medidas principais, foi possível modelar, computacionalmente, o assento e o encosto da mesma, que serviu de referência para a criação do dispositivo de adequação postural.

3.2. Moldagem do corpo do usuário

Para obter a geometria do usuário, foi utilizada almofada de posicionamento a vácuo da empresa Digitis Brasil, com dimensões 1,0x1,6 metros. Inicialmente, um pouco de ar foi retirado da almofada, de modo que essa ficasse uniformemente posicionada na cadeira de rodas. A quantidade de ar a ser retirada deve ser suficiente para que a mesma fique possível de ser manuseada pelos profissionais. Após a almofada ser colocada sobre a cadeira de rodas, o paciente é posicionado sobre a mesma e o processo de “captação da forma” é iniciado, através da aplicação de vácuo concomitantemente ao manuseio da almofada pelos profissionais. Esse processo dura o tempo necessário para que se obtenha a postura mais adequada e confortável para o paciente, seguindo o conceito do “*seating*”. Ao final, a almofada estará totalmente rígida, em função do vácuo aplicado. Nesse momento, o paciente é retirado da almofada ficando a mesma livre para sua digitalização e o paciente é liberado do procedimento.



Figura 1. Captura da forma do paciente em uma almofada de forma, Autor.

3.3. Captura da geometria para ambiente virtual

Para capturar a geometria moldada, foi utilizado o processo de digitalização por luz branca. Utilizando o scanner móvel da marca 3D Systems, modelo Sense 3D. Este scanner possui três lentes: projetor a laser infravermelho, leitor de

profundidade através do laser infravermelho emitido pela primeira lente e câmera colorida que adiciona cores e texturas na superfície digitalizada (3D Systems, 2017).

As imagens são obtidas no software proprietário do scanner, o 3D Systems Sense, que uma vez confirmado a digitalização, permite ajustes iniciais da superfície digitalizada tais como recortes, tornar sólido, e alteração no ajuste de cores (Figura 2). Uma vez feitos os pré-ajustes o arquivo é exportado em formato STL. A nomenclatura deste tipo de arquivo remonta a criação do primeiro processo de impressão 3D, a estereolitografia (STereoLithography), pelo norte-americano Charles Hull, em 1984.

Os arquivos em formato STL são constituídos por uma malha triangular de elementos finitos e normalmente utilizados para o processo de impressão 3D. Contudo, como o objetivo final no caso desse trabalho é realizar ajustes da superfície digitalizada em softwares de CAD/CAM comerciais, tais como Solidworks ou PTC Creo, é necessário que seja feita a conversão do arquivo STL para algum formato em que é possível editar como sólido ou superfície. Para tanto, alguns passos são necessários e são explicados a seguir.

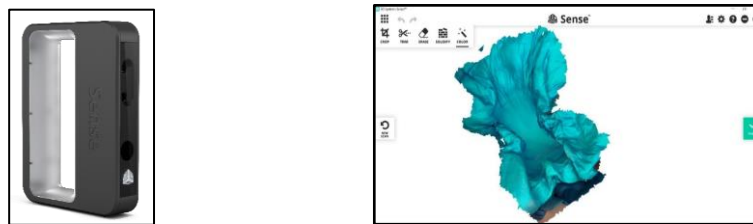


Figura 2. Dispositivo de digitalização 3D (3D Systems, 2017) e tela da superfície captura no 3D Systems Sense (Autor)

3.3. Tratamento da geometria capturada

O arquivo em formato STL gerado pode ser editado e tratado em ferramentas específicas de edição de STL para ajustes mais finos na superfície gerada, como o Magics (Materialise, 2017), o Geomagic (3DSystem, 2017), e ferramentas livres como MeshMixer e MeshLab, entre outros (ALL3DP, 2017). Contudo, como mencionado anteriormente, além dos ajustes no arquivo STL é necessário que esse formato de arquivo seja transformado em um formato editável por softwares de CAD/CAM comerciais. Para isso, nesse projeto, além da ferramenta Magics, foram utilizadas duas ferramentas adicionais da empresa Altair: SimLab e Hypermesh.

Dentro do editor de STL Magics, a superfície importada foi recordada com maior precisão, suavizada com relação a picos oriundos da digitalização, e feita a correção de triângulos abertos, duplicidades de triângulos e de vetores normais. Foram realizados ajustes na superfície para minimização de picos de superfícies, além da suavização da mesma, propiciando uma superfície mais contínua. Tais deformações ou descontinuidades são oriundas do processo de digitalização em si, além das irregularidades na superfície da almofada digitalizada em função de dobras oriundas do vácuo aplicado a almofada. Além disso, nessa ferramenta, é realizado um recorte mais fino para a retirada de partes desnecessárias da superfície, visando a fabricação final do dispositivo de adequação postural.

Após essa etapa no ambiente da ferramenta Magics, o arquivo é salvo novamente em STL, e então, importado no software SimLab, software que também permite a edição da malha de triângulos. No SimLab é realizada uma correção pontual da malha, procurando-se apagar e substituir manualmente triângulos que não estejam de acordo com o formato da superfície que se deseja obter futuramente, ou que possam representar um obstáculo, gerando uma complexidade desnecessária na malha, por exemplo. Pode ser feita uma reconstrução da malha por completo, com os comandos de mesh e remesh, para uniformizá-la, caso seja preciso.

O arquivo é então exportado em formato FEM, para poder ser lido em outro software do mesmo pacote, o HyperMesh, que é um processador de elementos finitos. Uma das funcionalidades desse software é a exportação da geometria de malha de elementos finitos para superfícies compatíveis com os padrões dos sistemas CAD 3D. Nesse caso, a exportação se deu no formato Initial Graphics Exchange Specification (IGES), compatível com diversos programas CAD.

Assim, dentro do ambiente do Hypermesh, o passo seguinte foi a transformação da malha de triângulos otimizada em uma superfície “lisa” e sem segmentações, ou seja, única. Para tanto é utilizada a função “surface”, selecionando todos os elementos da malha e definindo como arestas somente as arestas externas da superfície.

Na Figura 3 pode-se observar os quatro estágios de ajuste da superfície, passando do Magics (formato STL), para o SimLab (Malha de Triângulos) e após para o Hypermesh (Malha de Elementos Finitos) e finalmente gerando a superfície em formato compatível com sistemas CAD/CAM. O software de CAD utilizado nessa pesquisa foi o SolidWorks.

Após importar a malha de triângulos no HyperMesh, foi realizado o processo de refinar a malha, aplicando a técnica de suavização e reconstrução da malha. O processo de suavização é necessário para diminuir os ângulos entre os triângulos, tornando-os mais tangentes diminuindo a rugosidade da malha. Este processo é necessário para evitar possíveis imperfeições durante a geração da superfície.

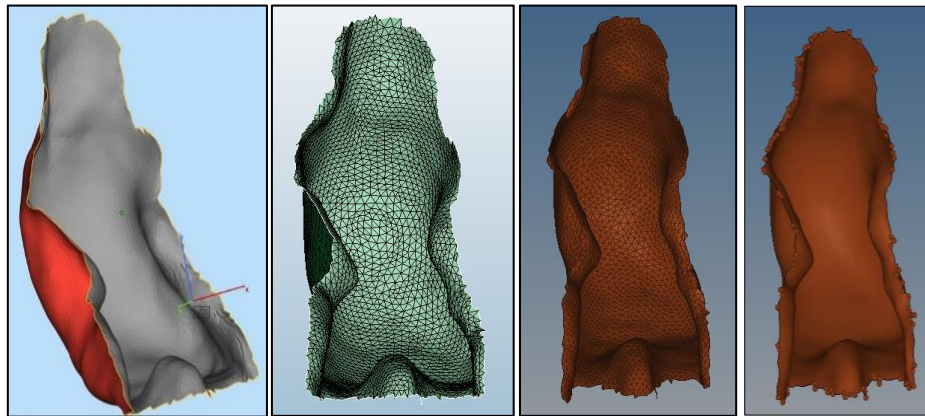


Figura 3. Estágios de evolução da superfície digitalizada (esquerda para direita): STL no Magics; Malha Triângulos no SimLab; Malha Elementos Finitos no Hypermesh; Superfície em IGES no Hypermesh, Autor.

No software SolidWorks a superfície obtida foi ajustada em um bloco com dimensões compatíveis com a cadeira de rodas do paciente, i.e. 300 milímetros de largura, 350 milímetros de comprimento, 350 milímetros de altura, possibilitando o encaixe do dispositivo na cadeira. Após o teste de montagem, o dispositivo de adequação postural foi segmentado em quatro seções para possibilitar a usinagem do mesmo devido as limitações de capacidade da máquina CNC, além de superfícies negativas identificadas nas contenções laterais do dispositivo de adequação (Figura 4).

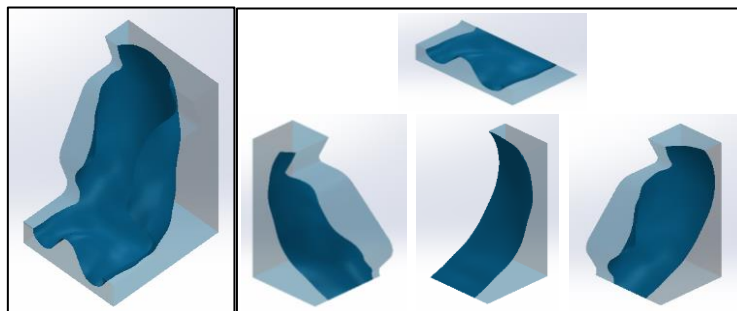


Figura 4. Dispositivo de adequação postural modelado e segmentado, Autor.

3.4. Fabricação do dispositivo de adequação postural

Os segmentos gerados foram exportados em formato STEP e importados no software EdgeCAM para realizar a programação do centro de usinagem. A fabricação do dispositivo de adequação postural foi realizada em um centro de usinagem modelo LG-500, da marca Hartford com comando Mitsubishi M80.

Para a usinagem foi utilizada uma velocidade de corte de 300m/s, com avanço de 3,5 m/min com uma fresa de topo reto, com duas arestas cortantes e ângulo de hélice de 20 graus. O desbaste foi realizado com uma estratégia do tipo nível de forma discordante e deixando um sobre material de 5 mm. O acabamento foi realizado nas mesmas condições com a estratégia de cortes paralelos, com passes incrementais de 2mm. A Figura 5 mostra uma representação da estratégia de corte utilizada e a superfície final gerada.

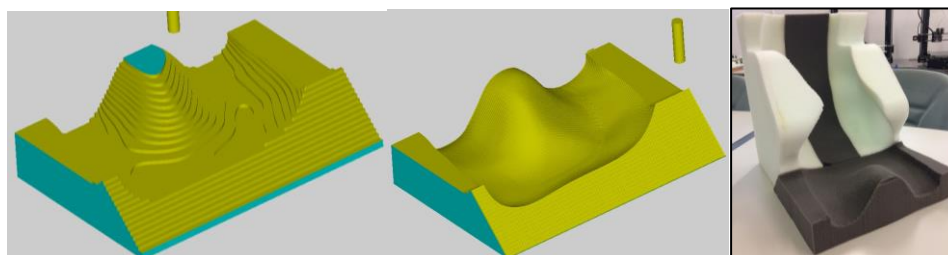


Figura 5. Estratégias de usinagem definidas para desbaste (a) e acabamento (b) e usinagem final (c) em Espuma Flexível de PU Densidades 33 (escura) e 45 (clara), Autor.

4. CONCLUSÕES

O uso de tecnologias computacionais e tridimensionais, embora já consolidadas no meio industrial, são temas ainda muito distantes quando trazidos para a realidade da área da saúde. A adequação postural é um recurso fundamental para pessoas que utilizam e dependem de cadeira de rodas e que pode se beneficiar das tecnologias acima descritas.

Os processos e tecnologias empenhadas para a geração de adequações posturais tecnicamente corretas exigem expertise de engenharia. Por isso, esse trabalho mostra uma das alternativas, entre outras possíveis, de se obter formas de adequação postural com alto nível de precisão geométrica. Entende-se que o aparato tecnológico utilizado é de alto custo, contudo, no entendimento dos autores desse trabalho, para que soluções simples sejam buscadas e viabilizadas, é necessário antes dominar o processo.

A transformação de uma forma, por meio de engenharia reversa, para um modelo virtual e após a fabricação física desse modelo, envolve – com os equipamentos utilizados nesse trabalho – a transformação de um arquivo digitalizado em formato STL, para após ser transformado em um arquivo manipulável por sistemas CAD/CAM. Contudo, futuros trabalhos serão realizados na busca de soluções mais otimizadas e com ferramentas de menor custo. Da mesma forma, o trabalho deverá seguir na análise de o quanto a geometria gerada será efetiva na recuperação dos pacientes.

Até o presente momento o trabalho realizado tem demonstrado excelentes resultados, haja vista que não se dispunha de qualquer conhecimento anterior sobre o assunto.

5. REFERÊNCIAS

- 3D Systems. Disponível em: <<https://www.3dsystems.com>>. Acesso em: 16 jun. 2017.
- ALL3DP. Disponível em <https://all3dp.com/1/7-free-stl-editors-edit-repair-stl-files/>. Acesso em: out. 2017.
- APATSIDIS, D.; SOLOMONIDIS, S.; MICHAEL, S. Pressure distribution at the seating interface of custom-molded wheelchair seats: Effect of various materials. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Vol. 83, Issue 8, pp. 1151-1156; 2002.
- BATISTA, V.B.; SILVA, F.P; KINDLEIN JR, W; MORAES, H.S.; BERSCH, R.C.R. Fabricação de assentos personalizados via modelagem em gesso, digitalização 3D e usinagem CNC. IN: ANAIS DO V CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO – COBEF 2009, Belo Horizonte, 2009.
- BERETTA, E. M. **Tecnologia Assistiva: Personalização em massa através do design e fabricação de assentos personalizados para cadeiras de rodas**. 2011. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- BERSCH, Rita. Introdução a Tecnologia Assistiva. 2013. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf>. Acesso em 06 mar. 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde. Confecção e manutenção de órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção: confecção e manutenção de próteses de membros inferiores, órteses suropodálicas e adequação postural em cadeira de rodas / Ministério da Saúde, Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2013.
- BRASIL. SDHPR - Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência - SNPD. 2009. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/publicacoes/tecnologia-assistiva>>. Acesso em 16/04/2017
- BRENDLER, C. F.; MÜLLER, M.S.; SILVA, A.R.M.; TEIXEIRA, F.G. Digitalização 3D utilizando Kinect e sistemas CAD e CAM para confecção de órtese de membro inferior. IN: 11º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 2014, Gramado. Proceedings... São Paulo: Edgard Blucher, 2014. Vol. 1, N. 4; p. 2479 – 2497; 2014.
- CHAVES E.S; BONINGER, M.L.; COOPER, R; FITZGERALD, S.G.; GRAY, D.B.; COOPER, R.A. Assessing the influence of wheelchair technology on perception of participation in spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. Vol. 85; Issue 11; pp 1854-1858; 2004.
- COLLANGE, L.A.; RODINI, C.; JULIANO, Y; MISAO, M.H.; ISOLA, A.M. ALMEIDA, S.B. Influência da adequação postural em cadeira de rodas na função respiratória de pacientes com amiotrofia espinhal tipo II. **Fisioterapia e Pesquisa**, Vol.16; N. 3, pp.229-32, jul./set.; 2009
- DIGITIS Brasil. Disponível em: <<http://www.digitisbrasil.com.br/>>. Acesso em: 30 abr. 2017.
- GALVÃO FILHO, Teófilo Alves; GARCIA, Jesus Carlos Delgado. Pesquisa Nacional de Tecnologia Assistiva. São Paulo: Instituto de Tecnologia Social - ITS BRASIL e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI/SECIS, 2012, 64 p., ISBN: 978-85-64537-04-0, 2012.
- IBGE. 2010. Cartilha do senso 2010 – Pessoas com Deficiência. Disponível em: <<http://www.portalinclusivo.ce.gov.br/index.php/bibliotecavirtual/cartilhas/44275-cartilha-do-censo-2010-pessoas-com-deficiencia>> Acesso em 06 mar. 2017.
- MELLO, M.A.F. Fatores Causais de Úlceras por Pressão (UP) em Usuários de Cadeiras de Rodas. Caderno Técnico & Científico, São Paulo, v. 83, p.3-5, jul/ago-. 2013a. Bimestral.

- MELLO, M.A.F. Sistemas de posicionamento assentado e cadeiras de rodas: como e o quê prescrever. Caderno Técnico & Científico, São Paulo, v. 85, p.7-8, nov/dez. 2013b. Bimestral.
- OLIVEIRA, A.I.A.; DUARTE, M.I.T.; PHILOT, G.M.; PINHO, C.R.; ZAPAROLI, D.A. Sistemas de adequação postural personalizado versus personalizáveis para crianças com deficiências neuromotoras. IN: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA ASSISTIVA. Centro Nacional de Referência em Tecnologia Assistiva - CTI Renato Archer. Campinas-SP: CNRTA-CTI, pp. 18-32; 2014.
- PRESTES, Rafael Cavalli. Tecnologia Assistiva: Atributos de Design de Produto Para Adequação Postural Personalizada na Posição Sentada. 2011. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- READ, T. Positioning for the Long Haul. IN: 21st International Seating Symposium, Orlando, USA. 2005. p. 99-100; 2005.
- RODRIGUES, Patrícia Rocha; ALVES, Lynn Rosalina Gama. Tecnologia Assistiva – Uma revisão do tema. Holus. Ano 29, V. 6. 2013
- SILVA, Fabio Pinto da. Usinagem de Espumas de Poliuretano e Digitalização Tridimensional para Fabricação de Assentos Personalizados para Pessoas com Deficiência. 2011. 192 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq (Processo Número: 442138/2016-4 TA) e a UCS pelo apoio financeiro concedido e a Materialise NV, Altair Brasil, Digitis Brasil, Secta Ferramentas, e Herval Industria de Móveis Colchoes e Espumas Ltda pelo apoio prestado. Também o agradecimento a Clínica de Fisioterapia pelo acesso aos casos estudados.

6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O(s) autor(es) é (são) os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

Parecer consubstanciado do CEP Universidade de Caxias do Sul Número 2.461.220.