

Desenvolvimento de órteses para crianças com deficiência utilizando tecnologias de digitalização 3D e de manufatura aditiva de baixo custo

Development of orthoses for children with disabilities using low cost 3D scanning and additive manufacturing technologies

RESUMO

As órteses de membro inferior são indicadas hoje por praticamente todos os fisioterapeutas para crianças com paralisia cerebral devido a distrofias musculares, disfunções e patologias. Essas órteses são vendidas no mercado em tamanhos padrões ou personalizadas com o formato exato do membro do paciente. Nesse trabalho foi desenvolvido um modelo de órtese personalizada com o formato exato do membro inferior de crianças. O objetivo foi diminuir o custo de mercado que atualmente está em torno de R\$700,00. Todo o processo utilizou ferramentas de baixo custo como atadura gessada, digitalização 3D pelo sensor do Kinect Xbox 360 e impressora 3D modelo ANET A8. Foram atendidas quatro crianças com paralisia cerebral e distrofia muscular, da Clínica Vitória localizada na cidade de Curitiba. A avaliação do produto pelos responsáveis foi muito satisfatória.

PALAVRAS-CHAVE: Aparelhos ortopédicos. Crianças com paralisia cerebral. Moldes em gesso.

ABSTRACT

Lower limb orthoses are indicated today by virtually all physiotherapists for children with cerebral palsy due to muscular dystrophies, dysfunctions and pathologies. These orthoses are commercially available in standard sizes or customized to the exact shape of the patient's limb. In this work we developed a custom orthosis model with the exact shape of the lower limb of children. The objective was to decrease the market cost that is currently around R\$ 700,00. The entire process used low-cost tools such as plaster bandage, Kinect Xbox 360 sensor 3D scanning, and ANET A8 model 3D printer. Four children with cerebral palsy and muscular dystrophy were treated at the Vitória Clinic located in Curitiba. The evaluation of the product by those responsible was very satisfactory.

KEYWORDS: Orthopedic appliances. Children with cerebral palsy. Molds in plaster.

Marcel Eiji Higashiyama
Marcel_eiji@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

José Aguiomar Foggianto
foggianto@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Jéssica Cristina Dias dos Santos Forte Hensen
dias.jclds@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

A utilização da manufatura aditiva de baixo custo na tecnologia assistiva está aumentando cada vez mais devido a praticidade em projetos e ao alto nível de possibilidades de personalização para cada paciente. Hoje existem várias tecnologias disponíveis (VOLPATO, 2017, p.24) e a mais conhecida é a que trabalha por extrusão de filamento polimérico, e é através dela que foram fabricadas as órteses de membros inferiores para crianças. Em ajuda a um trabalho de dissertação de mestrado (HENSEN, 2019), foram atendidas quatro crianças com paralisia cerebral e distrofia muscular, na clínica Vitória localizada na cidade de Curitiba. Além disso, o trabalho de Hensen (2019) serve como um guia de instrução para fabricar órteses.

MATERIAL E MÉTODOS

O processo todo se realiza desde a ida à clínica e retirada do molde do membro inferior da criança até a entrega da órtese para o uso. Primeiramente para adquirir o molde foi utilizada atadura gessada no membro inferior da criança, em seguida o molde foi digitalizado em 3D. As imperfeições da superfície digitalizada foram corrigidas no programa Meshmixer (Autodesk®) que também foi utilizado para a modelagem 3D. Em seguida a órtese foi fabricada por manufatura aditiva, foram feitos os acabamentos finais e realizada a entrega à fisioterapeuta responsável e à mãe da criança para avaliar o produto.

CONFECÇÃO DOS MOLDES EM GESSO DOS SEGMENTOS CORPORAIS

O processo inicia com o membro inferior completamente enfaixado com atadura gessada para mais tarde ser retirada a parte frontal usando um estilete e uma placa fixada entre o membro e o gesso, para proteger a criança contra cortes na pele. Foi usado filme de PVC para fixação da placa protetora e de um pedaço de papelão colocado na base do pé, e também facilitar na limpeza da pele. O corte do gesso deve ser feito em torno de 2 minutos após a aplicação do gesso, enquanto o gesso não estiver totalmente duro. Em seguida, o gesso deve ser aberto usando o estilete para cortar na linha da placa que protege a pele da criança e, com as mãos, dobrar as partes que futuramente serão removidas. A abertura deve ser feita sem danificar a parte útil que será usada como molde. Em seguida, deve-se puxar o molde de gesso retirando o pé da criança com cuidado. Depois, com a ajuda de um pincel para delimitar o formato, corta-se o excesso deixando no formato pronto para ser digitalizado antes que o gesso fique completamente seco. Todo esse processo é mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Aquisição da anatomia por moldagem total do membro com atadura gessada

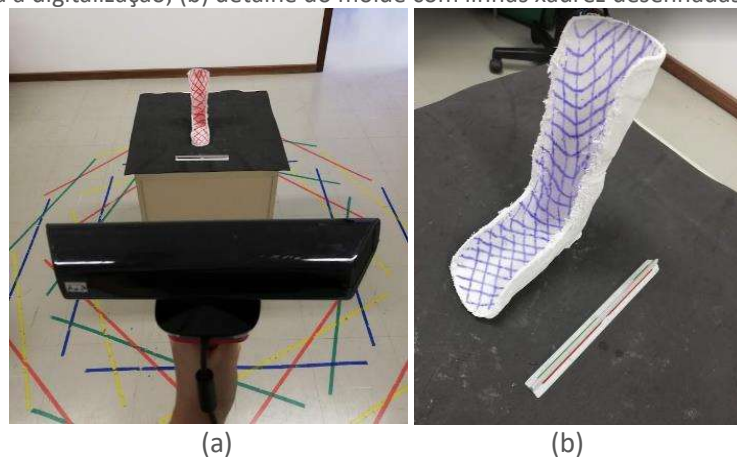


Fonte: HENSEN (2019).

DIGITALIZAÇÃO DOS MOLDES EM GESSO

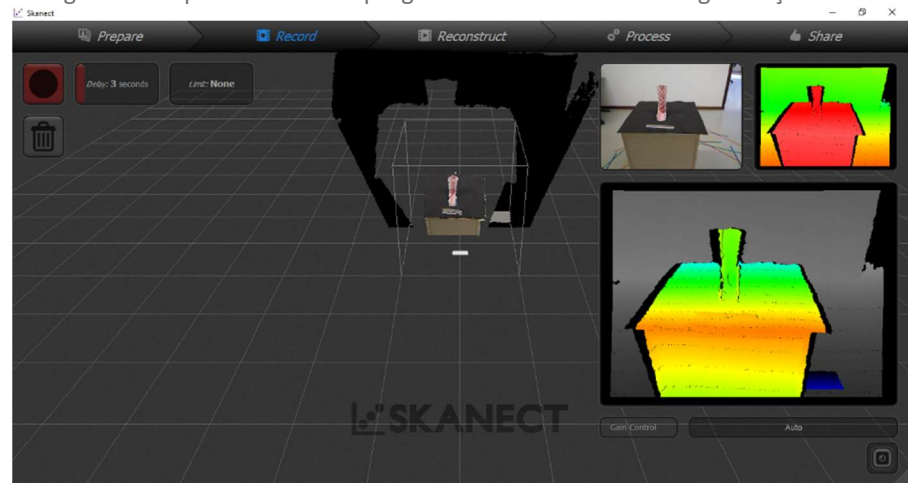
Para o escaneamento 3D do molde em gesso foi usado o sensor do Kinect 360 e o software Skanect (SKANECT, 2019) com a versão premium. Para um melhor resultado na digitalização foram riscadas linhas em grade com pincel atômico no interior do molde, pois é a superfície principal que será usada, conforme mostra a Figura 2. É sempre aconselhável colocar um objeto de dimensão conhecida para conferir se a escala do modelo 3D gerado na digitalização está correta. Com o programa Skanect ligado à câmera do sensor Kinect 360 é então iniciado o escaneamento rotacionando com a câmera em volta do molde, com o objetivo de pegar o maior nível de detalhes da parte interior, conforme mostra a Figura 3. É obtido assim o modelo 3D do molde em formato STL.

Figura 2 – Digitalização de moldes de órteses usando o Kinect 360: (a) ambiente escolhido para a digitalização; (b) detalhe do molde com linhas xadrez desenhadas



Fonte: HENSEN (2019).

Figura 3 – Captura de tela do programa Skanect durante a digitalização 3D

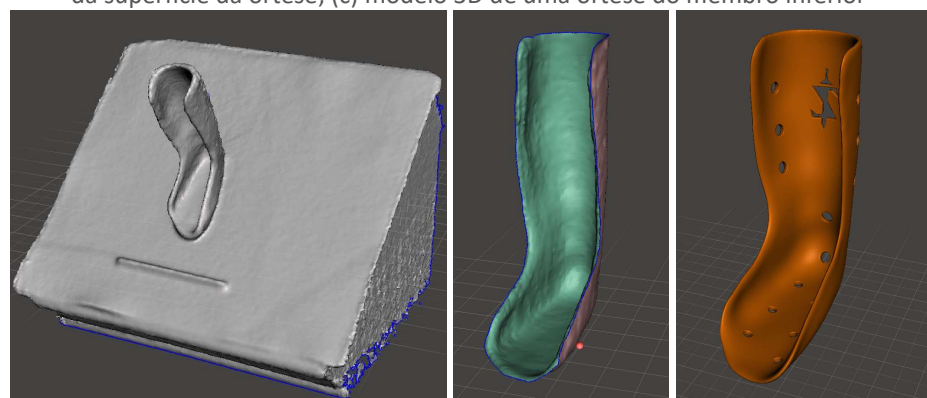


Fonte: HENSEN (2019).

CORREÇÃO DAS GEOMETRIAS DIGITALIZADAS E MODELAGEM DOS PRODUTOS

Após a digitalização 3D do molde, mostrado na Figura 4(a), foi necessário fazer a correção do modelo 3D. Assim, usando o programa Meshmixer (MESHMIXER, 2019) excluiu-se parte da geometria deixando somente a parte interna, mostrada na Figura 4(b), em seguida foi feito um tratamento na malha para deixá-la mais lisa. Para o pé da criança entrar com folga dentro da órtese foi aplicado um espaçamento (offset) na superfície. Por fim, foram adicionados furos para o arejamento, a pedido da fisioterapeuta, e também um furo estilizado (Letra Z) a pedido da mãe como mostra na Figura 4(c).

Figura 4 – (a) arquivo resultante da digitalização 3D; (b) arquivo após a correção e seleção da superfície da órtese; (c) modelo 3D de uma órtese do membro inferior



Fonte: O autor (2019).

FABRICAÇÃO DOS PRODUTOS POR IMPRESSÃO 3D UTILIZANDO MATERIAIS FLEXÍVEIS

Através da manufatura aditiva foi possível imprimir em filamento TPU (poliuretano termoplástico), um material bastante elástico e flexível, a estrutura da órtese como mostra a Figura 5(a) e 5(b). E depois foi finalizado o trabalho colocando um forro de EVA, tiras de velcro (costurado a mão), rebites de alumínio, solado emborrachado e uma figurinha estilizada desenhada a mão, como é mostrado na Figura 5(c).

Figura 5 – (a) órtese sendo impressa em uma impressora 3D; (b) par de órteses impressas; (c) modelo finalizado das órteses



Fonte: O autor (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao entregar as órteses aos responsáveis, foram entregues também questionários para avaliação do produto e os resultados foram bastante satisfatórios em comparação à uma órtese comercial. Mesmo após alguns meses de uso o produto resistiu bem e manteve a sua eficiência. O custo total do material de cada órtese foi de 44,30 reais e o tempo de trabalho foi de 17 horas e 18 minutos. Abaixo é mostrado na Figura 6 uma menina usando as órteses durante uma sessão de fisioterapia, a partir de então, sua mãe levou as órteses para serem usadas em casa também.

Figura 6 – Órtese sendo usada pela criança aos cuidados da fisioterapeuta



Fonte: O autor (2019).

CONCLUSÃO

Devido à importância das órteses no tratamento de crianças com paralisia cerebral e a boa relação custo benefício dessas órteses fabricadas com impressora 3D de baixo custo, pode-se dizer que esse procedimento é viável para ser aplicado em clínicas ou até mesmo se tornar um serviço de empresas terceirizadas. Os resultados foram totalmente satisfatórios sendo aprovado por fisioterapeutas e responsáveis das crianças que usaram o produto.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CNPq, a Fundação Araucária, a Bruna Woltmann do NUFER, aos profissionais da Clínica Vitória, em especial às fisioterapeutas Fernanda Ferreira Lang e Ellis Regina Medeiros de Lara.

REFERÊNCIAS

HENSEN; Jéssica C. D. dos S. F. **Desenvolvimento de um procedimento para a fabricação de órteses não articuladas de tornozelo e pé por Manufatura Aditiva**. 2019. 162f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

Disponível em:

http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4305/1/CT_PPGEM_M_Hensen%2C%20J%C3%A9ssica%20Cristina%20Dias%20dos%20Santos%20Forte_2019.pdf

. Acesso em: 12 Ago. 2019.

MESHMIXER. Disponível em: <http://www.meshmixer.com/>. Acesso em 19 Ago. 2019.

SKANECT. Disponível em: <https://skanect.occipital.com/>. Acesso em 19 Ago. 2019.

VOLPATO, N; CARVALHO, J. de. Introdução à Manufatura Aditiva ou Impressão 3D. In: VOLPATO, N. (Ed.). **Manufatura Aditiva: Tecnologias e aplicações da impressão 3D**. São Paulo: Blucher, 2017. p. 15-30.