



PRÓTESE PARA 4º PODODÁCTILO PERSONALIZADA DESENVOLVIDA COM AUXÍLIO DA IMPRESSÃO 3D E AVALIADA ATRAVÉS DE PLATAFORMA BAROPODOMÉTRICA

RESUMO

Tiago Vicente Kochake
Tiago.kochake@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Leandra Ulbricht
leandraulbricht@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Paloma Hohmann Poier
palomahoh@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Mariane Ferreira de Campos
marianefdecampos@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

OBJETIVO: As amputações mais prevalentes são de membro inferior e 80% ocorrem devido complicações de doenças vasculares periféricas. Após as amputações, alguns indivíduos necessitam de próteses para melhorar o equilíbrio e a marcha. Contudo, as próteses disponíveis para comercialização, incluindo as disponibilizadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) são produzidas de forma padronizada e com poucas possibilidades de ajustes. Esta situação abre uma lacuna quanto ao desenvolvimento de próteses customizadas em impressão 3D proporcionando o desenvolvimento de equipamentos com baixo custo. O objetivo deste estudo foi desenvolver e avaliar três próteses de silicone variando em resistência, flexibilidade e dureza. **MÉTODOS:** A metodologia envolveu a confecção das próteses em um processo de sete etapas: 1º estudo da deformidade; 2º Aquisição da anatomia; 3º Digitalização do modelo; 4º Modelagem em CAD; 5º Impressão 3D; 6º Confecção do modelo; e 7º Avaliação imediata do uso. **RESULTADOS:** A prótese com silicone com nível intermediário de resistência, flexibilidade e dureza foi a que apresentou os melhores resultados em relação a área de contato do arco plantar (115 cm²), distribuição da massa corporal e quanto a pressão máxima em pontos específicos. **CONCLUSÕES:** Assim, verificou-se que além de disponibilizar as próteses, é necessário avaliar além da adaptação, a funcionalidade das mesmas.

PALAVRAS-CHAVE: Impressão 3D. Baropodometria. Prótese.

INTRODUÇÃO

As amputações mais prevalentes são as de membro inferior totalizando 85% dos casos. As doenças vasculares periféricas são a causa mais comum (80%) destas amputações que ocorrem com maior frequência em idosos (BRASIL, 2013a).

Após as amputações, alguns indivíduos fazem uso próteses e/ou órteses para melhorar o equilíbrio e a marcha (BRASIL, 2013b). Contudo nem sempre há uma boa adaptação do uso do equipamento o que pode ocasionar o abandono de sua utilização (CHAMLIAN, 2014).

As próteses disponíveis para comercialização, incluindo as disponibilizadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) são produzidas de forma padronizada e apresentam poucas possibilidades de ajustes. Sua eficácia tende a diminuir, por não respeitar a anatomia, a deformidade do indivíduo e demais doenças associadas, quando presentes (FERNANDES et al., 2015; CHAMLIAN, 2014).

O desenvolvimento e aplicação de novas técnicas associadas a impressão 3D na confecção de órteses e/ou próteses pode promover a diminuição de custos com materiais (SOARES et al., 2016). Isso ocorre porque a impressão 3D é uma tecnologia utilizada no desenvolvimento de equipamentos personalizados (KOCHAKE et al., 2016) e sua impressão consiste em realizar várias camadas de Ácido Polilático (PLA) sobrepostas umas sobre as outras (FERNANDES et al., 2015).

As novas tecnologias em impressão 3D proporcionam o desenvolvimento acelerado e customizado de equipamentos personalizados com baixo custo, como na fabricação de tecnologias assistivas incluindo as órteses (KOCHAKE et al., 2016), os exoesqueletos e próteses (ALVES et al., 2014). Frente a isso o objetivo do presente estudo foi desenvolver próteses para o quarto pododáctilo de forma customizada utilizando a tecnologia da impressão 3D e avaliar o uso imediato.

METODOLOGIA

O estudo desenvolvido se caracteriza como estudo de caso (GIL, 2010), pois aborda e estuda a ação de próteses de membro inferior em um indivíduo com o quarto pododáctilo amputado.

Foram desenvolvidas e confeccionadas três próteses customizadas de silicone para o 4º pododáctilo para uma mulher adulta de 55 anos, que teve o membro amputado em consequência de uma embolia (FURLANI et al., 2010).

Para desenvolvimento das próteses foram utilizados três tipos de silicone, variando em relação à resistência, flexibilidade e dureza (prótese transparente, branca e azul, do menor para o maior grau quanto aos quesitos). O molde para as próteses foi desenvolvido e impresso em uma impressora 3D em filamentos de biopolímero PLA (ácido polilático) (FERNANDES et al., 2015; KOCHAKE et al., 2016).

A confecção das próteses ocorreu em um processo de sete etapas: 1º estudo da deformidade; 2º Aquisição da anatomia; 3º Digitalização do modelo; 4º Modelagem em CAD; 5º Impressão 3D; 6º Confeção do modelo; e 7º Avaliação imediata do uso. As próteses confeccionadas estão demonstradas na Figura 1.

Figura 1: Paciente sem prótese (1), prótese transparente (2), prótese branca (3) e prótese azul (4).



Fonte: Autor.

O ajuste das próteses foi mensurado através de uma plataforma baropodométrica capacitiva (*EPS Kinetec*, Bolonha, Itália) acoplada a um computador utilizando o software *Biomech Studio* (*Letsense Group*). Foi realizada uma análise dinâmica da pisada, sendo feito três deslocamentos sobre a plataforma. A paciente iniciava a marcha distante da plataforma e caminhava em direção a mesma, o terceiro passo acontecia sobre a plataforma, o procedimento ocorreu três vezes com ambos os pés.

Na avaliação da prótese, foram verificados os seguintes aspectos para o pé direito: distribuição de pressão plantar (%), pressão máxima (kpa.r), pressão média (kpa.r), superfície (cm²), distribuição plantar entre ante pé (%), médio pé (%) e retro pé (%) e tempo (ms). Com a média desses valores em cada pisada o software determina a pisada característica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

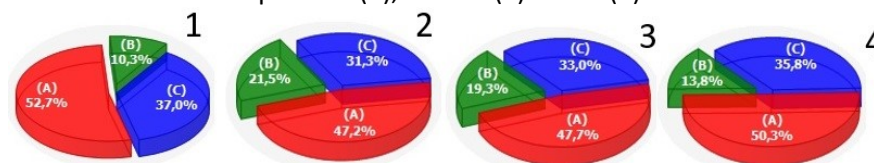
A prótese transparente foi a que a paciente relatou melhor conforto em utilizar, por ser de um material mais flexível, porém a avaliação de melhores resultados foi com a utilização da prótese branca.

Na análise foi verificado que a prótese branca apresentou maior área de contato do arco plantar (115 cm²) com a superfície. A prótese transparente foi a que obteve menor superfície de contato (108 cm²), contudo a menor área de contato aferida foi a do arco plantar sem a prótese (102 cm²).

A prótese branca apresentou menor pressão máxima (341,6 kpa.r), ou seja, ocorreu menor sobrecarga e uma melhor distribuição da massa corporal total durante a pisada.

A classificação normal de pisada se caracteriza como em ante pé 50%, retro pé 30% e no médio pé 20%. A melhor pisada referente a distribuição da massa corporal sobre o arco plantar, foi obtida com a prótese branca apresentando uma distribuição de ante pé de 47,7%, médio pé de 19,3% e retro pé de 33,0% (Figura 2).

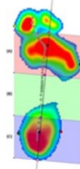
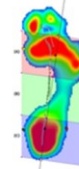
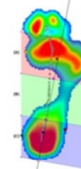
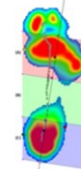
Figura 2: Distribuição da massa corporal total distribuída sobre superfície do arco plantar (Ante pé: A, médio pé B e retro pé C): Sem prótese (1), prótese transparente (2), branca (3) e azul (4).



Fonte: Autor.

A classificação da de pisada dinâmica tem o objetivo verificar o contato da sola do pé no solo durante o movimento, avaliando quais partes do pé estão tocando ao solo. Através desta classificação pode-se prevenir futuras patologias por alterações na arquitetura plantar (SILVA, 2015). De acordo com a Figura 3, verifica-se que a prótese branca foi a única que manteve a característica de arco plantar levemente alto apresentado pela paciente.

Figura 3: Classificação do tipo de pisada.

Sem prótese	Transparente	Branca	Azul
			
Arco plantar levemente alto	Arco plantar normal	Arco plantar levemente alto	Arco plantar alto

Fonte: Autor.

CONCLUSÃO

Foram desenvolvidas três próteses de silicone com diferentes níveis de dureza, flexibilidade e resistência, para uma paciente com o quarto pododáctilo amputado. Na avaliação baropodométrica das próteses disponibilizadas, verificou-se que apesar da paciente ter se identificado mais com a transparente (menor nível), a que apresentou os melhores resultados foi a branca (nível intermediário quanto a dureza, flexibilidade e resistência). Esta obteve uma maior distribuição plantar em relação ao solo, picos de pressão reduzida, evitando sobrecarga sob regiões específicas, apesar de manter o arco plantar levemente alto (que era uma característica da pisada da paciente).

Para pesquisas futuras sugere-se que realize um estudo longitudinal, verificando se a longo prazo, se as próteses utilizadas pela paciente conseguiram diminuir as dores causadas pela falta do membro amputado e se ocorre uma melhor distribuição da massa corporal sobre o arco plantar com a adaptação da paciente aos dispositivos.

Prosthetics for 4º pododactile personalized Develop with aid of 3D printing and assessed through Baropodometric Plataform.

ABSTRACT

OBJECTIVE: The most prevalent of lower limb amputations are 80% and complications occur due to peripheral vascular disease. After amputations, some individuals require aids to improve balance and gait. However, the prostheses available for sale, including those made available by the Unified Health System (SUS) are produced in a standardized manner and with few possibilities for adjustments. This opens a gap in the development of customized prostheses 3D printing providing the development of equipment at low cost. The objective of this study was to develop and evaluate three silicone implants varying in strength, flexibility and hardness. **METHODS:** The methodology involved the preparation of prostheses in a seven step process: 1º study of deformity; 2º Acquisition of anatomy; 3º model Scanning; 4º Modeling in CAD; 5º 3D printing; 6º Model Making; and 7º immediate evaluation of the use. **RESULTS:** The prosthesis silicone intermediate level of resistance, flexibility and hardness showed the best results in relation to contact area of the plantar arch (115 cm²), and distribution of body mass as the maximum pressure at specific points. **CONCLUSIONS:** Thus, it was found that in addition to providing the prosthesis, it is necessary evaluate addition to adapting the functionality of the same.

KEYWORDS: Print 3D. Baropodometry. Prosthesis.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq - Brasil.

REFERÊNCIAS

ALVES, W. G.; et al. Protótipo de exoesqueleto para reabilitação de membros superiores. **XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica - CBEB**, p. 1866–1869, 2014.

BRASIL. Legislação do SUS. , 2003. Disponível em:
<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/progestores/leg_sus.pdf>. Acesso em mar 2017.

BRASIL. **Diretrizes de Atenção à Pessoa Amputada**. 1ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, v.1, 2013.

BRASIL. Ministério da 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**. Brasília, 2013b.

CHAMLIAN, T. R. Uso de próteses em amputados de membros inferiores por doença arterial periférica. **Einstein**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 440–446, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-45082014000400440&lng=en&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 17 jun. 2017.

FERNANDES, B. O. et al. Uso da impressão 3D na fabricação de órteses- Um estudo de caso. **IDEMI**. Florianópolis. p.1–12, 2015.

FURLANI, G. X. et al. Salvamento de membro em paciente com oclusão arterial aguda tardia. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 30–33, 2010.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas S.A., 2010.

KOCHAKE, T. V. et al. Inovação Tecnológica Aplicada a Manufatura de Órteses Feitas em Impressora 3D para Crianças com Paralisia Cerebral: Avaliação das Órteses. **Seminário de Extensão e Inovação da UTFPR**, v. 6, n. 1, p. 1–6, 2016. Disponível em: <<http://eventos.ifc.edu.br/seurs2016/trabalhos/anais/>>. Acesso em 20 jun. 2017.

SILVA, J. L. K. M da. **Análise da correlação de métodos de avaliação da pisada relacionada à ativação neuromuscular**, 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Biomédica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica - PPGEb, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Curitiba, 2015.

SOARES, J. M. M. et al. Designing and Prototyping of a Mobility Device using 3D Printing and Scanning. In: Congresso Brasileiro de Ergonomia, 18., 2016 Belo Horizonte. **Congresso**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, p. 1-7, 2016.

Recebido: 31 ago. 2017

Aprovado: 02 out. 2017

Como citar:

KOCHAKE, T. V et al. Prótese para 4º pododáctilo personalizada desenvolvida com auxílio da impressora 3D e avaliada através de plataforma baropodométrica. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em:..

Correspondência:

Tiago Vicente Kochake.

Rua Elizabeth Majevski, 54, Santo Inácio, Curitiba, Paraná, Brasil.

Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

