

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE ÓRTESE SUROPODÁLICA DE MEMBRO INFERIOR PRODUZIDO COM POLICLORETO DE VINILA (PVC)

AZEVEDO, Heloisa Barbara Rozario^{1C}; **SANTANA, Fabiane de Oliveira**^{1C}; **MAGALHÃES, Paula Hortência Santos**²; **SOUZA, Maria Karoline Silva**¹; **KUNRATH, Caio Cezar Neves**³; **BIÃO, Menilde Araújo Silva**²; **AMADO, Franco Dani Rico**³; **FERNANDES, Bruno Souza**¹

¹ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CETENS/UFRB, Feira de Santana, BA, heloisazevedo5@gmail.com, fabiane_tst@hotmail.com, ssouza.mk@gmail.com, brunofernandes4321@gmail.com.

² Estácio, Feira de Santana, BA, ft.hortencia_magalhaes@hotmail.com, menildearaujo@hotmail.com.

³ Universidade Estadual de Santa Cruz, PROCIMM/UESC, Ilhéus, BA, caiokunrath@gmail.com, franco.amado@gmail.com.

RESUMO

Pessoas que apresentam disfunções musculoesqueléticas e do movimento são frequentes usuárias de órteses para membros inferiores. Dentre os materiais utilizados para produção de órteses, o PVC se apresenta como uma alternativa, por ser termomoldável e de baixo custo. O objetivo desse trabalho foi produzir um protótipo de órtese tornozelo-pé ou suropodálica rígida utilizando PVC, avaliar suas propriedades mecânicas e comparar com o PVC comercial. A metodologia aplicada foi a produção de uma órtese de PVC utilizando a técnica de moldagem com soprador térmico e a realização de ensaios de tração e flexão da órtese produzida e do PVC comercial. Os resultados encontrados demonstram que houve um aumento do limite de resistência à tração e de resistência à flexão da órtese de PVC comparado com o PVC comercial. Conclui-se que o processo de fabricação alterou as propriedades mecânicas do PVC comercial e a órtese de PVC apresentou propriedades interessantes.

PALAVRAS-CHAVE: órtese, policloreto de vinila, ensaio de tração, ensaio de flexão.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, cerca de 8 milhões de indivíduos apresentam alguma deficiência relacionada a limitações motoras nos membros inferiores.¹ Para isso, a utilização de órteses para tratar essas disfunções neuromotoras vem aumentando com intuito de gerar alinhamento biomecânico, padrão anatômico, prevenção de encurtamentos musculares e deformidades ósseas, melhorando o padrão anatômico e funcional de membros com limitações.²⁻⁴

Segundo o relatório do Conselho Nacional de Saúde de 2010, o Sistema Único de Saúde (SUS) disponibiliza alguns modelos de órteses para a população, mas os municípios desconhecem procedimentos para aquisição dos mesmos. Além disso, as licitações causam atraso na entrega e a qualidade do produto fica comprometida pela falta de um procedimento padrão de ensaios.⁵

Órteses são dispositivos aplicados a várias partes do corpo com a função de estabilizar, imobilizar, prevenir, corrigir deformidades, proteger contra lesões, auxiliar na cura ou maximizar a função.⁶ Apresentam várias formas, tamanhos e características funcionais, de acordo com as aplicações clinicamente desejadas. Dentre os modelos existentes, as órteses suropodálicas têm a função de compensar a perda de função fisiológica de movimentação e estabilizar a articulação do tornozelo e musculatura da perna.⁷

O Policloreto de Vinila (PVC) é um polímero termoplástico, de fácil moldagem a altas temperaturas, de fácil aquisição no mercado, 100% reciclável, atóxica, estável e permite a obtenção de um protótipo com as características antropométricas de um paciente.⁸⁻⁹ Além disso, o PVC adquirido comercialmente em forma tubular pode ser facilmente aberto e transformado em uma placa para ser posteriormente convertido em uma órtese.¹⁰

Contudo, para que as órteses funcionem de acordo com as necessidades requeridas, ensaios mecânicos devem ser realizados para aceitação das órteses de acordo com as especificações de resistência mecânica. Alguns dos ensaios mais importantes são os ensaios de tração e o ensaio de flexão.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi produzir um protótipo de órtese tornozelo-pé ou suropodálica rígida utilizando PVC, avaliar suas propriedades mecânicas, comparar com as propriedades do PVC comercial e verificar se existe viabilidade para aplicação na qual foi produzida.

2. METODOLOGIA

Um protótipo de órtese tornozelo-pé ou suropodálica rígida foi produzido por meio da moldagem da forma original de um tubo/cano de PVC branco de 100 mm de diâmetro utilizando um soprador térmico, com variação de temperatura de 80 °C a 120 °C, transformando-o em uma placa. Essa moldagem foi realizada respeitando as dimensões antropométricas de uma pessoa, através de molde negativo em gesso. A Figura 1 apresenta imagens da órtese suropodálica de membro inferior produzida com PVC.

Figura 1: Imagens da órtese suropodálica de membro inferior produzida com PVC.



O ensaio de tração foi realizado seguindo a norma ASTM D 638-03¹¹ para quatro corpos de prova extraídos tanto da órtese de PVC quanto do tubo de PVC comercial. A confecção dos corpos de prova no formato de gravata borboleta foi feita com auxílio de uma serra tico tico. Os corpos de prova foram lixados e medidos com paquímetro para garantir as dimensões conforme norma técnica. As dimensões dos corpos de prova foram de (110 x 12 x 3) mm. A velocidade de aplicação da carga foi de 5 mm/min. Para isso, utilizou-se a máquina de ensaios estática servo-elétrica AG-X da shimadzu com capacidade máxima de 100 kN.

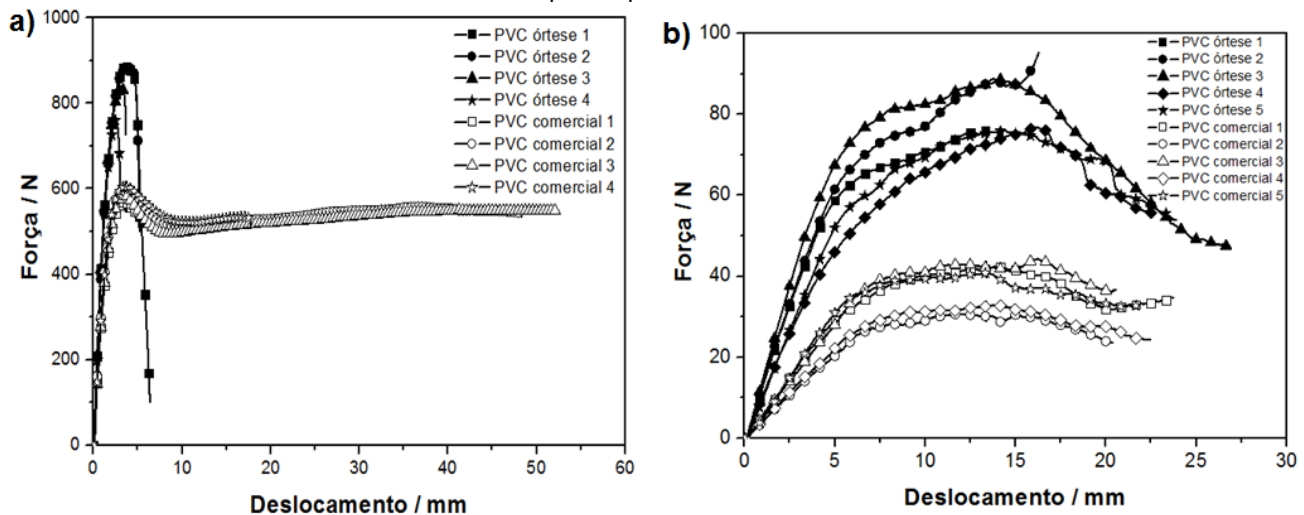
O ensaio de flexão em três pontos foi realizado seguindo a norma ASTM D 790-03¹² para cinco corpos de prova extraídos tanto da órtese de PVC quanto do tubo de PVC comercial. A confecção dos corpos de prova no formato retangular foi feita com auxílio de uma serra tico tico. Os corpos de prova foram lixados e medidos com paquímetro para garantir as dimensões conforme norma técnica. As dimensões dos corpos de prova foram de (100 x 12 x 3) mm. A velocidade de aplicação da carga foi de 5 mm/min. Para isso, utilizou-se a máquina de ensaios estática servo-elétrica AG-X da shimadzu, com capacidade máxima de 100 kN.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2a mostra as curvas do ensaio de tração para todos os corpos de prova desenvolvidos por meio da órtese de PVC e do tubo de PVC comercial. Percebe-se que as curvas da órtese de PVC apresentaram características semelhantes, sendo diferentes das curvas do PVC comercial. As curvas deixam claro que o limite de resistência à tração da órtese de PVC é superior ao do PVC comercial. Enquanto isso, a deformação plástica e tenacidade da órtese de PVC são inferiores ao do PVC comercial. Isso acontece devido ao processo de fabricação, onde a órtese de PVC é moldado numa temperatura abaixo da fusão do PVC (cerca de 180 °C), havendo um alinhamento das cadeias poliméricas, aumentando a resistência mecânica e perdendo a ductilidade. Essas propriedades adquiridas são esperadas para materiais termoplásticos, como o PVC.

A Figura 2b mostra as curvas do ensaio de flexão para todos os corpos de prova desenvolvidos por meio da órtese de PVC e do tubo de PVC comercial. Percebe-se que as curvas da órtese de PVC apresentaram características semelhantes, sendo diferentes das curvas do PVC comercial. As curvas deixam claro que o limite elástico a flexão e o limite de resistência a flexão da órtese de PVC são superiores à do PVC comercial. Esses resultados tem relação direta com os resultados do limite elástico e do limite de resistência a tração, onde da órtese de PVC também foram superiores que do PVC comercial. Isso significa que a órtese de PVC apresenta maior resistência ao dobramento, onde é necessário uma força maior para deslocar o material num ponto, considerando outros dois pontos fixos. Essas características também tem relação direta com o processo de fabricação da órtese, sendo esperada para termoplásticos.

Figura 2: a) Curvas de ensaio de tração de todos os corpos de prova da órtese de PVC e do PVC comercial e b) Curvas de ensaio de flexão de todos os corpos de prova da órtese de PVC e do PVC comercial.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um protótipo de órtese tornozelo-pé ou suropodálica rígida foi produzido por meio da moldagem de um tubo branco de PVC, utilizando medidas antropométricas de uma pessoa. Tanto a órtese quanto o tubo de PVC comercial foram ensaiados por tração e flexão. O limite de resistência à tração da órtese de PVC foi 43% maior que do PVC comercial e o limite de resistência à flexão da órtese de PVC foi 112% maior que do PVC comercial. Porém, a plasticidade e tenacidade da órtese de PVC foram inferiores comparado ao PVC comercial. Portanto, o processo de fabricação utilizado alterou as propriedades do PVC comercial e a órtese de PVC apresentou propriedades interessantes para a aplicação na qual foi produzida.

5. REFERÊNCIAS

1. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2014 – Características Gerais da População - Resultados da Amostra. 2014. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2014/default_populacao.shtm. Acessado em março de 2018.
2. O. B. Fernandes; A. J. Foggiato; H. P. Poier. Uso da Impressão 3D na Fabricação de Órteses – Um Estudo de Caso. Fourth International Conference on Integration of Design, Florianópolis, 2015.
3. L. Deberg; A. Taheri; M. Andani; M. Hosseinipour; M. Elahinia. *Smart Materials Research*. 2014, 2014, 11.
4. B. M. Kelly; M. C. Spires; J. A. Restrepo. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*. 2007, 18, 785.
5. BRASIL. Grupo de Trabalho sobre Órteses e Próteses. Relatório Final – 2010. Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/ultimas_noticias2011/relatorio/GT_orteseprtese.pdf. Acessado em abril de 2018.
6. M. C. Fonseca. *Órteses e próteses: Indicação e tratamento*, Águia Dourada, Rio de Janeiro, 2015.
7. F. D. Loiola; E. R. Silva. Otimização de órtese de membros inferiores para utilização no acometimento de pé caído. Goiás, 2017. Disponível em: <http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/FRIEDRICH%20DUTRA%20LOIOLA.pdf>. Acessado em maio de 2018.
8. BRASKEN. Tecnologia do PVC. 2 ed., 2006. Disponível em: http://jovensbraskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/Tecnologia%20do%20PVC%20a%20edi%C3%A7%C3%A3o_22.pdf. Acessado em maio de 2018.
9. INSTITUTO BRASILEIRO DO PVC. Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://pvc.org.br/conhecimento/desenvolvimento-sustentavel>. Acessado em junho de 2018.
10. L. G. Silva, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 2014.
11. American Society for Testing and Materials - ASTM, D 638-03, Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics, 2003.
12. American Society for Testing and Materials - ASTM D 790-03, Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, 2003.