Cell adhesion study in biopolymers of different topologies obtained by additive manufacturing

Ana Paula Guerra Gomes [1]
Evandro Drigo da Silva [2]
Sérgio Yoshinobu Araki [3]
Dayane Batista Tada [4]
Wilhelm Pfleging [5]
Eduardo Guy Perpétuo Bock [6]

ABSTRACT

Biocompatible and bioabsorbable polymeric materials are widely used in medical field, for example in preoperative biomodels, orthopedic prostheses and orthotics, scaffolds and drug eluting systems / implants. Studies related to the production of medical equipment by 3D printing on biocompatible polymeric materials have been gradually growing, one of these studies is been conducted in the Laboratory of Bioengineering and Biomaterials of IFSP and it is related to cell adhesion in biopolymers. Biopolymers have a low manufacturing cost, easy handling and high versatility in their production processes. One of the possible applications, which is the object of study in this work, is the fabrication of cases for implantable batteries used in medical equipment. Assessing cell adhesion, mechanical and chemical characteristics of polymeric materials, can point out the difficulties presented in 3D printing via Fused Deposition Modeling (FDM) and their behavior in biocompatibility tests for later making the cases. The specimens in the present experiment have a dimension of 10mm in diameter by 1 mm in thickness, as defined for

[1] Master's Student in Mechanical Engineering in Federal Institute of Education, Science and Technology of São Paulo, anapaulaggomes@hotmail.com;
[2] Researcher in Bioengineering and Biomaterials Laboratory, Federal Institute of São Paulo; and Faculty of the Americas – FAM, evandro.drigo@gmail.com;
[3] Researcher in Bioengineering and Biomaterials Laboratory, Federal Institute of São Paulo, araki.sergio@yahoo.com.br;
[4] Researcher in Institute of Science and Technology of the Federal University of São Paulo, Campus São José dos Campos, d.tada@unifesp.br.
[5] Researcher in Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, wilhelm.pfleging@kit.edu.
[6] Advisor in Federal Institute of Education, Science and Technology of São Paulo, eduardobock@gmail.com;

for cell adhesion well plates. For the production of first samples, biopolymers' filaments were used with 1.75mm in diameter for 3D printing: PCL (Polycaprolactone), ABS (Acrylonitrile-butadiene-styrene) and PLA (Polylactic Lactic Acid). The specimens for cell adhesion tests were produced by the FLSUN-QQ 3D printer whose characteristics are compatible with the materials used. After printing, the specimens showed imperfections of high roughness on the surfaces, varying from material to material, to obtain different surfaces, were submitted to the finishing process through the Variable Speed Sander Polisher (PVV), using STRUERS water sandpaper with grammages ranging from 220 and 600. Through the tests, it is possible to observe the impact of imperfections in roughness, assessing the topology influence, presented in the additive manufacturing process with its different finishes, for cell adhesion, thus deciding the material selection for the biopolymer in the implantable cases.

REFERENCES

ANTAS, A. F.; F. Jorge Lino, Rui Neto. **Utilização da Prototipagem Rápida na Área Médica**. 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia. 2008.

A. G. S. Galdino, E. M. Oliveira, F. B. Filippin-Monteiro, C. A. C. Zavaglia; **Análise de ensaios *in vitro* do compósito de 50% HA-50% TiO2 fabricados pelo método da esponja polimérica**. Cerâmica 60 (2014) 586-593.

AMARAL, M. B., **Citotoxidade *in vitro* e biocompatibilidade *in vivo* de compósitos a base de hidroxiapatita, colágeno e quitosana**.2006. Dissertação. USP- Escola de Engenharia de São Carlos/Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e Instituto de Química de São Carlos. Disponível em <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/82/82131/tde-30072007-163145/publico/TDE_MauricioBordinidoAmaral.pdf>.

BENATTI, A.C.B. **Estudo comparativo in vitro da biocompatibilidade entre nanofibras de poli (Láctio lático) (PLLA) e PLDLPURAC® para uso na engenharia tecidual**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/ 322773>.

CAMPOS, D. C.; COELHO, D. F.; DIAS, Lizandra; RADWAN, Samy. **Impressora 3D na Área da Saúde**. IX Mostra de Trabalhos Acadêmicos, III Jornada de Iniciação Científica. UNILUS.2015.

CANGLICIERI, O. JR. Et al. **Método de Decisão dos Processos de Prototipagem Rápida na Concepção de Novos Produtos**. Gestão da Produção. São Carlos. V.22, N.2, p. 345-355.2015.

COUTINHO, F.M.B. et al. **Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações**. Instituto de Química. Universidade Estadual do Rio de Janeiro.2003. Disponível em <http://www.revistapolimeros.org.br/files/v13n1/v13n1a01.pdf>. Acesso em 19 mai. 2020.

DE SÁ, Rosa Corrêa Leoncio. Biofunctional Materials. In: **Bioengineering and Biomaterials in Ventricular Assist Devices.** CRC Press, 2021. p. 205-216.

FOGGIATTO, J. A. **O uso da prototipagem rápida na área médico-odontológica**. Revista Tecnologia e Humanismo. UTFPR. V.20, n. 30.2006.

HAMAD, K. et al. **Properties and medical applications of polylactic acid: A review.** eXPRESS Polymer Letters Vol.9, No.5, p.435–455.2015.

JAHNO, Vanusca Dalosto. **Síntese e Caracterização do Poli (L-Ácido Láctico) para uso como Biomaterial**.2005. Dissertação Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Disponível em:< http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6945/ 000492758.pdf>.Acesso em 26 mai. 20

LIMA, M. L., **Avaliação das Propriedades Físicas, Químicas e Compatibilidade Biológica dos Polímeros Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno e Ácido Poliláctico**. 2018. Dissertação Universidade Federal de Pernambuco.

MCGURK, M. et al. **Rapid Prototyping Techniques for Anatomical Modelling in Medicine**. Anaals of the Royal College of Surgeons of England.1997.

MONCLOU, Jennifer. **A first approach to study the thermal annealing effect of an object made of Poly-lactic Acid (PLA) produced By Fused Deposition Modeling (FDM) technology.** MSc. *Design* and Engineering. Politecnico Milano – *Design* School. Italy.2017

NINA, C. S. A; BOHORQUEZ, J. Z. **Análisis De La Capacidad De Soporte (Cbr) De La Sub-Base Para Pavimentos Flexibles Estabilizada Con Termoplástico Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)**. Universidad Andina Del Cusco. Tese.2016.

PIRES, A.L.R.; BIERHALZ, A.C.K.; MORAES, A.M. **Biomateriais: tipos, aplicações e mercado**. *Química Nova*, v.38, n.7, p.957–971,2015.

J. **Caso Clínico: Uso de Biomodelos Tridimensionales para la planificación preoperatoria de Tumores Craneales fronto-orbitarios**. Rev Med HJCA. 2017.

RODRIGUES, L. B. **Aplicações de biomateriais em ortopedia**. Estudos Tecnológicos em Engenharia. Vol. 9, p63-76. 14p. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.2013.

ROGERO, S. O**., Biocompatibility Study of Polymeric Biomaterials, Artificial Organs** 27(5):424–427, Blackwell Publishing, Inc. ©, 2003, International Society for Artificial Organs.

SOUZA, Josiane; MARTINS, L. P. R.; TESSARO, P. S. **Polímeros Na Medicina**. Universidade Do Estado De Santa Catarina – UDESC.2014.

WOODRUFF, Maria Ann; HUTMACHER, Dietmar Werner - **The return of a forgotten polymer—Polycaprolactone in the 21st century - Progress in Polymer Science** - Volume 35, Issue 10, October 2010.