

CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DA CELULOSE OXIDADA REGENERADA PARA APLICAÇÃO COMO UM BIOMATERIAL*

Francilene da Luz Belo¹
Verônica Scarpini Cândido²
Rosely Maria dos Santos Cavaleiro³
Carmem Gilda Barroso Tavares Dias⁴
Alisson Clay Rios da Silva⁵
Sérgio Neves Monteiro⁶
Esleane Vilela Vasconcelos⁷

Resumo

O hemostático obtido pela oxidação controlada de celulose de algodão é um biomaterial reabsorvível, biocompatível e bactericida. A Celulose Oxidada Regenerada (ORC), em contato com o sangue induz a ativação e agregação plaquetária e tem efeito físico no coágulo por formar uma massa gelatinosa no sítio onde é implantada, otimizando as técnicas hemostáticas pela formação do coágulo em torno de 5 minutos. A indicação deste hemostático para uso no alvéolo dental (cavidade óssea exposta ao extrair um dente), requer mais estudos relacionados a sua estrutura e propriedades, uma vez que o próprio fabricante contraindica o uso da ORC em cavidades ósseas. As características estruturais físico-químicas das fibras de celulose definem as suas características como um biomaterial, assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as propriedades cristalinas da ORC buscando compreender melhor sua aplicação na odontologia.

Palavras-chave: Cellulose oxidized; Biocompatible materials; Hemostatic techniques; Blood Coagulation.

MICROSTRUCTURAL CHARACTERIZATION OF REGENERATED OXIDIZED CELLULOSE FOR USE AS A BIOMATERIAL

Abstract

The hemostatic obtained by the controlled oxidation of cotton cellulose is a resorbable, biocompatible and bactericidal biomaterial. Regenerated Oxidized Cellulose (ORC) in contact with blood induces platelet activation and aggregation and has a physical effect on the clot because it forms a gelatinous mass where it is implanted, optimizing haemostatic techniques by clot formation around 5 minutes. The indication of this hemostatic for use in the dental alveolus (bone cavity exposed when extracting a tooth), requires more studies related to its structure and properties, since the manufacturer itself contraindicates the use of ORC in bone cavities. The physicochemical structural characteristics of cellulose fibers define their characteristics as a biomaterial, so the objective of this study was to evaluate the crystalline properties of the ORC in order to better understand its application in dentistry.

Keywords: Cellulose oxidized; Biocompatible materials; Hemostatic techniques; Blood Coagulation.

¹ Enfermeira/Mestre, Doutoranda, Docente, Faculdade de Enfermagem, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará e Brasil.

² Bióloga, doutora, docente, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

- ³ *Odontóloga, Mestra, Doutoranda Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil..*
- ⁴ *Engenheira Química, doutora, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.*
- ⁵ *Químico Industrial, doutor, docente, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.*
- ⁶ *Engenheiro metalúrgico, doutor, docente, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil.*
- ⁷ *Enfermeira/Mestre, Doutoranda, Docente, Faculdade de Enfermagem, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Embora a celulose seja um dos polímeros mais abundantes na natureza [1] é insolúvel em soluções aquosas e assim, necessita de pré-tratamento ou modificações em sua estrutura a fim de torná-la viável para uso como biomaterial[2]. O biomaterial mais utilizado para conter sangramentos na odontologia é a celulose oxidada regenerada (ORC), um composto preparado pela oxidação controlada da celulose [3]. É hemostático, reabsorvível, biocompatível e antimicrobiano, utilizado há mais de 50 anos em cirurgias médicas [4] e, nas últimas décadas, tornou-se o hemostático local de eleição nas cirurgias e procedimentos odontológicos hospitalares [5].

A ORC tem a forma de um tecido de malha absorvível, de cor branca/amarelo pálido e com aroma fraco, semelhante ao do caramelo e também é denominada ácido celulósico, celulose absorvível, ou ácido polianhidroglucurônico[6].

A ORC é indicada como método auxiliar no controle da hemorragia capilar, hemorragia de órgãos parenquimatosos e áreas de ressecção em intervenções cirúrgicas [3]. Quando entra em contato com o sangue, a ORC hidrata e transforma-se em uma massa gelatinosa (marrom ou preta) constituindo uma matriz física onde os componentes do sangue se aderem, iniciando pelas plaquetas, mesmo na falta de algum fator de coagulação [7; 8]. O uso adequado da ORC em quantidades mínimas, nos sítios de implantação, é um dos fatores que deve ser observado para a reabsorção completa do material[3, 10], que deve ocorrer dentro de 14 dias, sem reação tissular ou hipersensibilidade [6]. Neste sentido, torna-se importante o conhecimento da composição, estrutura e superfície da celulose oxidada regenerada para melhor aplicação na odontologia, área aonde há poucos estudos sobre as propriedades deste tipo de celulose. Nesse sentido, esse trabalho tem por objetivo realizar a caracterização microestrutural da celulose oxidada regenerada para aplicação como um biomaterial na área odontológica.

2 DESENVOLVIMENTO

A celulose oxidada regenerada, de nome comercial Surgicel, foi obtida da empresa Medicalshop e, em seguida, foi realizada a caracterização microestrutural por difração de raios-x (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e análise da composição química por espectroscopia por energia dispersiva (EDS).

A amostra em tecido de viscosa para análise por DRX foi recortada em quadrado de tamanho de 5 cm x 5 cm e picotada com tesoura, de forma a obter as menores partículas possíveis. A amostra destinada ao MEV foi cortada em quadrado de 0,5 cm x 0,5 cm.

A análise por DRX foi feita Difratômetro de raios-x, BRUKER, modelo D2 PHASER e a amostra foi reduzida em pequenas partículas para aumentar a reprodutibilidade das intensidades difratadas. Para a análise por MEV utilizou-se microscópio eletrônico de varredura modelo TM 3000 Hitachi, com ampliações de 40 a 1200 x, acoplado ao equipamento de micro-análise (EDS), modelo swift ED 3000 x-ray.

Todas as amostras foram caracterizadas no Laboratório de Engenharia Química (LABTECH) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

A fase cristalina e o conteúdo amorfo presentes na celulose oxidada regenerada são mostrados na Figura 1. Uma vez que cada sólido cristalino possui padrão único de

difração (lei de Bragg), os picos representam a “impressão digital” da amostra, característica de celulose [5]. Após o processo de branqueamento da celulose, a maior parte das regiões cristalinas presentes na estrutura da celulose são convertidas em regiões amorfas e, assim, um maior aumento da absorção de líquidos é esperado [4]. Segundo Park et al (2010), as celuloses com alto conteúdo amorfo são facilmente hidratadas e também degradadas por enzimas. O efeito físico da hidratação da ORC em contato com o plasma sanguíneo a transforma em massa gelatinosa, que tem ação física no sangramento do alvéolo dental e ainda facilita a aderência dos elementos da coagulação; no entanto este coágulo inicial, após consolidado o processo da coagulação, será digerido por enzimas proteolíticas juntamente com a ORC para favorecer a reparação tecidual [6].

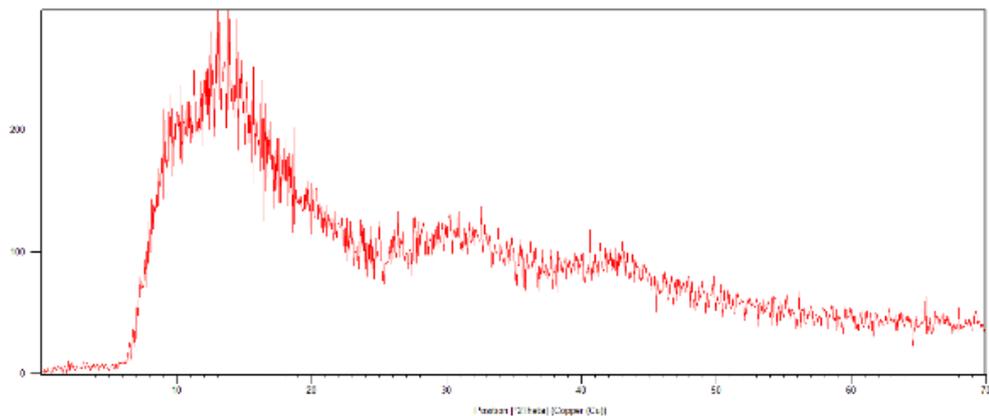


Figura 1: Difratograma de raios-x da amostra de ORC

A microfotografia obtida por MEV da ORC está apresentada na figura 2. É possível observar que o tecido “tipo viscose” da ORC apresentou estrutura constituída por um entrelaçamento organizado e regular dos filamentos da ORC e os espaços entre eles formam um desenho regular e homogêneo, tanto no tamanho e disposição dos filamentos de ORC como no tamanho e disposição dos espaços. Os espaços entre os filamentos da ORC foram medidos em oito diferentes locais da amostra, obtendo-se variações entre 136 μm e 488 μm .

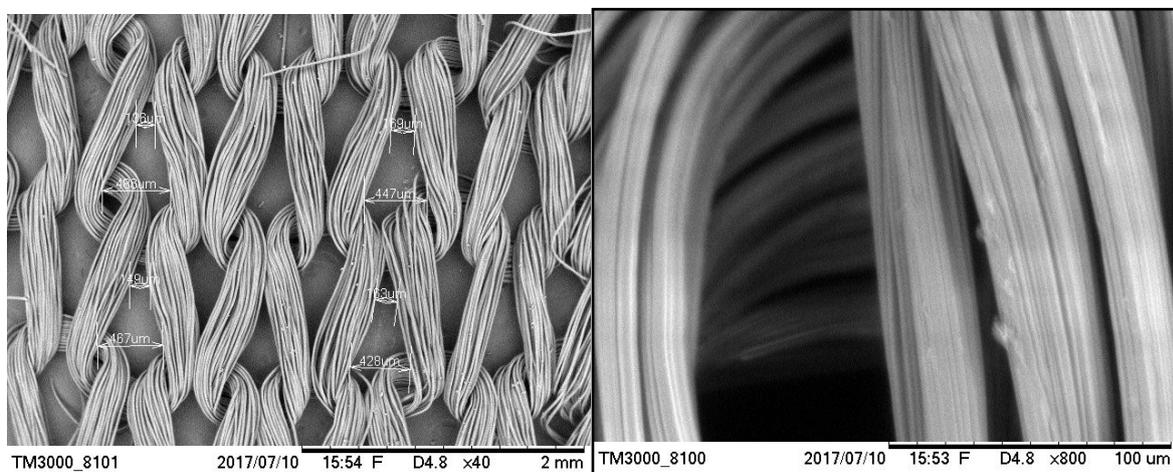


Fig.2a: Fotomicrografia da superfície de ORC (40x) Fig. 2b: Fotomicrografia da ORC, ampliada 800 x

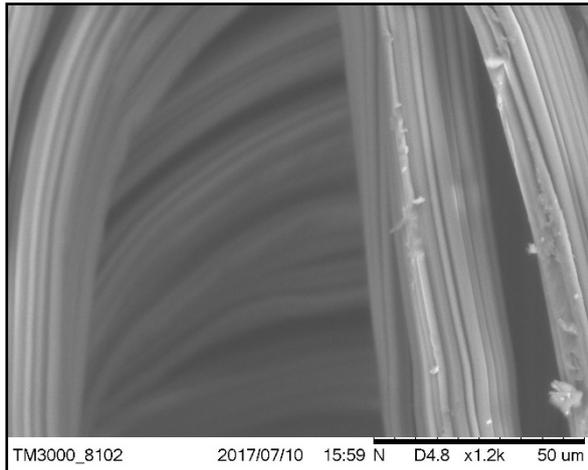


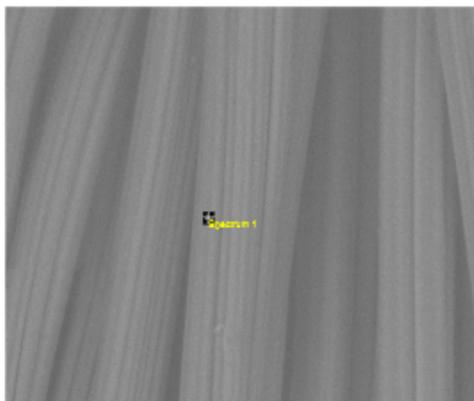
Fig. 2c: Fotomicrografia da ORC, ampliada 1200 x

Os espaços entre os filamentos da celulose podem não constituir regiões amorfas pois os cristalitos da ORC têm tamanho reduzido de (cerca de 5 nm de largura), portanto, a resolução do padrão DRX pode ser insuficiente para extrair informações exatas sobre a cristalinidade da amostra. Os cristalitos de celulose não são perfeitos e assim uma significativa quantidade de celulose tem estrutura menos ordenada, e pode ser, inadvertidamente, referida como amorfa [9].

O Espectro de EDS, avaliados em sete pontos distintos da amostra de ORC revelou, exclusivamente a presença de átomos de carbono (C/ 57%) e oxigênio (O/ 43%).

Electron Image

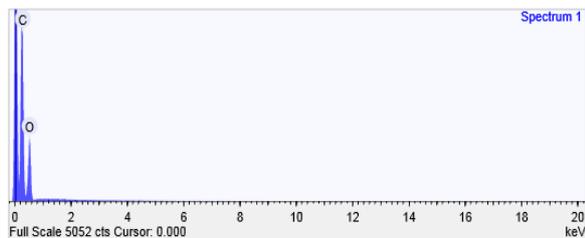
Image Width: 1.656 mm



800µm

Acquisition conditions

Acquisition time (s) : 100.0 Process time : 5
Accelerating voltage (kV) : 20.0



Quantification Settings

Quantification method : All elements (normalised) Coating element : Non

Summary results

Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Carbon	57.009	0.478	63.851
Oxygen	42.991	0.478	36.149

Fig. 3: Espectro do EDS

A ausência de picos relativos a metais pesados ou outros contaminantes revelaram, uma importante característica para posterior estudo da viabilidade da ORC e seu potencial uso hemostático.

3. CONCLUSÃO

A caracterização da celulose oxidada regenerada representou uma base necessária na compreensão da estrutura e morfologia de biomateriais de ORC para fins de hemostasia. Os resultados mostraram uma ORC de estrutura semi-cristalina, com morfologia fibrosa, organizada e composição livre de elementos tóxicos.

REFERÊNCIAS

- 1 Oréfice RL, Magalhães MM, Mansur HS. Biomateriais: fundamentos e aplicações. Rio de Janeiro. Cultura Médica. 2012.
- 2 Souza, H. C., Braga, M.E.M., Sosnik, A. "Biomateriais aplicados a desenvolvimento de sistemas terapêuticos avançados". Imprensa da Universidade de Coimbra. Portugal. 2015.
- 3 Kim SH, Kim SH, Yoon HS, Kim HK, Kim KS. "Efficacy of Oxidized Regenerated Cellulose, SurgiGuard®, in Porcine Surgery". 2017; Yonsei Med J, v. 58: 195-205.
- 4 Spangler D, Rothenburger S, Nguyen K, Jampani H, Weiss S, Bhende S. "In Vitro Antimicrobial Activity of Oxidized Regenerated Cellulose Against Antibiotic-Resistant Microorganisms". 2015; vol 4 (3):255-262.
- 5 Xu, Xinyuan, He Libang, Zhu Bengao, Li, Jiyao, Li, Jianshu. "Advances in polymeric materials for dental applications" Polym. Chem. 2017; vol8: 807-823.
- 6 Huey, R, J. Drugs in paths. 2017; US 20080027365: 1-12.
- 7 Brahim, VA Kaddour, Stieltjes, N., Roussel-Robert. "Extractions dentaires chez l'enfant présentant une maladie hémorragique constitutionnelle: protocole thérapeutique et résultats". Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale. 2006; vol 107 (5): 331-337.
- 8 Krízová P, Másová L, Suttner J, Salaj P, Dyr JE, Homola J, Pecka M. "The influence of intrinsic coagulation pathway on blood platelets activation by oxidized cellulose". 2007; J. Biomed. Mater. v. 82: 274-280.
- 9 Park, S., Baker, J. O, Michael E, Himmel, P A P and Johnson D K. "Techniques and their impact on interpreting cellulase performance". Biotechnology for Biofuels. 2010; p. 3-10
- 10 Pires A, Bierhalz A, Moraes Â. Biomateriais: tipos, aplicações e mercado. Quim. Nova, Vol. 38, No. 7, 957-971, 2015.