

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E MICROESTRUTURAL DE CARBOXIMETILCELULOSE COM PRATA PARA APLICAÇÃO EM CURATIVO

*Elisângela da Silva Ferreira¹
Verônica Scarpin Cândido²
Carmem Gilda Barroso Tavares Dias³
Marcele Fonseca Passos⁴
Alisson Clay Rios da Silva⁵
Sérgio Neves Monteiro⁶*

Resumo

A carboximetilcelulose (CMC) é um éter derivado da celulose, que possui qualidades de solubilidade e viscosidade em soluções desejadas, facilitando a hidratação da molécula. Alguns produtos elaborados a partir da carboximetilcelulose para aplicação em lesões de pele utilizam, também, a nanopartícula de prata para combater a infecção. O potencial cicatrizante e antibactericida da carboximetilcelulose e a prata, respectivamente, tem seu reconhecimento em diversos estudos. Este estudo objetivou caracterizar a microestrutura e a composição de um curativo comercial composto de CMC/prata. O curativo empregado foi Aquacel-Ag®, oriundo da empresa Convatec. Os materiais foram caracterizados usando difratômetro de raios-X (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV) acoplado a equipamento de micro-análise (EDS). Pelo difratograma, pode-se observar caráter predominantemente amorfo do polímero, característico de celulose modificada, como a CMC. Resultados MEV/EDS mostraram uma estrutura emaranhada e de morfologia fibrilar e uma superfície composta de nanopartículas de prata. Isto significa que os curativos do tipo CMC/prata ainda ganham significativa importância para uso em lesões infectadas, principalmente, devido ao efeito antibactericida do metal. Estes resultados, contudo, apresentam importante relevância no desenvolvimento de um novo biomaterial com características peculiares na participação ativa do processo de recuperação de lesões de pele e a nível de estimulação celular.

Palavras-chave: Biomaterial; Antibactericida; Prata.

MORPHOLOGICAL AND MICROSTRUCTURAL CHARACTERIZATION OF CARBOXYMETHYLCELLULOSE WITH SILVER FOR APPLICATION IN HEALING

Abstract

Carboxymethylcellulose (CMC) is an ether derived from cellulose, which has qualities of solubility and viscosity in desired solutions, facilitating hydration of the molecule. Some products made from carboxymethylcellulose for application in skin lesions also use the silver nanoparticle to fight infection. The healing and antibacterial potential of carboxymethylcellulose and silver, respectively, has been recognized in several studies. This study aimed to characterize the microstructure and composition of a commercial dressing composed of CMC / silver. The dressing used was Aquacel-Ag®, from the company Convatec. The materials were characterized using X-ray diffractometer (XRD), scanning electron microscopy (SEM) coupled to micro-analysis equipment (EDS). By the diffractogram, it is possible to observe predominantly amorphous character of the polymer, characteristic of modified cellulose, like CMC.

MEV / EDS results showed a matted structure and fibrillar morphology and a surface composed of silver nanoparticles. This means that CMC / silver dressings still gain significant importance for use in infected lesions, mainly because of the antibactericidal effect of the metal. These results, however, present important relevance in the development of a new biomaterial with peculiar characteristics in the active participation of the process of recovery of skin lesions and in the level of cellular stimulation.

Keywords: Biomaterial; Antibactericide; Silver.

- ¹ *Enfermeira, mestre/doutoranda, docente, Faculdade de Enfermagem, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.*
- ² *Bióloga, doutora, docente, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.*
- ³ *Engenheira Química, doutora, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.*
- ⁴ *Tecnóloga de Processos e Polimerização, doutora, docente, Instituto de Ciências Biológicas, 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.*

1 INTRODUÇÃO

Biomateriais são definidos como dispositivos que entram em contato com sistemas biológicos (incluindo fluidos biológicos), com aplicações diagnósticas, vacinais, cirúrgicas ou terapêuticas, podendo ser constituídos de compostos de origem sintética ou natural, assim como de materiais naturais quimicamente modificados, tanto na forma de sólidos quanto de géis, pastas ou mesmo líquidos, não sendo necessariamente fabricados, como válvulas cardíacas de porcos e retalhos de pele humana tratada para uso como implantes [1].

Historicamente, as pesquisas com biomateriais foram mudando de foco, de certo que, atualmente, o uso desse material para regeneração de tecido funcional tem ganhado destaque. Mais recentemente, tem-se trabalhado com o conceito de biomimética, buscando-se materiais que participem de forma ativa no processo de recuperação, atuando no tecido de forma específica, com estimulação em nível celular [2].

Para cada biomaterial há um adequado estudo, com base nos seus objetivos e características. No entanto, para que o produto seja viável, efetivo e economicamente atraente, deve possuir propriedades biológicas, como a biocompatibilidade (hemocompatibilidade, citotoxicidade, alergenicidade, estimulação de adesão e proliferação celular); propriedades físicas, como morfologia da superfície, energia superficial, encaixe anatômico, rugosidade, porosidade, cor, transparência e permeabilidade; propriedades mecânicas como tensão de ruptura, alongamento e flexibilidade e propriedades químicas, como densidade, estabilidade, resistência à esterilização e forma de degradação quando em contato com o organismo [3].

Neste crescente mercado dos biomateriais, os polissacarídeos aparecem com grande destaque devido a sua estrutura química, aliada a propriedades atraentes como toxicidade reduzida ou inexistente, hidrofiliçidade, biocompatibilidade,

biodegradabilidade e multifuncionalidade, podendo ser empregados com sucesso como matérias primas na produção de uma extensa gama de dispositivos biomédicos [4].

Os polissacarídeos são biopolímeros constituídos de monossacarídeos (normalmente hexoses) unidos através de ligações glicosídicas, sendo normalmente obtidos pela biossíntese em plantas, em algas, ou em animais. As características de biocompatibilidade e biodegradabilidade dos polissacarídeos, além do baixo custo aliado a alta disponibilidade, os tornam bons candidatos para aplicações na obtenção de biomateriais [5].

Como exemplo, pode-se citar os polissacarídeos com celulose ou carboximetilcelulose.

A celulose é o polímero de origem vegetal mais abundante da face da terra, podendo ser obtida de diversas espécies de plantas. A carboximetilcelulose (CMC) é um éter derivado da celulose. Trata-se de um polímero que resulta do tratamento da celulose através de solução de hidróxido de sódio (NaOH) e monocloroacetato de sódio (ClCH₂-COONa), resultando na substituição parcial de grupos hidroxila da glicose pelo grupo -CH₂-COOH, atribuindo à celulose qualidades de solubilidade e viscosidade em soluções desejadas, facilitando a hidratação da molécula [6]. As características solúveis e retentoras de água conferem a este polímero um potencial cicatrizante quando em contato com uma ferida, visto que mantém um meio úmido em sua superfície, estimula a síntese do colágeno e acelera o crescimento e a migração das células epiteliais [7].

Alguns produtos elaborados a partir da carboximetilcelulose para aplicação em lesões de pele utilizam, também, a nanopartícula de prata para combater a infecção. A crescente aplicação da prata dentro da medicina deve-se principalmente à sua característica antimicrobiana elevada, apresentando um forte potencial em setores da saúde [8]. As propriedades da prata são conhecidas há muitos anos, suas nanopartículas têm chamado a atenção por sua atividade antimicrobiana que oferece a possibilidade de uso com propósitos médicos e de higiene; além disso, sua forma e tamanho, são importantes, não só para aumentar a atividade antimicrobiana, mas também para reduzir o tecido e as toxicidades de células eucarióticas [9].

Apesar do nível de conhecimento já atingido sobre processo cicatricial e dos recursos tecnológicos já desenvolvidos, as feridas ainda apresentam um alto grau de incidência e prevalência, podendo ter causas diversas, sendo elas queimaduras, lesões por pressão, úlceras venosas ou deiscência de ferida operatória, dentre outras. Sabe-se que muitas delas têm potencial para infecção e necessita, por diversas vezes, de substâncias para auxílio no processo de cicatrização, fato este que pode onerar a recuperação, sendo por período prolongado de internação e/ou uso de materiais e produtos para esse fim.

O potencial cicatrizante e antibactericida da carboximetilcelulose e a prata, respectivamente, tem seu reconhecimento em diversos estudos. No entanto, alguns deles indicam que os nanomateriais, pela sua pequena dimensão podem ter seu efeito tóxico magnificado, pois possuem uma reatividade superior, principalmente devido ao aumento da área superficial [10]. As nanopartículas possuem propriedades únicas que podem ser utilizadas na concepção de uma funcionalidade específica, porém as mesmas propriedades que as tornam atrativas podem também representar um problema para os organismos vivos, para a saúde humana e para o meio ambiente [11]. Para isso, identifica-se a necessidade em caracterizar o material existente para que, posteriormente, ao preparar um biomaterial modificado esses

efeitos tóxicos possam ser minimizados pela disposição adequada dos nanomateriais dispersos no novo produto. Diante deste contexto, este trabalho tem por objetivo caracterizar a microestrutura e a composição de um curativo comercial composto de CMC/prata a fim de utilizá-lo como base no desenvolvimento de um novo material oriundo de fontes renováveis e isento de toxicidade.

2 DESENVOLVIMENTO

O curativo de carboximetilcelulose com prata empregado nesse estudo foi Aquacel-Ag®, oriundo da empresa Convatec.

Os materiais foram caracterizados usando difratômetro de raios-X (DRX) no equipamento D2 Phaser do Laboratório de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pará (UFPA) e microscópio eletrônico de varredura Hitachi TM3000, acoplado a equipamento de micro-análise (EDS), do Laboratório de Engenharia Química (LABTECH) da UFPA.

A análise de difração de raios-X do curativo comercial Aquacel Ag® está demonstrada na Fig. 1. Pelo difratograma, pode-se observar caráter predominantemente amorfo do polímero, característico de celulose modificada, como a CMC.

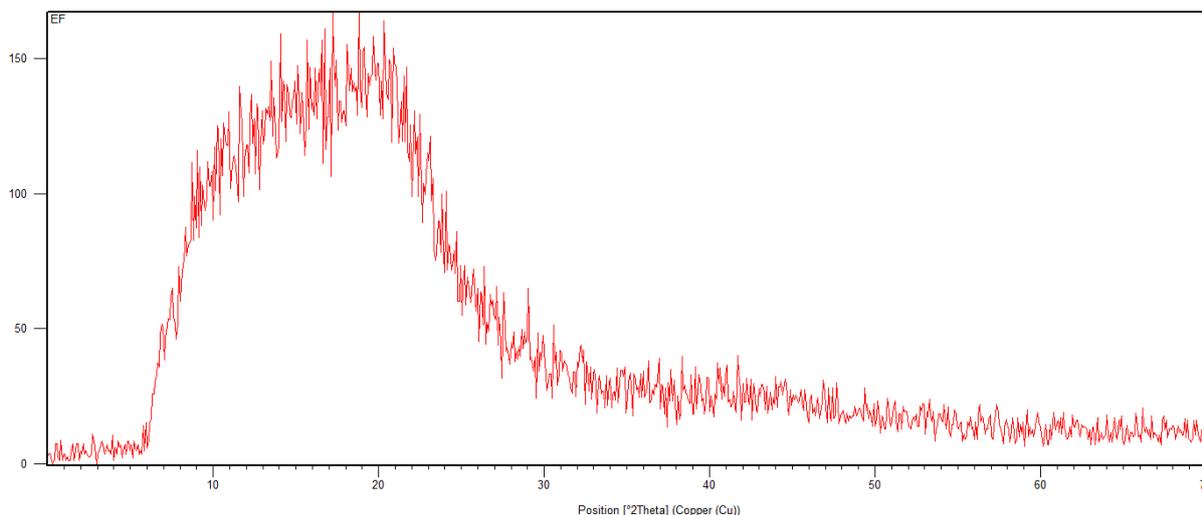
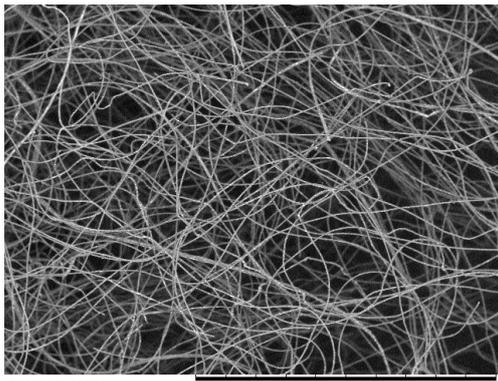
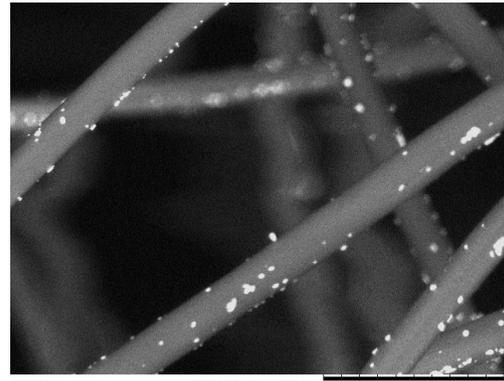


Figura 1 – Difratograma de raios-X da amostra comercial de carboximetilcelulose.

Resultados MEV/EDS mostraram uma estrutura emaranhada e de morfologia fibrilar (Figuras 2a e 2b) e uma superfície composta de nanopartículas de prata (Figuras 3a e 3b). Isto significa que os curativos do tipo CMC/prata ainda ganham significativa importância para uso em lesões infectadas, principalmente, devido ao efeito antibactericida do metal. No entanto, vista controvérsias das reações adversas causadas por estas nanopartículas, estudos mais detalhados da toxicidade deve ser objeto de investigação.



TM3000_7928 2017/05/17 15:56 F D6.7 x50 2 mm

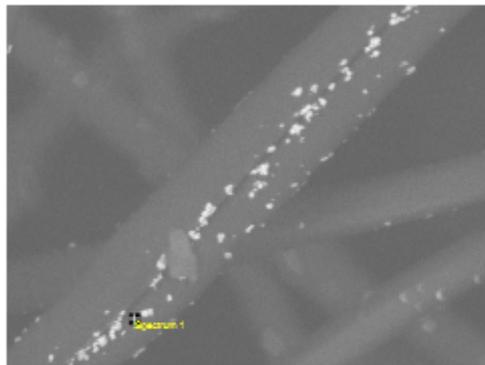


TM3000_7937 2017/05/17 16:14 N D7.0 x1.2k 50 µm

Figura 2- Morfologia do produto comercial Aquacel-Ag® (a) 2mm; (b) 50 µm

Electron Image

Image Width: 1.656 mm

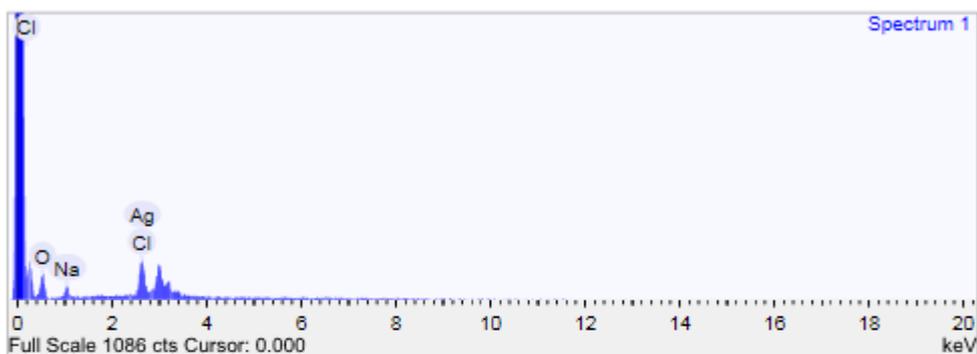


800µm

Acquisition conditions

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

Process time :

**Quantification Settings**

Quantification method : All elements (normalised)

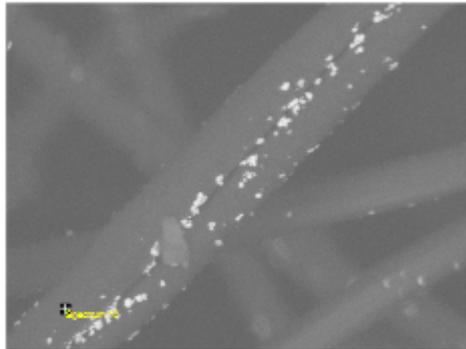
Summary results

Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Oxygen	62.752	1.662	84.053
Sodium	6.534	0.687	6.090
Chlorine	9.252	0.564	5.593
Silver	21.462	1.387	4.264

Figura 3a - EDS da amostra comercial Aquacel-Ag®

Electron Image

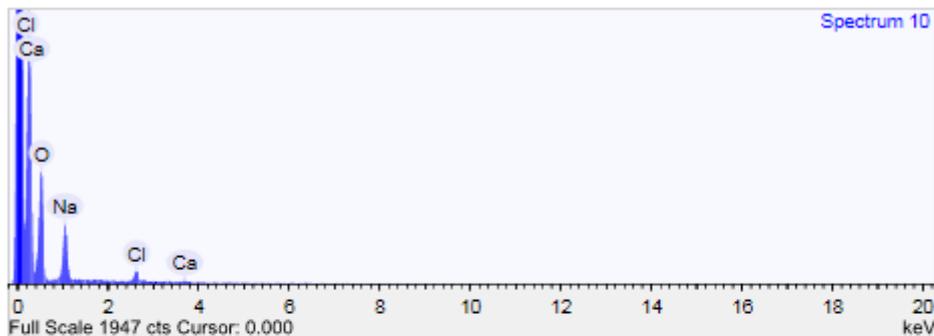
Image Width: 1.656 mm



800µm

Acquisition conditionsAcquisition time (s) : 100.0
Accelerating voltage (kV) : 20.0

Process time :

**Quantification Settings**

Quantification method : All elements (normalised)

Summary results

Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Oxygen	71.021	0.701	78.620
Sodium	25.607	0.678	19.727
Chlorine	2.827	0.216	1.412
Calcium	0.545	0.129	0.241

Figura 3b - EDS da amostra comercial Aquacel-Ag®

3 CONCLUSÃO

A caracterização do curativo comercial Aquacel Ag® permitiu compreender a composição e a estrutura de materiais a base de celulose. Os resultados mostraram um polímero amorfo e de morfologia fibrosa, constituída de dispersas partículas de prata – característica típica da CMC / prata. Estes resultados, contudo, apresentam importante relevância no desenvolvimento de um novo biomaterial com características peculiares na participação ativa do processo de recuperação de lesões de pele e a nível de estimulação celular.

REFERÊNCIAS

1. Pires A, Bierhalz A, Moraes Â. Biomateriais: tipos, aplicações e mercado. *Quim. Nova*, Vol. 38, No. 7, 957-971, 2015.
2. Holzapfel B, Reichert J, Schantz J, Gbureck U, Rackwitz L, Nöth U, Jakob F, Rudert M, Groll, J, Hutmacher D. *Adv. Drug Deliv. Rev.* 2013, 65, 581.
3. Heath D, Cooper S. *Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine*. Ratner B, Hoffman A, Schoen J, Lemons J. Academic Press: Oxford, 2013, cap. 1.2.2. *Polymers: Basic Principles*.
4. Habibi L. *Polysaccharide building blocks. A sustainable approach to the development of renewable biomaterials*, John Wiley & Sons: Hoboken, New Jersey, EUA, 2012.
5. Silva T, Alves A, Ferreira B, Oliveira J, Reys L, Ferreira R, Sousa R, Silva S, Mano J, Reis R. *Int. Mater. Rev.* 2012, 57(5), 276-306.
6. Cerrutt B, Frollini E. Carboximetilcelulose como agente de estabilização de suspensões cerâmicas. *Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros – Foz do Iguaçu, PR – Outubro/2009*.
7. Dealey C. *Cuidando de feridas: um guia para enfermeiras*. 3 ed. São Paulo: Atheneu; 2008.
8. Roco M, Mirkin C, Hersam M. *Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020 - Retrospective and outlook*. Summary the World Technology Evaluation Center (WTEC), 2010.
9. Duran N, Marcato PD, Conti R, Alves OL, Costa BFTM, Brocchib, M. Potential Use of Silver Nanoparticles on Pathogenic Bacteria, their Toxicity and Possible Mechanisms of Action. *J. Braz. Chem. Soc.*, v. 21, v. 6, p. 949-959, 2010.
10. Paschoalino M; Marcone G, Jardim W. Os nanomateriais e a questão ambiental. *Quim. Nova*, v. 33, n. 2, p. 421-430, 2010.
11. Urban D, Rodriguez-Lorenzo L, Balog S, Kinnear C, Rothen-Rutishauser B, Petri-Fink A. Plasmonic nanoparticles and their characterization in physiological fluids. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 137, p. 39–49, 2016