

Princípios de Química

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2019

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Princípios de Química

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P957	Princípios de química [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-422-1 DOI 10.22533/at.ed.221192406 1. Química – Estudo e ensino. I. Voigt, Carmen Lúcia. CDD 540.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Química é a ciência que estuda a estrutura das substâncias, a composição e as propriedades das diferentes matérias, suas transformações e variações de energia. A Química conquistou um lugar central e essencial em todos os assuntos do conhecimento humano, estando interligada com outras ciências como a Biologia, Ciências Ambientais, Física, Medicina e Ciências da Saúde.

Pesquisas na área da Química continuam evoluindo cada dia, sendo benéficas devido maior conscientização de como usar os conhecimentos químicos em prol da qualidade de vida e do desenvolvimento da sociedade; prezando pelo meio ambiente, surgindo assim processos e novas tecnologias com menor agressão e impacto.

Muitas são as fontes degradadoras da natureza, porém os resíduos químicos são considerados os mais agressivos. Ao longo dos anos inúmeros tipos de contaminantes foram lançados no meio ambiente, causando contaminação e poluição em diversos tipos de compartimentos ambientais como solos, rios e mares. O avanço e crescimento industrial no mundo é uma das principais causas da poluição excessiva e liberação de resíduos químicos.

Devido estudos na área da Química é possível realizar remoção de poluentes por diversos processos e o desenvolvimento de técnicas e materiais é abordado neste volume, que trata de processos como adsorção para retirada de contaminantes da natureza. Além destes processos, este volume também trata de novos materiais para aplicação em substituição aos polímeros convencionais, como os biopolímeros, produzidos a partir de matérias-primas de fontes renováveis, ou seja, possuem um ciclo de vida mais curto comparado com fontes fósseis como o petróleo o qual leva milhares de anos para se formar.

Fatores ambientais e sócio-econômicos estão relacionados ao crescente interesse por novas estratégias que buscam alternativas aos produtos e processos convencionais. Neste enfoque, os trabalhos selecionados para este volume oportunizam reflexão e conhecimento na área da Química, abrangendo aspectos favoráveis para ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Boa leitura.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PRODUÇÃO DE BIOPOLÍMEROS PELAS BACTÉRIAS GLUCONACETOBACTER HANSENI E KOMAGATAEIBACTER RHATICUS EM MEIOS CONTENDO HIDROLISADO DE ARROZ E MILHO	
<i>Karina Carvalho de Souza</i>	
<i>Gabriela Rodrigues dos Santos</i>	
<i>Grazielly Maria Didier de Vasconcelos</i>	
<i>Paulo Henrique Marrocos de Oliveira</i>	
<i>Yêda Medeiros Bastos de Almeida</i>	
<i>Felipe Cunha da Silva Trindade</i>	
<i>Glória Maria Vinhas</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2211924061	
CAPÍTULO 2	7
CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE ÓRTESE SUROPODÁLICA DE MEMBRO INFERIOR PRODUZIDO COM POLICLORETO DE VINILA (PVC)	
<i>Heloisa Barbara Rozario Azevedo</i>	
<i>Fabiane De Oliveira Santana</i>	
<i>Paula Hortência Santos Magalhães</i>	
<i>Maria Karoline Silva Souza</i>	
<i>Caio Cezar Neves Kunrath</i>	
<i>Menilde Araújo Silva Bião</i>	
<i>Franco Dani Rico Amado</i>	
<i>Bruno Souza Fernandes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2211924062	
CAPÍTULO 3	12
OBTENÇÃO DE REVESTIMENTOS DE DCPD COM INCORPORAÇÃO DO COPOLÍMERO F-127 PELO MÉTODO DE DEPOSIÇÃO ELETROQUÍMICA	
<i>Pablo Eduardo Costa dos Santos</i>	
<i>Cristiane Xavier Resende</i>	
<i>Zaine Teixeira Camargo</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2211924063	
CAPÍTULO 4	19
CARBOXIMETILCELULOSE-G-OLIGO(ÓXIDO DE ETILENO-CO-ÓXIDO DE PROPILENO): EFEITO DA PORCENTAGEM DE ENXERTIA NAS PROPRIEDADES EM MEIO AQUOSO SALINO	
<i>Nívia do Nascimento Marques</i>	
<i>Rosângela de Carvalho Balaban</i>	
<i>Sami Halila</i>	
<i>Redouane Borsali</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2211924064	
CAPÍTULO 5	32
PROPRIEDADES MECÂNICAS, TERMOMECÂNICAS, REOMETRIA DE TORQUE E MORFOLOGIA DE BLENDS PS/PP/PP RECICLADO COMPATIBILIZADAS COM O COPOLÍMERO SEBS	
<i>Carlos Bruno Barreto Luna</i>	
<i>Eduardo da Silva Barbosa Ferreira</i>	

Danilo Diniz Siqueira
Edcleide Maria Araújo
Elieber Barros Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.2211924065

CAPÍTULO 6 50

SÍNTESE E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE HPAM TERMORRESPONSIVA

Bruna Luiza Batista de Lima
Nívia do Nascimento Marques
Marcos Antonio Villetti
Rosângela de Carvalho Balaban

DOI 10.22533/at.ed.2211924066

CAPÍTULO 7 58

FILME DE POLICAPROLACTONA REFORÇADOS POR MICROFIBRILAS DE CELULOSE DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea Mart.*)

Rachel Margalho Barreira Valentim
Izael Pinho dos Santos
Victor Soares Pereira
Carmen Gilda Barroso Tavares Dias
Marcos Allan Leite dos Reis

DOI 10.22533/at.ed.2211924067

CAPÍTULO 8 64

AVALIAÇÃO DA BIODEGRADABILIDADE DE FILMES DE AMIDO REFORÇADOS COM NANOCRISTAIS DE CELULOSE DA FIBRA DE COCO VERDE

Ingrid Lessa Leal
Yasmin Carolino da Silva Rosa
Josiane Dantas Viana Barbosa
Janice Izabel Druzian
Bruna Aparecida Souza Machado

DOI 10.22533/at.ed.2211924068

CAPÍTULO 9 74

CARACTERIZAÇÃO DE NANOCRISTAIS DE CELULOSE DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA E APLICAÇÃO EM FILMES DE AMIDO E QUITOSANA

Marina R. d Andrade
Taynã Isis de S. Santana
Bruna A. S. Machado

DOI 10.22533/at.ed.2211924069

CAPÍTULO 10 79

EFFECT OF BIOSURFACTANTS IN PATHOGENIC BACTERIA ADHESION ON THE SURFACE OF FLEXIBLE FILMS

Michel Zampieri Fidelis
Heitor Suyama
Eduardo Abreu
Denise Milleo Almeida
Giane Gonçalves Lenzi

DOI 10.22533/at.ed.22119240610

CAPÍTULO 11	93
UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO DE MALTE NA ADSORÇÃO DE GASOLINA PRESENTE EM CORPOS AQUATICOS: ESTUDO EM LEITO DIFERENCIAL	
<i>Fernanda Vieira Amorim</i>	
<i>Márcia Ramos Luiz</i>	
<i>Ewellyn Silva Souza</i>	
DOI 10.22533/at.ed.22119240611	
CAPÍTULO 12	105
ESTUDO DA ADSORÇÃO DE COBRE EM LODO RECUPERADO DA CLARIFICAÇÃO DE ÁGUA DE AÇUDE POR ELETROCOAGULAÇÃO/FLOTAÇÃO	
<i>Fábio Erlan Feitosa Maia</i>	
<i>Ronaldo Ferreira do Nascimento</i>	
<i>Eliezer Fares Abdala Neto</i>	
<i>Jefferson Pereira Ribeiro</i>	
<i>Ari Clecius Alves de Lima</i>	
DOI 10.22533/at.ed.22119240612	
CAPÍTULO 13	117
ADSORÇÃO DE CO ₂ EM MATERIAL MEOSPOROSO DO TIPO SBA-16 FUNCIONALIZADO	
<i>Táisa Cristine de Moura Dantas</i>	
<i>Eloy Sanz-Pérez</i>	
<i>Raul Sanz</i>	
<i>Amaya Arencibia</i>	
<i>Guillermo Calleja</i>	
<i>Ana Paula de Melo Alves Guedes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.22119240613	
CAPÍTULO 14	132
CINÉTICA DE ADSORÇÃO DE FURFURAL PELO ADSORVENTE ARGILA BENTONITA	
<i>Riann Queiroz Nóbrega</i>	
<i>Ana Cláudia Rodrigues De Barros</i>	
<i>Lorena Lucena De Medeiros</i>	
<i>Flávio Luiz Honorato Da Silva</i>	
<i>Joelma Moraes Ferreira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.22119240614	
CAPÍTULO 15	140
AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ADSORTIVA DE ARGILA ORGANOFÍLICA ATRAVÉS DE PLANEJAMENTO FATORIAL	
<i>Paulo Henrique Almeida Da Hora</i>	
<i>Líszandra Fernanda Araújo Campos</i>	
<i>Antonio Cícero De Sousa</i>	
<i>Gesivaldo Jesus Alves De Figueiredo</i>	
DOI 10.22533/at.ed.22119240615	

CAPÍTULO 16 147

CINÉTICA E MODELAGEM DA CAPTURA DE CO₂ POR MEIO DA REAÇÃO DE CARBONATAÇÃO DO ORTOSILICATO DE LÍTIO

Suélen Maria de Amorim
Michele Di Domenico
Tirzhá Lins Porto Dantas
Humberto Jorge José
Regina de Fatima Peralta Muniz Moreira

DOI 10.22533/at.ed.22119240616

CAPÍTULO 17 157

MODIFICAÇÃO TÉRMICA DA ARGILA BRASGEL VISANDO SUA UTILIZAÇÃO NA REMOÇÃO DE NÍQUEL EM SISTEMA DE BANHO FINITO

Joseane Damasceno Mota
Rochelia Silva Souza Cunha
Patrícia Noemia Mota De Vasconcelos
Meiry Glaucia Freire Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.22119240617

CAPÍTULO 18 166

REMOÇÃO DO CORANTE DIRECT BLACK 22 ATRAVÉS DE ADSORÇÃO

Déborah Fernanda Mamedes da Silva
Deivid Sousa de Figueiroa

DOI 10.22533/at.ed.22119240618

CAPÍTULO 19 177

INFLUÊNCIA DA PRESENÇA DE SAIS NA ADSORÇÃO DO CORANTE VERMELHO PROCION UTILIZANDO ALUMINA ATIVADA

Nathália Favarin da Silva
Enrique Chaves Peres
Guilherme Luiz Dotto

DOI 10.22533/at.ed.22119240619

CAPÍTULO 20 186

ADSORÇÃO DE ÍNDIGO CARMINE UTILIZANDO MICROESFERAS DE ALGINATO (AL) E QUITOSANA (QT) PURAS E DOPADAS COM NÍQUEL E FERRO.

Ana Clara Correia Queiroz da Silva
Francisco Mateus Gomes do Nascimento
Francisco Renan Lima Amorim
Guilherme Augusto Magalhães Júnior
Cícero Pessoa de Moura
Rafael Ribeiro Portela
Mayara Sousa de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.22119240620

CAPÍTULO 21 195

SÍNTESE E APLICAÇÃO DE PENEIRA MOLECULAR ORGANOFÍLICA NA REMOÇÃO DE ÍONS CR(III)

Paulo Henrique Almeida da Hora
Lizandra Fernanda Araújo Campos
Antonio Cícero de Sousa

CAPÍTULO 22 202

BIOSSORÇÃO DE ÍONS CR(VI) EM SOLUÇÃO AQUOSA EMPREGANDO CASCA DE BANANA NANICA

Giovani Santana Silva

Ângelo Capri Neto

Maria da Rosa Capri

DOI 10.22533/at.ed.22119240622

CAPÍTULO 23 215

REMOÇÃO DE CROMO HEXAVALENTE PRESENTE EM SOLUÇÕES SINTÉTICAS DILUÍDAS EMPREGANDO CARVÃO ATIVADO COMERCIAL E CARVÃO VEGETAL PRODUZIDO A PARTIR DA CASCA DE ARROZ

Lúcia Allebrandt da Silva Ries

Joyce Helena da Silveira

DOI 10.22533/at.ed.22119240623

CAPÍTULO 24 227

MANAGEMENT AND CLASSIFICATION OF PHYSICO-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF GROUNDWATER

Sharise Beatriz Roberto

Jomar Berton Junior

Rúbia Michele Suzuki

Elton Guntendorfer Bonafé

Makoto Matsushita

Edmilson Antonio Canesin

DOI 10.22533/at.ed.22119240624

CAPÍTULO 25 242

HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMINARES PARA REMOÇÃO DE POLUENTES AQUOSOS

María Magdalena Costanzo

Rocio Belén Garate

Nora Alejandra Comelli

Nora Andrea Merino

DOI 10.22533/at.ed.22119240625

CAPÍTULO 26 253

EFEITO DO MÉTODO DE SÍNTESE NAS PROPRIEDADES DO ÓXIDO DE CÉRIO, DESTINADO A FOTOCATÁLISE

Kimberly Paim Abeta

Marie Lídio dos Santos Galvão Ribeiro

Larissa Soares Lima

Leila Maria Aguilera Campos

Sirlene Barbosa Lima

Maria Luiza Andrade da Silva

DOI 10.22533/at.ed.22119240626

CAPÍTULO 27	267
PRINCÍPIOS BÁSICOS DA ESTIMATIVA DE INCERTEZA APLICADOS À MEDIÇÃO DE GRANDEZAS QUÍMICAS	
<i>Cassiano Lino dos Santos Costa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.22119240627	
CAPÍTULO 28	282
O USO DE REDES SOCIAIS E TECNOLOGIA MÓVEL COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO POR PROFESSORES DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA (EAD)	
<i>Eziel Cardoso da Silva</i>	
<i>Antonio Zilverlan Geermano Matos</i>	
<i>Marco Aurélio da Silva Coutinho</i>	
<i>Antônio Araújo Rodrigues</i>	
<i>Francisco Dhiêgo Silveira Figueirêdo</i>	
<i>Davi da Silva</i>	
<i>Dihêgo Henrique Lima Damacena</i>	
<i>Francisco Maycon Soares</i>	
<i>Juciane Maria de Sousa dos Santos</i>	
<i>Jose Adriano Cavalcante Alencar</i>	
<i>Enivaldo Pereira dos Santos</i>	
<i>Julianna de Sousa Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.22119240628	
SOBRE A ORGANIZADORA	292

CARBOXIMETILCELULOSE-G-OLIGO(ÓXIDO DE ETILENO-CO-ÓXIDO DE PROPILENO): EFEITO DA PORCENTAGEM DE ENXERTIA NAS PROPRIEDADES EM MEIO AQUOSO SALINO

Nívia do Nascimento Marques

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Instituto de Química, Laboratório de Pesquisa em
Petróleo – LAPET, Natal-RN

Rosangela de Carvalho Balaban

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Instituto de Química, Laboratório de Pesquisa em
Petróleo – LAPET, Natal-RN

Sami Halila

Centre de Recherche sur les Macromolécules
Végétales – CERMAV, Grenoble – France,

Redouane Borsali

Centre de Recherche sur les Macromolécules
Végétales – CERMAV, Grenoble – France,

RESUMO: Neste trabalho, foi avaliado o comportamento em meio aquoso salino de carboximetilcelulose enxertada com cadeias do oligômero termorresponsivo de óxido de etileno-co-óxido de propileno, Jeffamine® M-2070. A síntese foi feita em meio aquoso, na presença dos agentes de acoplamento hidrocloreto de 1-(3-(dimetilamino)propil)-3-etil-carbodiimida (EDC) e *N*-hidroxisuccinimida (NHS), variando-se a quantidade de oligômero no meio reacional. Os materiais foram caracterizados por IV, RMN ¹H, SLS, DLS e UV-vis. A síntese foi confirmada através da presença das bandas de amida I e amida II nos espectros de IV dos copolímeros. Espectros de RMN ¹H revelaram, conforme

esperado, maior porcentagem de enxertia para o copolímero com maior quantidade de oligômero no meio reacional. O copolímero com 14% de enxertia apresentou menores valores de temperatura de turvação (NaCl 0,5M e K₂CO₃ 0,5M) e maiores valores de massa molar ponderal média (M_w), raio de giração (R_g) (NaNO₃ 0,1M) e raio hidrodinâmico (R_h) (NaCl 0,5M e K₂CO₃ 0,5M) que o copolímero com 8% de enxertia. O segundo coeficiente virial (A_2) foi positivo tanto para a CMC quanto para os copolímeros em NaNO₃ 0,1M, indicando boa interação polímero-solvente. Esse comportamento pode ser explicado considerando que, quanto maior a quantidade de um enxerto termorresponsivo, (i) menor a temperatura necessária para ocorrer a turvação do copolímero em um meio; (ii) maiores serão os valores de M_w e R_g esperados para um sistema com A_2 positivo e (iii) maior será o R_h das cadeias isoladas, já que os enxertos atuam como espaçadores, aumentando o volume ocupado pelo polímero no meio.

PALAVRAS-CHAVE: termorresponsivo, carboximetilcelulose, Jeffamine®

ABSTRACT: In this work, it was evaluated the behaviour of carboxymethylcellulose grafted with chains of the thermoresponsive oligomer ethylene oxide-co-propylene oxide, Jeffamine® M-2070, in aqueous saline media.

The syntheses were performed in aqueous medium, in the presence of the coupling agents 1-ethyl-3-[3-(dimethylamino)-propyl]carbodiimide hydrochloride (EDC) and *N*-hydroxysuccinimide (NHS), changing the amount of oligomer in the reaction feed. The samples were characterized by FTIR, ¹H NMR, SLS, DLS and UV-Vis. The syntheses were confirmed by the presence of the amide I and amide II peaks in the FTIR spectra of the copolymers. ¹H NMR spectra revealed, as expected, a higher grafting degree on the copolymer prepared with higher amount of the oligomer in the feed. The copolymer with a grafting degree of 14% exhibited lower cloud point temperature (0.5M NaCl and 0.5M K₂CO₃) and higher values of weight-average molar mass (M_w), radius of gyration (R_g) (0.1M NaNO₃) and hydrodynamic radius (R_h) (0.5M NaCl and 0.5M K₂CO₃) than the copolymer with a grafting degree of 8%. The second virial coefficient (A_2) was positive for CMC and both copolymers in 0.1M NaNO₃, indicating good polymer-solvent interactions. This behaviour can be explained considering that, the higher the amount of thermoresponsive graft, (i) the lower the cloud point temperature, (ii) the higher the M_w and R_g expected to a system with a A_2 positive and (iii) the higher the R_h of the chains, since the grafts act as spacers, increasing the volume occupied by the polymer in the medium.

KEYWORDS: thermoresponsive, carboxymethylcellulose; Jeffamine®

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, polímeros que possuem a capacidade de se associarem em meio aquoso em função do aumento da temperatura têm chamado considerável atenção em virtude da variedade de aplicações, que vai desde sistemas de liberação controlada de fármacos (Han *et al.*, 2009; Duan *et al.*, 2011; Toughraï *et al.*, 2015), descontaminação de água (Hua *et al.*, 2011; Parasuraman e Serpe, 2011b; a; Parasuraman *et al.*, 2012){Toughraï, 2015, Reduction-sensitive amphiphilic triblock copolymers self-assemble into stimuli-responsive micelles for drug delivery;Duan, 2011, Chitosan-g-poly(N-isopropylacrylamide) based nanogels for tumor extracellular targeting}, até modificadores reológicos na recuperação avançada de petróleo (Thorne *et al.*, 2011; Chen *et al.*, 2013).

Boa parte desses sistemas termoassociativos é baseada em copolímeros enxertados que possuem uma cadeia principal hidrofílica e enxertos termorresponsivos, os quais exibem uma temperatura consoluta inferior (*lower critical solution temperature* – LCST) em água (Cheaburu *et al.*, 2013). Com o aquecimento, microdomínios envolvendo vários enxertos são formados em regime semidiluído, mas separação de fases macroscópica é impedida ou dificultada pela cadeia principal hidrossolúvel (Hourdet *et al.*, 1994; Bokias *et al.*, 2001; Vasile, Bumbu, Mylonas, *et al.*, 2004).

A cadeia principal desses copolímeros tem sido constituída tanto de polímeros sintéticos, como o poli(ácido acrílico) (Durand e Hourdet, 1999; 2000a; b; Petit *et al.*, 2007) e o poli(ácido maleico-*alt*-acetato de vinila) (Vasile, Bumbu, Mylonas, *et*

al., 2004), quanto naturais, como a carboximetilcelulose (Bokias *et al.*, 2001; Aubry *et al.*, 2003; Vasile, Bumbu, Dumitriu, *et al.*, 2004; Lü *et al.*, 2011), a goma xantana (Tizzotti *et al.*, 2010), o alginato (Cheaburu *et al.*, 2013) e a quitosana (Seetapan *et al.*, 2006). Em especial, a utilização de biopolímeros tem sido cada vez mais importante, tendo em vista a crescente preocupação industrial na produção de materiais ambientalmente mais seguros e de fonte renovável (Azevedo *et al.*, 2007; Brito *et al.*, 2011). A carboximetilcelulose (CMC), em particular, é um derivado da celulose que tem recebido grande atenção em virtude de sua solubilidade em água, baixo custo, biodegradabilidade e baixa toxicidade, sendo muito usada na indústria devido a sua propriedade espessante (Pensini *et al.*, 2013; Shakun *et al.*, 2013; Arinaitwe e Pawlik, 2014).

Os oligômeros compostos por meros de óxido de etileno e óxido de propileno com terminação amino constituem uma das classes de materiais com *LCST* conhecida pelo nome comercial de Jeffamine® (Belbekhouche, Desbrières, *et al.*, 2013). As diferenças na razão óxido de etileno/óxido de propileno geram diferenças na massa molar e na *LCST* dessas oligoéteraminas, sendo que esta última pode variar desde ~15 °C até as altas temperaturas encontradas nos reservatórios petrolíferos (>80 °C) (Azzam *et al.*, 2010; Mocanu *et al.*, 2011; Dulong *et al.*, 2012; Mocanu *et al.*, 2012). A presença de grupos hidrofílicos e hidrofóbicos na cadeia das poliéteraminas promove a separação de fases em meio aquoso, devido ao rápido equilíbrio de hidratação-desidratação das cadeias, em resposta a pequenas variações na temperatura por volta da *LCST* (Belbekhouche, Desbrières, *et al.*, 2013; Belbekhouche, Dulong, *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2018).

Karakasyan e colaboradores (2009) prepararam um copolímero de CMC enxertado com Jeffamine® M-2005 (razão óxido de etileno/óxido de propileno = 6/29) em meio aquoso ácido, na presença dos agentes de acoplamento EDC/NHS. A síntese foi realizada a 10 °C, para evitar que ocorresse a precipitação da Jeffamine® M-2005, que apresenta uma temperatura de turvação por volta de 25 °C em água, ou seja, essa é a temperatura em que o sistema passa de translúcido para opaco, indicando transição de fases do oligômero. Foi observado que a temperatura para início da associação entre os enxertos variou com a concentração do copolímero e a adição de K₂CO₃, sendo de 39,5 °C a 1% de copolímero em água, de 32,2 °C a 3% de copolímero em água, e de 15,8 °C a 3% de copolímero em 0,4 mol/kg de K₂CO₃ (Karakasyan *et al.*, 2008).

Nesse sentido, copolímeros termoassociativos foram preparados, utilizando a carboximetilcelulose como cadeia principal hidrossolúvel e diferentes quantidades de cadeias de Jeffamine® M-2070 (razão óxido de etileno/óxido de propileno = 33/10) como enxertos termorresponsivos, com o intuito de obter materiais com temperaturas de turvação mais elevadas e ajustáveis pela adição de sal. A relação entre estrutura e as propriedades destes copolímeros foi investigada em NaCl 0,5M e K₂CO₃ 0,5M.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

A carboximetilcelulose sódica (CMC) foi fornecida pela Sigma-Aldrich e a massa molar ponderal média indicada pelo fabricante foi de $9,0 \times 10^4$ g/mol. O grau de substituição (DS) da CMC, igual a 1, foi determinado por RMN ^1H , conforme descrito na literatura (Ho, 1980). A Jeffamine[®] M-2070 foi gentilmente doada pela Huntsman. A proporção óxido de propileno/óxido de etileno (10/33) e a massa molar de 2048 g/mol foram determinados por RMN ^1H , como descrito na literatura (Hourdet *et al.*, 1997; Park *et al.*, 2011).

Os ativadores da copolimerização, hidrocloreto de 1-(3-(dimetilamino)propil)-3-etilcarbodiimida (EDC) e *N*-hidroxisuccinimida (NHS), foram fornecidos pela Carbosynth. Cloreto de sódio (NaCl), água deuterada (D_2O) e sal de sódio do ácido 3-(trimetilsilil)-3,3,2,2-tetradeutériopropionico ($(\text{CH}_3)_3\text{SiCD}_2\text{CD}_2\text{CO}_2\text{Na}$) foram fornecidos pela Sigma-Aldrich. Carbonato de potássio (K_2CO_3) foi fornecido pela Analar Normapur e nitrato de sódio (NaNO_3) foi adquirido da Merck. Todos os materiais foram usados sem purificação prévia.

2.2 Síntese dos Copolímeros

A síntese dos copolímeros ocorreu em meio aquoso, utilizando o par EDC/NHS como agentes de acoplamento, conforme apresentado previamente por nosso grupo de pesquisa (Marques *et al.*, 2018) (Tabela 1). A CMC foi dissolvida por meio da adição de 1,0 g do polissacarídeo em 150 mL de água destilada, que foi deixada sob agitação magnética constante, durante 24 horas. A Jeffamine[®] foi dissolvida, separadamente, em 50 mL de água destilada. As soluções de CMC e Jeffamine[®] foram combinadas e mais 50 mL da água foram adicionados à mistura resultante, que foi deixada sob agitação magnética constante por mais 30 minutos. Em seguida, o pH foi ajustado em ~ 5 , por meio da adição de HCl 0,1 M. Após 30 minutos, NHS e EDC foram adicionados ao meio reacional e a reação ocorreu durante 24 horas, à temperatura ambiente (~ 25 °C).

Os copolímeros foram purificados por filtração tangencial, usando cápsulas (Pall[®]) com tamanho de corte de 10000 g/mol. O sistema foi lavado com NaCl 0,5 M (Hourdet *et al.*, 1997), sendo a eliminação da Jeffamine[®] M-2070 verificada por análises de RMN ^1H (D_2O) de alíquotas rotaevaporadas do filtrado. Finalmente, o sistema foi lavado com água destilada até que a condutividade atingisse ~ 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Marques *et al.*, 2016), e os copolímeros foram recuperados por liofilização.

Copolímero	CMC	Jeffamine [®] M-2070	Agentes de acoplamento	
		COO ⁻ (mol/L)	NH ₂ (mol/L)	EDC (mol/L)

CMC-g-J2	1	2	4	2
CMC-g-J05	1	0.5	4	2

Tabela 1 – Concentração molar dos reagentes usados na síntese dos copolímeros

2.3 Espectroscopia no Infravermelho

Os espectros na região do infravermelho foram obtidos em um espectrômetro Spectrum Two™ FT-IR da Perkin Elmer. As amostras sólidas foram analisadas em pastilhas de KBr, no intervalo de 4000 a 400 cm^{-1} . Já a amostra líquida, a Jeffamine® M-2070, foi analisada diretamente em uma janela de CaF_2 , no intervalo de 4000 a 1000 cm^{-1} .

2.4 Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (RMN ^1H)

Os espectros de ressonância magnética nuclear de hidrogênio foram obtidos em um espectrômetro Bruker Avance DRX400 de 400 MHz, usando D_2O como solvente e o sal de sódio do ácido 3-(trimetilsilil)-3,3,2,2-tetradetúriopropionico ($\delta = 0,00$ ppm) como padrão interno (D'este *et al.*, 2012).

2.5 Espalhamento de Luz Dinâmico e Estático

Medidas de espalhamento de luz dinâmico (DLS) e estático (SLS) foram realizadas utilizando-se um goniômetro ALV-5000/ALV, equipado com laser polarizado linear de He-Ne operando a um comprimento de onda de 632,8 nm, um detector de ângulo móvel e um correlator digital múltiplo τ ALV-5000/EPP. A temperatura foi mantida a 25 °C por meio de um banho termostatizado acoplado ao equipamento. O ângulo de espalhamento variou de 40 a 150°, com intervalos de 5°. As soluções poliméricas foram filtradas em cubetas cilíndricas de vidro de 10 mm, por meio de membranas MILLIPORE Millex® LCR de 0,45 μm .

As análises de DLS foram realizadas com tempo de 300 segundos para cada ângulo. Os dados foram coletados usando o programa ALV Correlator Control. As distribuições dos tempos de relaxação (τ) foram obtidas através da análise CONTIN da função de autocorrelação ($g^{(2)}-1$) (Otsuka *et al.*, 2010; Zepon *et al.*, 2015). Os coeficientes de difusão, D , foram calculados a partir da Equação 1, em que Γ é a frequência de relaxação ($\Gamma = \tau^{-1}$) e q é o vetor de espalhamento, definido pela Equação 2. Na Equação 2, λ é o número de onda da radiação incidente (632.8 nm), θ é o ângulo de espalhamento e n é o índice de refração do solvente. O raio hidrodinâmico (R_h) foi calculado a partir da equação de Stokes-Einstein (Equação 3), na qual k_B é a constante de Boltzmann ($1,38064852 \times 10^{-23}$ J.K $^{-1}$) e η é a viscosidade do solvente.

$$\frac{\Gamma}{q^2} \Big|_{q \rightarrow 0} = D \quad (1)$$

$$q = \frac{4\pi n}{\lambda} \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad (2)$$

$$R_h = \frac{k_B T}{6\pi\eta D} \quad (3)$$

Nas análises de SLS, a intensidade do espalhamento das soluções poliméricas em diferentes concentrações de polímero foi corrigida pelo sinal do NaNO₃ 0,1M (solvente) e normalizada pelo sinal do tolueno (padrão). Os valores de massa molar ponderal média, (M_w), raio de giração (R_g) e segundo coeficiente virial (A_2) foram determinados através da dupla extrapolação, a ângulo zero e concentração zero, através do método de Zimm (Vidal *et al.*, 2008), com o auxílio do programa ALV Static & Dinamic FIT and PLOT. O incremento do índice de refração (dn/dc) utilizado para as soluções aquosas de CMC e dos copolímeros foi de 0,163 mL/g, conforme valor encontrado na literatura para CMC dissolvida em NaNO₃ 0,1M, a um comprimento de onda de 632,8 nm (Hoogendam *et al.*, 1998). Considerou-se que o dn/dc não variou significativamente após a modificação química da CMC.

2.6 UV-vis

A determinação da temperatura de turvação (*CPT – cloud point temperature*) das amostras, em diferentes meios aquosos, foi feita em um espectrofotômetro UV-vis Cary 50 Bio da Varian, acoplado a um banho termostático. A *CPT* foi definida como a temperatura na qual a transmitância da solução foi reduzida em 50% do valor inicial (Qiu *et al.*, 2007; Xu *et al.*, 2007).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O espectro no infravermelho do CMC-*g*-J05 (Figura 1) confirma que a reação de enxertia foi realizada com sucesso, através da presença das bandas características de amida I (C=O) e amida II (N-H), em 1650 e 1550 cm⁻¹, respectivamente. Além disso, o copolímero apresentou uma larga banda em 3420 cm⁻¹, atribuída à deformação axial de hidroxilas da CMC e a banda a 2920 cm⁻¹ de deformação axial de C-H da CMC e da Jeffamine[®] M-2070. A deformação axial assimétrica dos grupos carboxilato da CMC foi detectado em 1559 cm⁻¹, e a banda em torno de 1100 cm⁻¹ foi atribuída à deformação axial C-O do polissacarídeo e da Jeffamine[®] M-2070. O mesmo perfil foi apresentado para o copolímero CMC-*g*-J2 (dados não mostrados) (Campana-Filho e De Britto, 2009; Belbekhouche *et al.*, 2011; Dulong *et al.*, 2012; Yadollahi e Namazi, 2013).

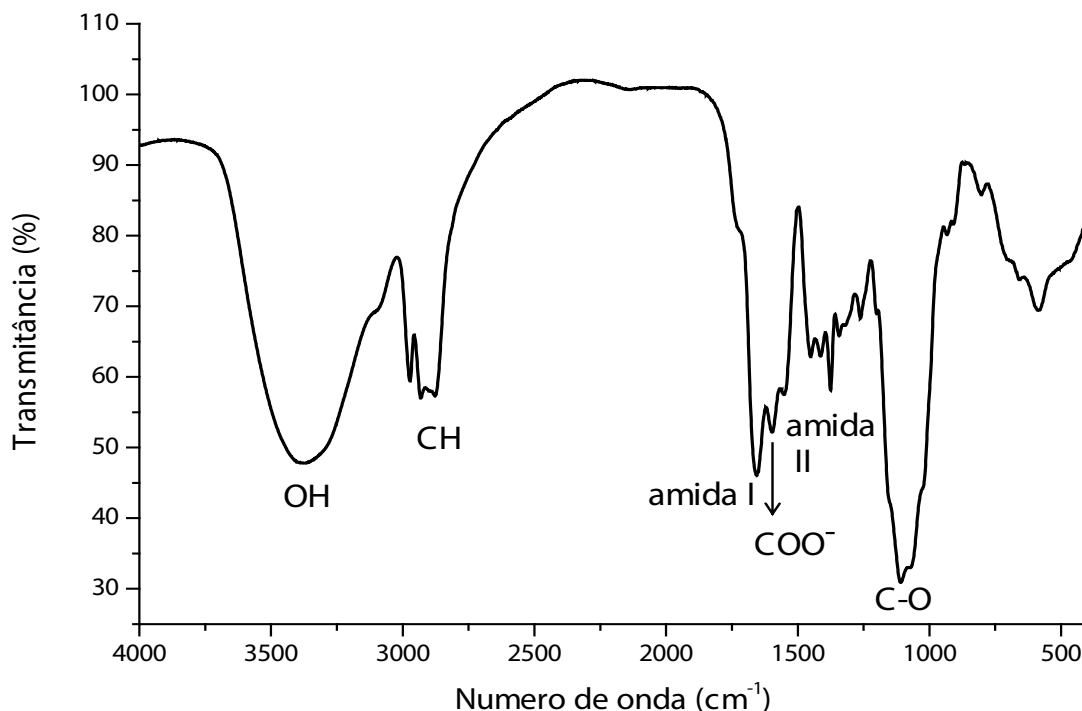


Figura 1. Espectro no infravermelho para o CMC-g-J05

A Tabela 2 apresenta os valores de massa molar ponderal média (M_w), segundo coeficiente do virial (A_2), e raio de giração (R_g). Tanto a CMC quanto os copolímeros apresentaram valores de A_2 positivos em NaNO_3 0,1M, indicando boa interação polímero-solvente. Ao mesmo tempo, o R_g dos copolímeros foi maior em relação ao da CMC, mostrando um aumento no raio do centro de massa quando a CMC foi modificada quimicamente. A massa molar da CMC foi de $9,0 \times 10^4$ g/mol, mesmo valor informado pelo fabricante. Os copolímeros apresentaram massa molar maior que a CMC, sendo que, a maior massa molar foi obtida para o copolímero com maior porcentagem de enxertia, o que também contribuiu para confirmar a reação entre as cadeias de Jeffamine[®] M-2070 e a cadeia principal do polissacarídeo.

Amostra	Porcentagem de enxertia - E(%)*	M_w (g.mol ⁻¹)	A_2 (mol.L .g ⁻²)	R_g (nm)
CMC	-	$9,0 \times 10^4$	$9,1 \times 10^{-6}$	43,1
CMC-g-J05	8	$3,0 \times 10^5$	$1,9 \times 10^{-6}$	57,2
CMC-g-J2	14	$4,3 \times 10^5$	$6,9 \times 10^{-7}$	68,3

Tabela 2 – Porcentagem de enxertia (E) %, massa molar ponderal média (M_w), segundo coeficiente virial (A_2), e raio de giração (R_g) CMC e seus copolímeros

*determinada por RMN ¹H: $E\% = [I_{\text{CH}_3} / (3 \cdot n_{\text{CH}_3} \cdot I_{\text{Hanomérico}})] \times 100$; I_{CH_3} = integral dos grupos -CH₃ dos meros do óxido de propileno; n_{CH_3} = número de meros de óxido de propileno na cadeia da Jeffamine[®]; $I_{\text{Hanomérico}}$ = integral do pico do hidrogênio anomérico da CMC (pico base).

A Tabela 3 mostra os valores de raio hidrodinâmico e temperatura de turvação das amostras. Em meio salino, as cargas da CMC são blindadas, o que leva a uma contração

das cadeias do polissacarídeo. O raio hidrodinâmico dos copolímeros aumentou em relação ao raio da CMC e foi maior para o copolímero CMC-*g*-J2, provavelmente em função do maior número de enxertos, que atuam como espaçadores, dificultando a contração em meio salino.

Apenas o CMC-*g*-Jef2 apresentou temperatura de turvação nos dois meios avaliados. A CMC é hidrofílica e não possui característica termorresponsiva (De Lima *et al.*, 2012), logo não apresenta temperatura de turvação. No caso do CMC-*g*-J05, em função da baixa enxertia, o comportamento termossensitivo foi observado apenas em K_2CO_3 0,5M. Isso pode ser explicado em função de dois fatores: (i) maior força iônica do K_2CO_3 0,5 M (1,5) em relação ao NaCl 0,5M (0,5); (ii) o CO_3^{2-} é um dos ânions que faz parte da conhecida série de Hofmeister com grande capacidade em diminuir as interações polímero-solvente, seja por interação direta com as porções hidrofílicas do polímero (Deyerle e Zhang, 2011) ou por interações do ânion com a água de hidratação do polímero, que diminuem a solvatação das macromoléculas (Hourdet *et al.*, 1994).

Amostra	Raio hidrodinâmico - R_h (nm)		Temperatura de turvação (°C)	
	NaCl 0,5 M	K_2CO_3 0,5 M	NaCl 0,5M	K_2CO_3 0,5 M
CMC	12	13	-	-
CMC- <i>g</i> -J05	18	15	-	90
CMC- <i>g</i> -J2	26	18	90	45

Tabela 3. Raio hidrodinâmico e temperatura de turvação da CMC e seus copolímeros

4 | CONCLUSÕES

Copolímeros de CMC-*g*-oligo(óxido de etileno-co-óxido de propileno) foram preparados com sucesso, como confirmado pelo aparecimento das bandas de amida I e amida II no espectro de IV dos copolímeros. As propriedades físico-químicas dos materiais variaram em função da porcentagem de enxertia. A CMC modificada com maior quantidade de oligômero termorresponsivo (14%) apresentou menores valores de temperatura de turvação que o copolímero com 8% de enxertia, já que quanto maior a quantidade de um enxerto termorresponsivo, menor a temperatura necessária para ocorrer a turvação do copolímero em um meio. Além disso, quanto maior a quantidade de enxertos na cadeia de CMC, maiores os valores de M_w e R_g esperados para um sistema com boa interação polímero-solvente (A_2 positivo), bem como maior o valor do raio hidrodinâmico, provavelmente porque os enxertos atuam como espaçadores, aumentando o volume hidrodinâmico do polímero no meio.

5 | AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores também agradecem ao CNRS, ao Institute Carnot Polynat e ao Labex ARCANE pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- ARINAITWE, E.; PAWLIK, M. Dilute solution properties of carboxymethyl celluloses of various molecular weights and degrees of substitution. **Carbohydrate Polymers**, v. 99, n. 0, p. 423-431, 1/2/ 2014. ISSN 0144-8617. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014486171300814X> >.
- AUBRY, T. et al. Rheological study of semidilute aqueous solutions of a thermoassociative copolymer. **Journal of Rheology**, v. 47, n. 2, p. 577-587, Mar-Apr 2003. ISSN 0148-6055. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000181414600016 >.
- AZEVEDO, V. V. C. et al. Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 2, n. 3, p. 27-34, 2007. ISSN 1809-8797. Disponível em: < <http://www.dema.ufcg.edu.br/revista/index.php/REMAP/article/view/46/81> >.
- AZZAM, F. et al. Preparation by grafting onto, characterization, and properties of thermally responsive polymer-decorated cellulose nanocrystals. **Biomacromolecules**, v. 11, n. 12, p. 3652-3659, 2010. ISSN 15257797 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-78650261216&partnerID=40&md5=0e80061a0c86c12e4bb4e3856a20aed6> >.
- BELBEKHOUCHE, S. et al. Synthesis and characterization of thermosensitive and pH-sensitive block copolymers based on polyetheramine and pullulan with different length. **Carbohydrate Polymers**, v. 86, n. 1, p. 304-312, // 2011. ISSN 01448617 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79959361855&partnerID=40&md5=32c068d8b763a845e9aba08bc90233a2> >.
- BELBEKHOUCHE, S. et al. Organization of "Pullulan" -block-polyether copolymers at the aqueous solution/air interface. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 398, p. 134-141, // 2013. ISSN 00219797 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84876460304&partnerID=40&md5=135a3f942e607c91d54338ec57814087> >.
- BELBEKHOUCHE, S. et al. Saccharide effect on the LCST property of a polyether: Influence of structure and length. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 428, p. 25-31, // 2013. ISSN 09277757 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84876425774&partnerID=40&md5=50807e4268c753395857657c4699d494> >.
- BOKIAS, G. et al. Synthesis and aqueous solution properties of novel thermoresponsive graft copolymers based on a carboxymethylcellulose backbone. **Macromolecules**, v. 34, n. 14, p. 4958-4964, // 2001. ISSN 00249297 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0035800297&partnerID=40&md5=13060776af396156fd76d64324e07086> >.
- BRITO, G. F. et al. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 6, n. 2, p. 127-139, 2011. ISSN 1809-8797. Disponível em: < <http://www.dema.ufcg.edu.br/revista/index.php/REMAP/article/view/222/204> >.
- CAMPANA-FILHO, S. P.; DE BRITTO, D. Estudo das interações entre o complexo polieletrólítico trimetilquitosana/ carboximetilcelulose e cu+2, ácido húmico e atrazina em solução aquosa Study of the interactions between the polyelectrolyte complex trimethylchitosan carboxymethylcellulose and cu+2, humic acid and atrazine in aqueous solution. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1461-1466, //

2009. ISSN 01004042 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-70349906318&partnerID=40&md5=a78f21ea16ed03cd5fa1b01942a50886> >.

CHEABURU, C. N. et al. Thermoresponsive sodium alginate-g-poly(N-isopropylacrylamide) copolymers III. Solution properties. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 127, n. 5, p. 3340-3348, // 2013. ISSN 00218995 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84870566511&partnerID=40&md5=d46eb50284c411bc1f7667113fa732fd> >.

CHEN, Q. et al. Thermoviscosifying polymer used for enhanced oil recovery: Rheological behaviors and core flooding test. **Polymer Bulletin**, v. 70, n. 2, p. 391-401, 2013. ISSN 01700839 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84878519946&partnerID=40&md5=47d16d685c0b81803c8d35b658337c1b> >.

D'ESTE, M.; ALINI, M.; EGLIN, D. Single step synthesis and characterization of thermoresponsive hyaluronan hydrogels. **Carbohydrate Polymers**, v. 90, n. 3, p. 1378-1385, 2012. ISSN 01448617. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84865627287&partnerID=40&md5=6135bf737c5afc885d4130334f50ecbd> >.

DE LIMA, B. V. et al. Temperature-induced thickening of sodium carboxymethylcellulose and poly(N-isopropylacrylamide) physical blends in aqueous solution. **Polymer Bulletin**, v. 69, n. 9, p. 1093-1101, // 2012. ISSN 01700839 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84870052950&partnerID=40&md5=ade18f02d7102d5752a7043d58a9f6c1> >.

DEYERLE, B. A.; ZHANG, Y. Effects of Hofmeister anions on the aggregation behavior of PEO-PPO-PEO triblock copolymers. **Langmuir**, v. 27, n. 15, p. 9203-9210, 2011. ISSN 07437463 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79960765239&partnerID=40&md5=a1b43ec2b533a62a248010e41d940b2d> >.

DUAN, C. et al. Chitosan-g-poly(N-isopropylacrylamide) based nanogels for tumor extracellular targeting. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 409, n. 1-2, p. 252-259, 2011. ISSN 03785173 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79955036331&partnerID=40&md5=92973d6a8209d79956b3c9b852f1a30b> >.

DULONG, V. et al. Amphiphilic and thermosensitive copolymers based on pullulan and Jeffamine®: Synthesis, characterization and physicochemical properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 87, n. 2, p. 1522-1531, // 2012. ISSN 01448617 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-81255133999&partnerID=40&md5=7d83d40f6eaa8df3f20ae5e174e4dd6e> >.

DURAND, A.; HOURDET, D. Synthesis and thermoassociative properties in aqueous solution of graft copolymers containing poly(N-isopropylacrylamide) side chains. **Polymer**, v. 40, n. 17, p. 4941-4951, // 1999. ISSN 00323861 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0032805815&partnerID=40&md5=80b67085a5fdc575d9ede98abeed8a17> >.

DURAND, A.; HOURDET, D. Thermoassociative graft copolymers based on poly(N-isopropylacrylamide): Effect of added co-solutes on the rheological behaviour. **Polymer**, v. 41, n. 2, p. 545-557, // 2000a. ISSN 00323861 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0033990301&partnerID=40&md5=d196e42c25011cc63784030fe2415893> >.

DURAND, A.; HOURDET, D. Thermoassociative graft copolymers based on poly(N-isopropylacrylamide): Relation between the chemical structure and the rheological properties. **Macromolecular Chemistry and Physics**, v. 201, n. 8, p. 858-868, // 2000b. ISSN 10221352 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0001397175&partnerID=40&md5=9914203e2051c92938826fb14f268c27> >.

HAN, J. et al. Photopolymerization of methacrylated chitosan/PNIPAAm hybrid dual-sensitive hydrogels as carrier for drug delivery. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 44, n. 3, p. 229-235, 2009. ISSN 01418130 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-60349112307&partnerID=40&md5=991059ac36ed53ca849a94d0d3c43a94> >.

HO, F. F. L. Proton nuclear magnetic resonance spectrometry for determination of substituents and their distribution in carboxymethylcellulose. **Analytical Chemistry**, v. 52, n. 6, p. 913-916, // 1980. ISSN 00032700 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0019020748&partnerID=40&md5=058bc9d570794c23b1dc9af85548f133> >.

HOOGENDAM, C. W. et al. Persistence length of carboxymethyl cellulose as evaluated from size exclusion chromatography and potentiometric titrations. **Macromolecules**, v. 31, n. 18, p. 6297-6309, 1998. ISSN 00249297. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0032497176&partnerID=40&md5=afc236787862429dcfdb95387d0e67f2> >.

HOURDET, D.; L'ALLORET, F.; AUDEBERT, R. Reversible thermo-thickening of aqueous polymer solutions. **Polymer**, v. 35, n. 12, p. 2624-2630, // 1994. ISSN 00323861 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0001178393&partnerID=40&md5=0a988aab3ba457e692307bd7e8da0a3f> >.

HOURDET, D.; L'ALLORET, F.; AUDEBERT, R. Synthesis of thermoassociative copolymers. **Polymer**, v. 38, n. 10, p. 2535-2547, // 1997. ISSN 00323861 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0031143301&partnerID=40&md5=c4a89641e67ba6ba41d49a9e1013dfb9> >.

HUA, D. et al. Smart chitosan-based stimuli-responsive nanocarriers for the controlled delivery of hydrophobic pharmaceuticals. **Macromolecules**, v. 44, n. 6, p. 1298-1302, 2011. ISSN 00249297 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79952749032&partnerID=40&md5=771ec097021e44ffae5fda0f72468d0d> >.

KARAKASYAN, C. et al. Synthesis and rheological properties of responsive thickeners based on polysaccharide architectures. **Biomacromolecules**, v. 9, n. 9, p. 2419-2429, 2008. ISSN 15257797 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-52649118133&partnerID=40&md5=09be7062df5f2a3be19aa9b0d166312d> >.

LÜ, S.; LIU, M.; NI, B. Degradable, injectable poly(N-isopropylacrylamide)-based hydrogels with low gelation concentrations for protein delivery application. **Chemical Engineering Journal**, v. 173, n. 1, p. 241-250, 2011. ISSN 13858947 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-81155160935&partnerID=40&md5=6085cff48a2431d256d252bd32a925fd> >.

MARQUES, N. D. N. et al. Synthesis and characterization of carboxymethylcellulose grafted with thermoresponsive side chains of high LCST: The high temperature and high salinity self-assembly dependence. **Carbohydrate Polymers**, v. 184, p. 108-117, 2018. ISSN 01448617. Disponível em: < <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85039155297&doi=10.1016%2fj.carbpol.2017.12.053&partnerID=40&md5=f42426d11b9281a4e48bf57af20edf6f> >.

MARQUES, N. N. et al. PNIPAM-based graft copolymers prepared using potassium persulfate as free-radical initiator: synthesis reproducibility. **Colloid and Polymer Science**, p. 1-11, 2016. ISSN 0303402X. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84960328325&partnerID=40&md5=59ffcf8dc51b2271d6b9ca9c8a502cf9> >.

MOCANU, G. et al. New anionic amphiphilic thermosensitive pullulan derivatives. **Carbohydrate Polymers**, v. 84, n. 1, p. 276-281, // 2011. ISSN 01448617 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-78951470246&partnerID=40&md5=29b1abe5dc9e607e9df89ab5733fb8e8> >.

MOCANU, G. et al. Multi-responsive carboxymethyl polysaccharide crosslinked hydrogels containing Jeffamine side-chains. **Carbohydrate Polymers**, v. 89, n. 2, p. 578-585, // 2012. ISSN 01448617 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84861099163&partnerID=40&md5=d5464d3c335512a57fa767ca11121b63> >.

OTSUKA, I. et al. Thermoresponsive vesicular morphologies obtained by self-assemblies of hybrid oligosaccharide-block-poly(N-isopropylacrylamide) copolymer systems. **Langmuir**, v. 26, n. 4, p. 2325-2332, 2010. ISSN 07437463. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0->

77149126429&partnerID=40&md5=a663fd4bffa988df3987f57d675c3245 >.

PARASURAMAN, D.; LEUNG, E.; SERPE, M. J. Poly (N-isopropylacrylamide) microgel based assemblies for organic dye removal from water: microgel diameter effects. **Colloid and Polymer Science**, p. 1-12, 2012. ISSN 0303402X (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84858029194&partnerID=40&md5=cfda77590daf777c00e5416d24ce9368> >.

PARASURAMAN, D.; SERPE, M. J. Poly (N-isopropylacrylamide) microgel-based assemblies for organic dye removal from water. **ACS Applied Materials and Interfaces**, v. 3, n. 12, p. 4714-4721, 2011a. ISSN 19448244 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84857727566&partnerID=40&md5=525f20ece022885157971a5c6ee6982a> >.

PARASURAMAN, D.; SERPE, M. J. Poly (N-isopropylacrylamide) microgels for organic dye removal from water. **ACS Applied Materials and Interfaces**, v. 3, n. 7, p. 2732-2737, 2011b. ISSN 19448244 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80053625399&partnerID=40&md5=46c47ef305ae2eb0a53925b7293523c8> >.

PARK, Y. et al. Investigation of CO₂ capture mechanisms of liquid-like nanoparticle organic hybrid materials via structural characterization. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 13, n. 40, p. 18115-18122, 2011. ISSN 14639076 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80053508342&partnerID=40&md5=902af1e47e1956b8057c5b3aaac83d84> >.

PENSINI, E. et al. Carboxymethyl cellulose binding to mineral substrates: Characterization by atomic force microscopy-based Force spectroscopy and quartz-crystal microbalance with dissipation monitoring. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 402, n. 0, p. 58-67, 7/15/ 2013. ISSN 0021-9797. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021979713003111> >.

PETIT, L. et al. Synthesis of graft polyacrylamide with responsive self-assembling properties in aqueous media. **Polymer**, v. 48, n. 24, p. 7098-7112, // 2007. ISSN 00323861 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-35748946361&partnerID=40&md5=a857373bbd428980cedb848753995a57> >.

QIU, X. P.; TANAKA, F.; WINNIK, F. M. Temperature-induced phase transition of well-defined cyclic poly(N-isopropylacrylamide)s in aqueous solution. **Macromolecules**, v. 40, n. 20, p. 7069-7071, 2007. ISSN 00249297. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-35348865540&partnerID=40&md5=8f5b2aa516e4a8c7bbc04ed1a6eb6a30> >.

SEETAPAN, N. et al. Linear viscoelasticity of thermoassociative chitosan-g-poly(N-isopropylacrylamide) copolymer. **Rheologica Acta**, v. 45, n. 6, p. 1011-1018, // 2006. ISSN 00354511 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-33747517562&partnerID=40&md5=6c494feb1059582b3f96707992e0b837> >.

SHAKUN, M.; HEINZE, T.; RADKE, W. Determination of the DS distribution of non-degraded sodium carboxymethyl cellulose by gradient chromatography. **Carbohydrate Polymers**, v. 98, n. 1, p. 943-950, 10/15/ 2013. ISSN 0144-8617. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861713006620> >.

THORNE, J. B.; VINE, G. J.; SNOWDEN, M. J. Microgel applications and commercial considerations. **Colloid and Polymer Science**, v. 289, n. 5-6, p. 625-646, 2011. ISSN 0303402X (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79959265019&partnerID=40&md5=5bcd5a31d0ec0b677893e73cd3b12710> >.

TIZZOTTI, M. et al. Synthesis of temperature responsive biohybrid guar-based grafted copolymers by click chemistry. **Macromolecules**, v. 43, n. 16, p. 6843-6852, // 2010. ISSN 00249297 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-77955726039&partnerID=40&md5=b3e11c74f5c1c2a2548ee51d78b30f91> >.

TOUGHRAÏ, S. et al. Reduction-sensitive amphiphilic triblock copolymers self-assemble into stimuli-

responsive micelles for drug delivery. **Macromolecular Bioscience**, v. 15, n. 4, p. 481-489, 2015. ISSN 16165187 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84927168983&partnerID=40&md5=80be19b2afdfa8be0327ab1fa0583189> >.

VASILE, C. et al. Comparative study of the behavior of carboxymethyl cellulose-g-poly(N-isopropylacrylamide) copolymers and their equivalent physical blends. **European Polymer Journal**, v. 40, n. 6, p. 1209-1215, // 2004. ISSN 00143057 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-2342659750&partnerID=40&md5=dbd4992d1686beca632e22eed15f6cf0> >.

VASILE, C. et al. Thermoresponsive behaviour in aqueous solution of poly(maleic acid-alt-vinyl acetate) grafted with poly(N-isopropylacrylamide). **Polymer International**, v. 53, n. 8, p. 1176-1179, // 2004. ISSN 09598103 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-3342934238&partnerID=40&md5=c5fae38ce8dab009c9b6f19152b22cae> >.

VIDAL, R. R. L.; BALABAN, R.; BORSALI, R. Amphiphilic derivatives of carboxymethylcellulose: Evidence for intra- and intermolecular hydrophobic associations in aqueous solutions. **Polymer Engineering and Science**, v. 48, n. 10, p. 2011-2026, 2008. ISSN 00323888 (ISSN).

XU, J.; YE, J.; LIU, S. Synthesis of well-defined cyclic poly(N-isopropylacrylamide) via click chemistry and its unique thermal phase transition behavior. **Macromolecules**, v. 40, n. 25, p. 9103-9110, 2007. ISSN 00249297. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-37549029211&partnerID=40&md5=4b97d57c0c99fa5c2a1ff0fcbdc28313> >.

YADOLLAHI, M.; NAMAZI, H. Synthesis and characterization of carboxymethyl cellulose/layered double hydroxide nanocomposites. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 15, n. 4, // 2013. ISSN 13880764 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84874943952&partnerID=40&md5=1874e8cb2612d60e19cf591533154fd3> >.

ZEPON, K. M. et al. Glyco-nanoparticles made from self-assembly of maltoheptaose- block -poly(methyl methacrylate): Micelle, reverse micelle, and encapsulation. **Biomacromolecules**, v. 16, n. 7, p. 2012-2024, 2015. ISSN 15257797. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84937060652&partnerID=40&md5=5c1c435d19be54793d7ce60076f4557d> >.

SOBRE A ORGANIZADORA

Carmen Lúcia Voigt: Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-422-1

