



**Impactos das
Tecnologias na
Engenharia Química**

**Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)**

Atena
Editora

Ano 2019

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Química

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

134	Impactos das tecnologias na engenharia química [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Química; v. 1) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-237-1 DOI 10.22533/at.ed.371190304 1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série. CDD 660.76
-----	--

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Inovações tecnológicas surgem a todo o momento, em todo o mundo, sendo utilizadas como uma ferramenta estratégica para manutenção e crescimento dos negócios nas indústrias. A Engenharia Química foi uma das carreiras que mais contribuiu para a evolução da Era Industrial para a Era Moderna.

A preocupação em desenvolver produtos e processos de produção torna a Engenharia Química responsável por pesquisas e projetos em relação aos materiais que passam por mudanças físicas e químicas, adquirindo outras características.

A Engenharia Química trabalha com a manipulação de compostos e substâncias para se criar novos produtos. Estes produtos proporcionam uma melhoria na qualidade de vida humana, pois além de pesquisas relacionadas, existe a preocupação em viabilizar as invenções, criar métodos baratos e eficientes de fabricação em massa, implementando processos químico-industriais cada vez melhores, mais econômicos e mais ecológicos.

Neste primeiro volume, organizado para você, apresentamos o papel do Engenheiro Químico no mercado de trabalho, pois este aplica conhecimentos adquiridos no estudo de Química e de Engenharia para criar soluções voltadas à produção ou ao uso de substâncias químicas. É o profissional que constrói um elo entre a ciência e a manufatura. Cabe ao engenheiro químico lidar com a formulação e a solução de problemas associados à indústria química, bem como trabalhar na operação e manutenção de sistemas. Também são expostos, neste volume, trabalhos relacionados ao ensino teórico e prático de Engenharia Química.

Além disso, encontram-se trabalhos relacionados com aplicações estatísticas, simulações e otimização de processos para melhoria de utilização de produtos e subprodutos. Assim como são expostos trabalhos de caracterização de materiais e alterações em processos químicos utilizando novas técnicas de análise de produto, avaliando comportamento, característica de sistemas, propriedades físico-químicas e alteração de composição de produtos já utilizados no mercado.

Baseado nestes trabalhos, convidamos você a aperfeiçoar seus conhecimentos na área da Engenharia Química. Os trabalhos selecionados oportunizam uma nova visão de materiais, processos e técnicas na área, mostrando o impacto tecnológico no desenvolvimento da indústria e sua relação direta com a sociedade e meio ambiente.

Boa leitura.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O PAPEL DO ENGENHEIRO QUÍMICO NO MERCADO DE TRABALHO: PRODUÇÃO DE UM GUIA PRÁTICO DIGITAL DESTINADO AOS GRADUANDOS E DEMAIS INTERESSADOS NA PROFISSÃO	
Raphael Carlos Rosa Pereira Eder Dias da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.3711903041	
CAPÍTULO 2	8
GAMEQ: JOGO PARA O ENSINO NA ENGENHARIA QUIMICA	
Riccardo Cafagna Miguel do Valle Fróes Negreiros Falcão Felipe Emmanouil Martires Stamoglou Ana Lucia Barbosa de Souza Ewerton Emmanuel da Silva Calixto Fernando Luiz Pellegrini Pessoa	
DOI 10.22533/at.ed.3711903042	
CAPÍTULO 3	17
ELABORAÇÃO E AUTOMAÇÃO DE PROTÓTIPO DE REATOR CSTR CONSTRUÍDO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO VOLTADO À EDUCAÇÃO DE ENGENHARIA QUÍMICA	
Cristiane Daliassi Ramos de Souza Sauro Franceschi de Carvalho Emeson de Souza Lemos Kevelyn Carolina Motta Sbravati	
DOI 10.22533/at.ed.3711903043	
CAPÍTULO 4	27
PROJETO DE DIMENSIONAMENTO DE MÓDULO CONTÍNUO A PARTIR DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO IMPLEMENTAÇÃO DO ENSINO EXPERIMENTAL DE ENGENHARIA QUÍMICA	
Cristiane Daliassi Ramos de Souza Igor Moraes Bezerra Calixto Sauro Franceschi de Carvalho Matheus Macedo Teixeira Rafaela Misseia Cinque de Lima Marco Antônio de Alcântara Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.3711903044	
CAPÍTULO 5	36
O SIMULADOR DO FUTURO APLICADO À INDÚSTRIA	
Fernanda Martins	
DOI 10.22533/at.ed.3711903045	
CAPÍTULO 6	43
TERMODINÂMICA QUÍMICA – COMPREENDENDO DE FORÇAS INTERMOLECULARES A COEFICIENTE DE ATIVIDADE	
Lisandra Ferreira de Lima Admilson Lopes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.3711903046	

CAPÍTULO 7 53

DETERMINAÇÃO DE CURVAS DE EQUILÍBRIO SÓLIDO-LÍQUIDO DE SOLVENTES EUTÉTICOS PROFUNDOS (DES) EMPREGANDO A CALORIMETRIA EXPLORATÓRIA DIFERENCIAL (DSC)

Helena Pletsch
Mariana Carolina Gipiela Corrêa Dias
Marcos Rogério Mafra

DOI 10.22533/at.ed.3711903047

CAPÍTULO 8 59

ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DE FALHAS POR TÉCNICAS ESTATÍSTICAS APLICADAS A SISTEMAS DE BOMBEAMENTO HIDRÁULICO

Rebeca Albino de Jesus
Ezequiel José da Silva Honorato
Fábio George Nogueira Cruz
José Nilton Silva

DOI 10.22533/at.ed.3711903048

CAPÍTULO 9 73

COMPARAÇÃO DE PERFIS DE VELOCIDADE OBTIDOS POR TUBO DE PITOT E POR SOFTWARE DE SIMULAÇÃO ANSYS CFX

Victor Felipe Arthur Coutinho Ladeia
Rosilanny Soares Carvalho
Anna Clara Marques de Queiroz
João Carlos Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.3711903049

CAPÍTULO 10 80

ENGENHARIA DE PROCESSOS: DIMENSIONAMENTO, SIMULAÇÃO E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DE SISTEMAS DE EVAPORAÇÃO MÚLTIPLO EFEITO DE INDÚSTRIAS DE CELULOSE *KRAFT*

Jamilly Marques Gasparoni
Cássia Regina Santos Nunes Almeida
Gustavo Matheus de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.37119030410

CAPÍTULO 11 96

PROJETO DE HIDROCICLONES USANDO OTIMIZAÇÃO ROBUSTA E ESTUDO DO EFEITO DA ROBUSTEZ

Vitor Alves Garcia
Fran Sérgio Lobato
Luiz Gustavo Martins Vieira

DOI 10.22533/at.ed.37119030411

CAPÍTULO 12 111

SELEÇÃO DE VARIÁVEIS E CONTROLE DE COMPOSIÇÃO POR INFERÊNCIA DE TEMPERATURA EM PROCESSO PRODUTIVO DO ETILBENZENO

Arioston Araújo de Moraes Júnior
Leopoldo Oswaldo Alcazar Rojas
Paulo Romero de Araujo Mariz
Emanuella Francisca de Lacerda Vieira
Marcelo da Silva Pedro
Jonas Laedson Marinho da Silva Santos

DOI 10.22533/at.ed.37119030412

CAPÍTULO 13	119
INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DE PH, TEMPERATURA E TEMPO DE VAPORIZAÇÃO NO PROCESSO DE TINGIMENTO DE TECIDOS	
Wanyr Romero Ferreira Wilson Costa Resende Aline Pereira Leite Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.37119030413	
CAPÍTULO 14	128
ANÁLISE CORROSIVA DO AÇO 304 QUANDO SUBMETIDO AO PROCEDIMENTO DE GALVANOPLASTIA	
Renata de Oliveira Marinho Marcelo Batista Queiroz Eudesio Oliveira Vilar Márcia Cristina de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.37119030414	
CAPÍTULO 15	140
EFEITO DA DENSIDADE DE CORRENTE NO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE REVESTIMENTOS DE Co-W OBTIDOS POR ELETRODEPOSIÇÃO	
Arthur Filgueira de Almeida Bianca Oliveira Evaristo Josiane Dantas Costa Mikarla Baía de Sousa Nathália Cristina Morais Lia Fook Renato Alexandre Costa de Santana Ana Regina Nascimento Campos	
DOI 10.22533/at.ed.37119030415	
CAPÍTULO 16	148
FILTRO DE KALMAN ESTENDIDO E REDE NEURAL ARTIFICIAL NA ESTIMATIVA DE CONCENTRAÇÃO EM UM REATOR QUÍMICO NÃO ISOTÉRMICO	
Arioston Araújo de Moraes Júnior Leopoldo Oswaldo Alcazar Rojas Marcelo da Silva Pedro Paulo Romero de Araujo Mariz Emanuella Francisca de Lacerda Vieira Jonas Laedson Marinho da Silva Santos Rodrigo Marinho Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.37119030416	
CAPÍTULO 17	153
COMPÓSITO DE NANOCELULOSE BACTERIANA E NANOTUBOS DE CARBONO	
Guilherme Colla Vinícius Heidemann de Souza Fernanda Vieira Berti Luismar Marques Porto	
DOI 10.22533/at.ed.37119030417	

CAPÍTULO 18	160
IMOBILIZAÇÃO DE COLÁGENO HUMANO TIPO I EM MEMBRANAS DE NANOCELULOSE BACTERIANA	
Ana Carolina Jorge Meyer Emily Marques dos Reis Luismar Marques Porto	
DOI 10.22533/at.ed.37119030418	
CAPÍTULO 19	167
CENTRIFUGATION STEP CONTROL OF CELLULOSE NANOCRYSTALS SUSPENSION BY pH AND TURBIDITY MEASUREMENTS	
Mayara Felix Santana Bárbara Castro Moreira Flávia Mitsue Yamashita Nilda de Fátima Ferreira Soares José Mauro de Almeida Alvaro Vianna Novaes de Carvalho Teixeira Deusanilde de Jesus Silva	
DOI 10.22533/at.ed.37119030419	
CAPÍTULO 20	173
ESTUDO TERMODINÂMICO DA ADSORÇÃO DO CORANTE CRISTAL VIOLETA EM NANOTUBOS DE CARBONO FUNCIONALIZADOS	
Leonardo Martins Vargas Gabriel Facciochi Dörtzbacher Guilherme Luiz Dotto	
DOI 10.22533/at.ed.37119030420	
CAPÍTULO 21	181
ESTUDO DA REOLOGIA E DA SALINIDADE DE MICROEMULSÕES À BASE DE GLICERINA PARA SEREM UTILIZADAS NA RECUPERAÇÃO DE PETRÓLEO	
Amanda Brito de Carvalho Fabiola Dias da Silva Curbelo Elayne Andrade Araújo Alfredo Ismael Curbelo Garnica	
DOI 10.22533/at.ed.37119030421	
CAPÍTULO 22	196
ORGANOFILIZAÇÃO DE ARGILAS BENTONÍICAS PARA APLICAÇÃO EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO BASE MICROEMULSIONADA	
Renata Rodrigues Magalhães Roxana Pereira Fernandes de Sousa Alfredo Ismael Curbelo Garnica Fabiola Dias da Silva Curbelo Thaine Taumaturgo Caminha	
DOI 10.22533/at.ed.37119030422	

CAPÍTULO 23	201
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E VOLUMÉTRICAS DO QUEROSENE DE AVIAÇÃO E DO BIOQUEROSENE	
<p style="padding-left: 20px;">Idila Rafaela Carvalho Gonçalves Ana Clara Cazarin Queiroz Luciana Loureiro de Pinho Rolemberg de Andrade Sílvia Maria Zanini Sebrão Krishnaswamy Rajagopal</p>	
DOI 10.22533/at.ed.37119030423	
CAPÍTULO 24	210
AVALIAÇÃO REOLÓGICA DE TINTAS ACRÍLICAS COMERCIAIS E ADITIVADAS COM CARGA CONDUTORA	
<p style="padding-left: 20px;">Alex da Silva Sirqueira Monica Cristina dos Santos Vieira Monica Feijó Naccache Stanley Pires de Alcântara</p>	
DOI 10.22533/at.ed.37119030424	
CAPÍTULO 25	222
EFEITO DA ADIÇÃO DA CINZA GASEIFICADA DE CARVÃO PULVERIZADO NA FORMULAÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA	
<p style="padding-left: 20px;">Gabryella Cerri Mendonça Cristiano Corrêa Ferreira</p>	
DOI 10.22533/at.ed.37119030425	
CAPÍTULO 26	232
TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM SISTEMAS PARTICULADOS: DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA EFETIVA DE FERTILIZANTES GRANULADOS NA ESTAGNAÇÃO DE AR	
<p style="padding-left: 20px;">Hugo Perazzini Maise Tonon Bitti Perazzini Rayssa Caroline Ribeiro Bernardes João Marcos Cardoso Silva</p>	
DOI 10.22533/at.ed.37119030426	
CAPÍTULO 27	248
DETERMINAÇÃO DA SOLUBILIDADE DA UREIA EM SOLUÇÕES AQUOSAS DE ETANOL	
<p style="padding-left: 20px;">Raquel de Oliveira Silva Ana Paula Silva Capuci Raíssa Araújo de Oliveira Campos Ricardo Amâncio Malagoni</p>	
DOI 10.22533/at.ed.37119030427	
CAPÍTULO 28	255
CALIBRAÇÃO DE MEDIDORES DE VAZÃO COM ALTAS VAZÕES E VISCOSIDADES ELEVADAS: UMA ALTERNATIVA TÉCNICA À LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE ROYALTIES E PARTICIPAÇÕES ESPECIAIS	
<p style="padding-left: 20px;">Carlos Eduardo Ribeiro de Barros Barateiro Romulo Carlos da Silva Emerik</p>	
DOI 10.22533/at.ed.37119030428	
SOBRE A ORGANIZADORA	271

CENTRIFUGATION STEP CONTROL OF CELLULOSE NANOCRYSTALS SUSPENSION BY PH AND TURBIDITY MEASUREMENTS

Mayara Felix Santana

Federal University of Viçosa
Viçosa – MG

Bárbara Castro Moreira

Federal University of Viçosa
Viçosa – MG

Flávia Mitsue Yamashita

Federal University of Viçosa
Viçosa – MG

Nilda de Fátima Ferreira Soares

Federal University of Viçosa
Viçosa – MG

José Mauro de Almeida

Federal University of Bahia Recôncavo, CCAAB
Cruz das Almas – BA

Alvaro Vianna Novaes de Carvalho Teixeira

Federal University of Viçosa
Viçosa – MG

Deusanilde de Jesus Silva

Federal University of Viçosa
Viçosa – MG

ABSTRACT: In this study, hydrolyses of 3 g of cotton fiber with 65% sulfuric acid (m/v), biomass to acid ratio 1:20 (g/mL), temperature 50°C, and times 50 and 70 min were performed to obtain cellulose nanocrystals suspensions. The objective of this work was to evaluate the suspension stage of the nanocrystals in the

centrifuge by means of the supernatant pH and turbidity of each centrifugation cycle. With this, achieve a more efficient washing, with reduction of materials loss and much diluted suspensions. The nanocrystals characterization of each cycle was performed through hydrodynamic diameter and the surface charge measurements of the nanoparticles by dynamic light scattering and zeta potential, respectively. For 70 min of hydrolysis time, the results showed that the cellulose nanocrystals began to suspend at pH values around 1.0 reaching the maximum at pH 2.0, according to the turbidity results, 10 NTU and 300 NTU, respectively. After 300 NTU, the pH and turbidity of the suspensions behaved inversely. Similar results were found for 50 min of hydrolysis time. There was no significant variation in the zeta potential results between the third (-50 mV) and the fifth cycle (-55 mV) for the 70 min, and between the third (-51 mV) and the fourth cycle (-54 mV) for the 50 min time. The centrifugation control for cellulose nanocrystals suspension with pH-meter and turbidimeter was efficient. In addition, these equipments are characterized by being easy to operate and having a low cost.

KEYWORDS: Nanotechnology; Cellulose Nanocrystals; Process control; Biorefinery.

RESUMO: Normalmente, na metodologia convencional para produção de nanocristais de

celulose, o consumo de água e de energia e a geração de efluentes ácidos estão em desacordo com o conceito de sustentabilidade. Assim, um dos objetivos deste trabalho foi avaliar a fase de suspensão dos nanocristais na centrífuga por meio de medidas de pH e de turbidez do sobrenadante de cada ciclo da etapa de centrifugação. Com isso, espera-se aumentar a eficiência da etapa de lavagem, com redução de perda de materiais e obtenção de suspensões de nanocristais de celulose mais concentradas. Neste estudo, utilizou-se fibra de algodão in natura, ácido sulfúrico 65% (m/v), com razão biomassa ácido 1:20 (g/mL), temperatura 50°C, sob agitação constante, com variação do tempo de hidrólise de 50, 70 e 90 minutos. A caracterização dos nanocristais após cada ciclo de centrifugação foi realizada através da medida do diâmetro hidrodinâmico e da carga superficial das nanopartículas por meio da técnica de espalhamento dinâmico da luz e do potencial zeta, respectivamente. Para o tempo de hidrólise de 70 minutos, os resultados mostraram que os nanocristais de celulose começaram a suspender a partir de valores de pH por volta de 1,0, alcançando o máximo em pH 2,0, de acordo com os resultados de turbidez, 20 NTU e 317 NTU, respectivamente. Após 317 NTU, os valores de pH e de turbidez das suspensões comportaram de maneira inversa. Resultados similares foram obtidos para tempo de hidrólise de 50 e 90 minutos. Não houve variação significativa nos resultados de potencial zeta entre o terceiro (-51 mV) e o quinto ciclo (-56 mV) para o tempo de hidrólise de 70 minutos, entre o terceiro (-52,3 mV) e o quarto ciclo (-54,2 mV) para o tempo de 50 minutos, e entre o terceiro (-52,2 mV) e o quinto ciclo (-56,1 mV) para o tempo de 90 minutos. O controle de centrifugação para suspensões de nanocristais de celulose através de medidas de pH e de turbidez se mostrou eficiente. Além do que, os equipamentos de medição para esses parâmetros são de fácil operação e possuem baixo custo.

PALAVRAS-CHAVE: Nanotecnologia; Nanocristais de celulose; Controle de processo; Biorrefinaria.

1 | INTRODUCTION

Cellulose nanocrystals are the crystalline domains of cellulosic sources, as shown in the Figure 1 (KAUSHIK et al., 2015). These nanoparticles, when isolated, have been evaluated as reinforcement material in polymeric matrixes due to their potential to improve, among others, the mechanical, optical, and dielectric properties of these matrixes (SILVA and D'ALMEIDA, 2009; SOUZA LIMA and BORSALI, 2004).

Although there is a relatively large number of studies investigating the conditions for obtaining nanocrystals, some aspects of the isolation steps still need to be clarified in order to contribute to the economic viability of the production process of these nanomaterials at the commercial level. Normally, in the conventional methodology, the consumption of water and energy, and the generation of acidic effluents are in disagreement with the sustainability concept.

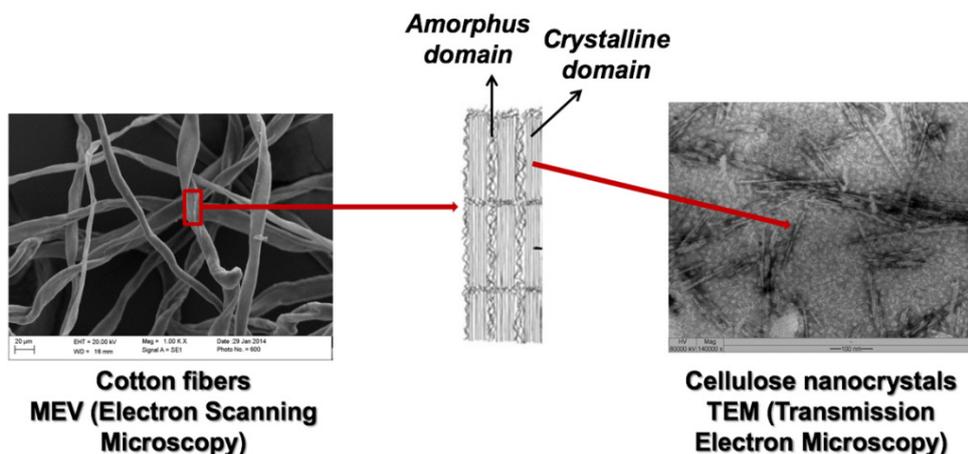


Figure 1 - Photomicrograph of cellulose nanocrystals from cotton fiber.

Photomicrograph source of: LABPIM (*Laboratory of Industrial Processes and Materials*)

Another important aspect would be that, during the centrifugation step, big amount of low concentration suspension, composed by suspensions of the various cycles, is generally obtained in three to five cycles. Thus, the objective of this work was to evaluate the nanocrystals suspensions in the centrifugation step by measuring the supernatant pH and turbidity of each centrifugation cycle, in order to try to achieve a more efficient washing, with reduction of materials loss or obtaining of very diluted suspensions.

2 | MATERIALS

Sample of Brazilian cotton fibers, from Minas Gerais State textile industry, was used in this study.

3 | METHODOLOGY

The fibers were pretreated prior to initiating the hydrolysis. A cleaning step was taken to remove foreign materials. The fibers were then pretreated with 2% NaOH for 60 min at 70 ° C in an oven under frequent stirring. The fibers were then washed with distilled water and centrifuged in household equipment for 10 minutes to remove free water. The sample was then left in desiccator for 24 hours to remove remaining water. The time was enough to reach constant mass. All fiber samples to be hydrolyzed were subjected to the same procedure. The yield of the alkaline treatment was close to 97%.

Conventional hydrolysis methodology performed in the LAPIM, was adopted. Hydrolyses of 3 g dry of cotton fiber with 65% sulfuric acid (m/v), biomass to acid ratio 1:20 (g/mL), temperature 50°C, and times 50 and 70 min were performed. The centrifugation step was evaluated after each wash cycle generating 6 supernatants with different pH and turbidity values. This procedure was performed for the two hydrolysis

times under study.

4 | RESULTS AND DISCUSSION

The results show that each centrifugation cycle presents different pH and turbidity characteristics for each supernatant, as shown in the figure 2. As the hydrolysate is washed (centrifugation cycles), the pH of the suspensions increases, the sulfonic groups present on the nanocrystals surfaces are ionized and they behave like colloidal nanoparticles. In this case, it can be seen that the nanoparticles null charge point was between 1 and 2.

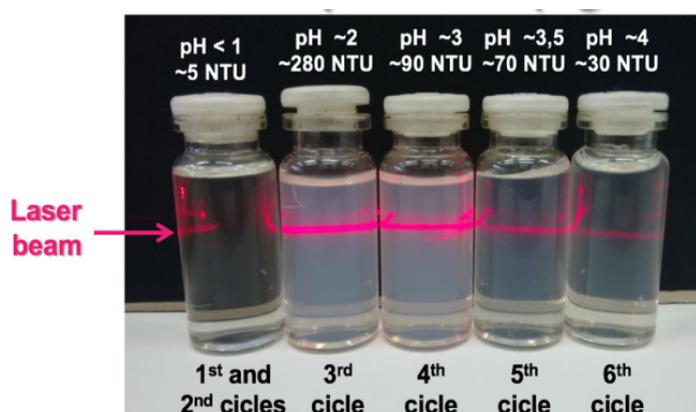


Figure 2 - values of pH and turbidity of the supernatant as a function of the spin cycle.

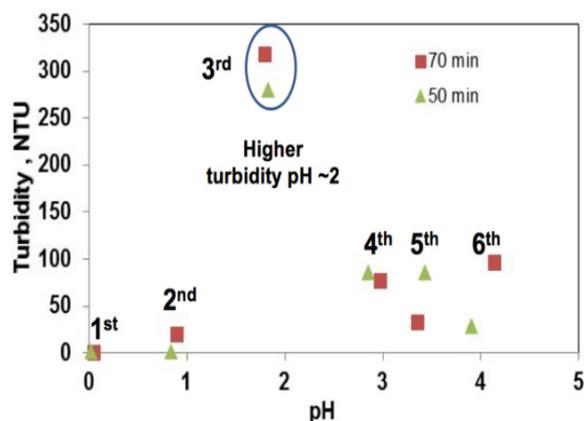


Figure 3 - Turbidity behavior in relation to pH.

For both hydrolysis times, the highest turbidity value was around pH 2, as shown in the figure 3. For 70 min of hydrolysis time, the results showed that the cellulose nanocrystals began to suspend at pH values around 1.0 reaching the maximum at pH 2.0, according to the turbidity results, 10 NTU and 300 NTU, respectively. After 300 NTU, the pH and turbidity of the suspensions behaved inversely. Similar results were found for 50 min of hydrolysis time. It was also observed that there was increase in cellulose nanocrystals size with the increase of pH for the two times of hydrolysis

studied.

It was also observed that there was increase in cellulose nanocrystals hydrodynamic diameter with the increase of pH for the both times of hydrolysis studied (Figure 4). There was no significant variation in the zeta potential results between the third (-50 mV) and the fifth cycle (-55 mV) for the 70 min, and between the third (-51 mV) and the fourth cycle (-54 mV) for the 50 min time (Figure 5).

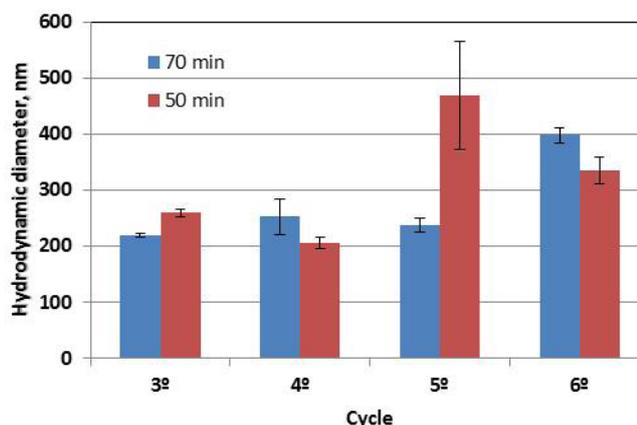


Figure 4: Cellulose nanocrystals hydrodynamic diameter as a function of the centrifugation cycle.

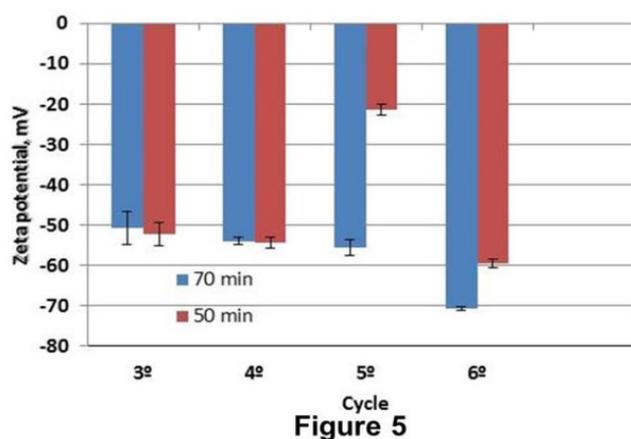


Figure 5

Figure 5: Cellulose nanocrystals hydrodynamic zeta potential as a function of the centrifugation cycle.

5 | CONCLUSION

The centrifugation control for cellulose nanocrystals suspension with pH-meter and turbidimeter was efficient and has a potential to be applied at larger scale. In addition, these equipments are characterized by being of easy operation and of low cost. Higher turbidity value was found for pH values close to 2 for both hydrolysis times. pH and turbidity measurements may help in deciding which supernatants should be chosen to obtain a single suspension without high volume generation.

6 | ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful for the CAPES, CNPq and FAPEMIG financial supports.

REFERENCES

KAUSHIK, M.; FRASCHINI, C.; CHAUVE, G.; PUTAUX, J.; MOORES, A. Transmission electron microscopy for the characterization of cellulose nanocrystals. **The Transmission Electron Microscope, Intech**, v. 129, p. 163, 2015.

SILVA, D.J., D'ALMEIDA, M.L.O. Nanocristais de celulose. **O Papel**, v: 70, n. 07, p. 34-52, 2009.

SOUZA LIMA, M.M., BORSALI, R. (2004): Rodlike Cellulose Microcrystals: Structure, Properties, and Applications. **Macromol. Rapid Commun.** 25: 771-787.

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 978-85-7247-237-1

