



A Produção do Conhecimento na Engenharia Química

**Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)**

Atena
Editora
Ano 2019



A Produção do Conhecimento na Engenharia Química

**Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)**

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



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
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^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª 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 Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P964	A produção do conhecimento na engenharia 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 978-85-7247-747-5 DOI 10.22533/at.ed.475190611 1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. CDD 660.76
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A Engenharia Química, devido preocupação em desenvolver produtos e processos de produção, é responsável por pesquisas e projetos em relação aos materiais que passam por mudanças físicas e químicas, adquirindo outras características. A manipulação de compostos e substâncias para se criar novos produtos é o foco da Engenharia Química. 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, implementar processos químico-industriais cada vez melhores, mais econômicos e mais ecológicos.

O mercado de trabalho na área da Engenharia Química volta-se, por exemplo, para as áreas de energias renováveis (biocombustíveis), para a extração de óleos vegetais e para a produção de ração animal. Há espaço nas indústrias de tintas prediais e automotivas (máquinas agrícolas), nas indústrias têxteis, de cosméticos e higiene pessoal, assim como nas indústrias de tratamento de superfícies metálicas e não metálicas. Os profissionais também podem atuar nas indústrias de transformação dos polímeros, de gemas e joias, de erva-mate, frigoríficas e em laticínios, bem como nas indústrias farmacêuticas e de medicamentos.

Neste volume, organizado para você, apresentamos a produção de conhecimento na Engenharia Química através da realização de pesquisas diversas que abrangem desde nanomateriais na indústria de fármacos, métodos para degradação de poluentes, recuperação e purificação de compostos tanto de origem orgânica ou inorgânica, métodos de adsorção de corantes, até síntese de materiais, como óxido de grafeno e zeólita sodalita, por questões ambientais e energéticas.

Com base nestes trabalhos, convidamos você a aprimorar seus conhecimentos na área da Engenharia Química. Os trabalhos selecionados oportunizam uma nova visão de materiais, métodos e técnicas, mostrando a produção de conhecimento na área bem como 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
NANOMATERIAIS NA INDÚSTRIA DE FÁRMACOS	
Marlucia Ribeiro Barbosa Bourguignon	
Mariana César	
Iara Sperandio	
Damaris Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.4751906111	
CAPÍTULO 2	11
PRODUÇÃO DE FOTOCATALISADORES PARA DEGRADAÇÃO DOS HORMÔNIOS 17 β -ESTRADIOL E 17 α -ETINILESTRADIOL	
Ramiro Picoli Nippes	
Sérgio Ursulino Junior	
Tháisa Frossard Coslop	
Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante	
DOI 10.22533/at.ed.4751906112	
CAPÍTULO 3	22
MICROENCAPSULAMENTO DE ÓLEOS ESSENCIAIS: CONCEITOS E APLICAÇÕES	
Lidiane Diniz do Nascimento	
Márcia Moraes Cascaes	
Kauê Santana da Costa	
Eloisa Helena de Aguiar Andrade	
Elisângela Lima Andrade	
Cristiane Maria Leal Costa	
Lênio José Guerreiro de Faria	
DOI 10.22533/at.ed.4751906113	
CAPÍTULO 4	36
ANÁLISE TERMODINÂMICA DA FORMAÇÃO DE HIDROGÊNIO E GÁS DE SÍNTESE AO LONGO DA REAÇÃO DE GASEIFICAÇÃO COM ÁGUA SUPERCRÍTICA DO GLICEROL	
Julles Mitoura dos Santos Junior	
Annamaria Doria Souza Vidotti	
Reginaldo Guirardello	
Antônio Carlos Daltro de Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.4751906114	
CAPÍTULO 5	49
PERFORMANCE OF A CYCLONE ADAPTED WITH WATER SPRAYERS	
Ana Clara Alves Justi	
Gabriel Henrique Justi	
Mônica Lopes Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.4751906115	

CAPÍTULO 6 62

SISTEMAS AQUOSOS BIFÁSICOS: UMA PLATAFORMA PARA A EXTRAÇÃO E PURIFICAÇÃO DE COMPOSTOS

Luan Vittor Tavares Duarte de Alencar
Laís Maria Santos Passos
Ricardo Porto Santos
Cleide Mara Faria Soares
Álvaro Silva Lima
Ranyere Lucena de Souza

DOI 10.22533/at.ed.4751906116

CAPÍTULO 7 75

AValiação DO EQUILÍBRIO DE ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO EM BIOCARVÃO PREPARADO POR PIRÓLISE DE CASCA DE EUCALIPTO

Lucas Destefani Paquini
Ueslei Giori Favero
Ruan de Oliveira Alves
Cynthia Pereira dos Santos
Jean Cota Coura
Renato Ribeiro Passos
Luciene Paula Roberto Profeti
Demetrius Profeti

DOI 10.22533/at.ed.4751906117

CAPÍTULO 8 85

INFLUÊNCIA DA AGITAÇÃO, pH E TEMPERATURA NO ESTUDO DA CINÉTICA E EQUILÍBRIO DE ADSORÇÃO DO CORANTE VERMELHO CONGO

Priscila Pereira Silva
Bruno Henrique Peressin Lanzoni
Evandro Roberto Alves

DOI 10.22533/at.ed.4751906118

CAPÍTULO 9 99

TINGIMENTO DE POLIAMIDA ADICIONANDO β -CICLODEXTRINA AO BANHO DE TINGIMENTO

Ana Luísa Alves Musialak
Bruna Thaisa Martins Ferreira
Washington Luiz Félix Santos

DOI 10.22533/at.ed.4751906119

CAPÍTULO 10 106

PREPARAÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFITE PARA PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS $\text{Cu@TiO}_2/\text{RGO}$ UTILIZADOS COMO FOTOCATALISADORES

Jean César Marinozi Vicentini
Eduardo Sbardellati Barbieri
Gimerson Weigert Subtil
Nathalia Caputo da Silva
Fernanda Ribeiro Gaspar Branco da Silva
Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante

DOI 10.22533/at.ed.47519061110

CAPÍTULO 11 118

SÍNTESE DE ZEÓLITA TIPO SODALITA A PARTIR DA CINZA VOLANTE

Emerson Cardoso Rodrigues
José Antônio da Silva Souza
Emanuel Negrão Macêdo
Carlos Augusto da Rocha Junior
Alice dos Prazeres Pinheiro
Romero Moreira de Oliveira
Dilson Nazareno Pereira Cardoso
Wenderson Gomes dos Santos
Bruno Maués Farias

DOI 10.22533/at.ed.47519061111

SOBRE A ORGANIZADORA..... 132

ÍNDICE REMISSIVO 133

TINGIMENTO DE POLIAMIDA ADICIONANDO β -CICLODEXTRINA AO BANHO DE TINGIMENTO

Ana Luísa Alves Musialak

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Têxtil
Goioerê - Paraná

Bruna Thaisa Martins Ferreira

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia Química
Maringá – Paraná

Washington Luiz Félix Santos

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia Têxtil
Goioerê - Paraná

RESUMO: Neste trabalho fez-se o estudo do tingimento de tecidos de malha de poliamida com elastano com o corante disperso vermelho 60 (C.I. Disperse Red 60) com adição de β -ciclodextrina diretamente ao banho de tingimento como substituto ao dispersante comercial. Foram realizados experimentos de tingimento para obtenção dos dados cinéticos e de equilíbrio de adsorção na temperatura de 80 °C. Para o estudo cinético foi utilizado 1% de corante sobre o peso da fibra (s.p.f), com uma relação de banho de 1:22. Determinou-se o tempo de equilíbrio do tingimento de 720 minutos. O estudo do equilíbrio de adsorção foi realizado abrangendo uma faixa de 100 mgL⁻¹ a 1400mgL⁻¹ de corante. Os dados cinéticos do

tingimento foram melhor ajustados ao modelo de pseudo segunda ordem e os dados de equilíbrio foram mais bem ajustados ao modelo de isoterma de Langmuir.

PALAVRAS-CHAVE: tingimento têxtil, poliamida, β -ciclodextrina.

DYEING OF POLYAMIDE ADDING

β -CYCLODEXTRIN TO THE DYEING BATH

ABSTRACT:In this work, the dyeing of a knitted polyamide with elastane fabrics with disperse dye red 60 (C.I. Disperse Red 60) by adding β -cyclodextrin directly to the dyeing bath as a substitute for commercial dispersant was studied. Dyeing experiments were performed to obtain kinetic and adsorption equilibrium data at 80 ° C. For the kinetic study, 1% of dye was used on weight fiber (o.w.f) and liquor ratio of 1:22. The dyeing equilibrium time was found to be 720 minutes. From this, an adsorption equilibrium study covering a range of 100 mg L⁻¹ to 1400 mg L⁻¹ of dye was performed. The kinetic dyeing data were better fitted to the pseudo second order model and the dyeing equilibrium data were better fitted to the Langmuir isotherm model.

KEYWORDS: textile dyeing, polyamide, β -cyclodextrin.

1 | INTRODUÇÃO

A poliamida é uma fibra sintética, caracterizada por possuir amidas em sua cadeia principal. Comercialmente, se destacam as poliamidas 6 e 6.6. As poliamidas podem ser tingidas com corantes dispersos, ácidos, diretos, complexos metálicos, reativos e ao cromo, cada um dos corantes interage com a fibra por meio de um mecanismo específico, atribuindo diferentes características ao substrato têxtil. No caso dos corantes dispersos, quando aplicados à poliamida, auxiliam em cobrir os barramentos, causados intrinsecamente na produção destas (SALEM, 2010).

De acordo com Broadbent (2001) o tingimento da poliamida com corantes dispersos é econômico e fácil de aplicar. A substantividade corante disperso-poliamida ocorre em virtude de uma combinação de ligações de hidrogênio, forças de dispersão, bem como, possivelmente, forças de interação dipolo-dipolo e dipolo-induzido dipolo (BURKINSHAW, 1995).

Para melhorar a eficiência do processo de tingimento são utilizados agentes auxiliares. Os igualizantes, por exemplo, atuam na uniformização da adsorção do corante na fibra, já os dispersantes são responsáveis pela distribuição do corante no banho. Contudo, destaca Carpignano *et al.*, (2010) que esses auxiliares são produtos sintéticos, obtidos de fontes não renováveis e causam problemas ambientais, devido a sua baixa biodegradabilidade.

As ciclodextrinas (CDs) são oligossacarídeos cíclicos, constituídos de 6 a 8 ($\alpha = 6$, $\beta = 7$, $\gamma = 8$) unidades de D-(+)-glicopiranosose, e são formadas durante a degradação enzimática do amido pela enzima *ciclodextrina glicosil transferase (CGTase)* (SZEJTLI, 1998; BEKERS *et al.*, 1991). As CDs, obtidas de fontes renováveis, são biodegradáveis e uma das suas características mais importantes é a habilidade em formar complexos de inclusão hidrossolúveis com uma grande variedade de moléculas, alterando suas propriedades físico-químicas. A principal condição para que ocorra a formação do complexo é adaptação, mesmo que parcialmente, do substrato à cavidade da CD, (VENTURINI *et al.*, 2008; ANDREAUS *et al.*, 2010).

Nas últimas décadas ocorreu um grande progresso no desenvolvimento de substâncias encapsuladas usando CDs, inclusive na área têxtil, com aplicação no beneficiamento têxtil, onde são empregadas como auxiliares de tingimento e nos processos de lavagem, melhorando o rendimento e a uniformidade do tingimento e também na modificação de fibras (ANDREAUS *et al.*, 2010).

Alguns estudos investigaram o uso das ciclodextrina como auxiliar de tingimento para fibras de poliéster e poliamida (CARPIGNANO, 2010; BENDAK *et al.*, 2010), no entanto, sem investigar os dados relacionados a cinética e ao equilíbrio do tingimento. Este trabalho apresenta um estudo cinético e de equilíbrio do tingimento de poliamida com corante disperso utilizando β -ciclodextrina como auxiliar no banho de tingimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Malha 80% poliamida 20% elastano, pré-fixado, fio 70/68, gramatura 177,46 \pm 0,02 g/m², fornecida pela empresa Malharia Princesa S/A. Corante Vermelho disperso E-2BL (C.I. Disperse Red 60) proveniente da Indústria Golden Química Ltda. Dispersante Goldsoltdsp, proveniente da Indústria Golden Química Ltda. Igualizante Goldgen PES CONC, proveniente da Indústria Golden Química Ltda. β -ciclodextrina (CAVAMAX W7), fornecida pela Wacker Chemical Co, com massa molar de 1135 g mol⁻¹ teor de umidade de 16 %. Carbonato de Sódio, fornecido pela Sintex Tinturaria Industrial Ltda. Detergente industrial, fornecido pela Sintex Tinturaria Industrial Ltda.

Métodos

As malhas foram caracterizadas em termos de composição e gramatura. Em seguida, as malhas foram lavadas em banho-maria à 80°C por 40 minutos, com emulgador não iônico e carbonato de sódio, após foram enxaguadas manualmente e secadas em temperatura ambiente.

Para estimar a concentração de corante remanescente no banho de tingimento foi utilizada a técnica de espectrofotometria UV-Vis utilizando um espectrofotômetro da marca SHIMADZU-1601DC. A curva de calibração foi obtida a partir de uma solução aquosa de corante e β -ciclodextrina. O valor do comprimento de onda de máxima absorção utilizado foi de 592 nm.

Foi realizado o estudo cinético e de equilíbrio de adsorção na temperatura de 80 °C. Para todos os ensaios de tingimento foi utilizado uma relação de banho (RB) de 1:22 (massa de fibra: volume de banho), corante disperso, β -ciclodextrina na proporção molar de 2:1 (β -CD:corante), agentes dispersantes (0,5mL) e agente igualizante variando conforme percentual de corante, da seguinte forma: 0,3, 0,5 e 0,8 mL para 3,2 e 1% de corante s.p.f, respectivamente.

Para o estudo cinético, foi utilizado 1% de corante s.p.f e foi avaliado o tingimento ocorrido entre 10 minutos até 2190 minutos, com um total de 20 pontos avaliados. Por meio da cinética de adsorção foi possível estimar o tempo mínimo necessário para atingir o equilíbrio entre a concentração de corante na solução e o substrato têxtil durante o processo de tingimento. O tempo de 720 minutos foi utilizado para o estudo de equilíbrio de adsorção, onde a concentração do corante utilizada variou de 100 a 1400 mg L⁻¹ (corante/solução), totalizando 14 concentrações diferentes.

Após todos os ensaios de tingimentos foi realizada uma lavagem da malha tingida a 40°C por 40 minutos, com emulgador não iônico e carbonato de sódio. Estas

foram enxaguadas manualmente e secadas em temperatura ambiente. Os dados experimentais de equilíbrio obtidos foram ajustados aos modelos de isotermade Langmuir, Freundlich e Toth, conforme os modelos apresentados (Equações 1, 2 e 3, respectivamente) e os dados cinéticos foram ajustados aos modelos cinéticos de pseudo primeira ordem e pseudo segunda ordem (Equações 4 e 5, respectivamente) (AYAWEI *et al.*, 2017).

$$q_e = \frac{q_{max} bC_{eq}}{1 + bC_{eq}} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$q_e = \frac{q_{max} bC_{eq}}{[1 + bC_{eq}]^{1/cs}} \quad (\text{Eq. 2})$$

$$q_e = b \cdot C^{1/n_f} \quad (\text{Eq. 3})$$

$$q = q_e(1 - 1^{-kt}) \quad (\text{Eq. 4})$$

$$q = \frac{(qe^2kt)}{1 + kqet} \quad (\text{Eq. 5})$$

2 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O gráfico da cinética de tingimento, representando a quantidade de corante adsorvido na fibra pelo tempo de tingimento, juntamente com os ajustes dos modelos de pseudo primeira e pseudo segunda ordem está apresentado na Figura 1. Os resultados dos ajustes cinéticos de pseudo primeira e segunda ordem, apresentados na Tabela 1, indicam um valor de R² melhor para o ajuste de pseudo segunda ordem, indicando uma melhor adequação desta. O modelo de pseudo segunda ordem tem sido utilizado por diversos autores para representar os dados cinéticos do processo de tingimento de fibras hidrofóbicas com corantes dispersos (AHANI *et al.*, 2012; HAMDAOUI *et al.*, 2015; KODRIC *et al.*, 2016).

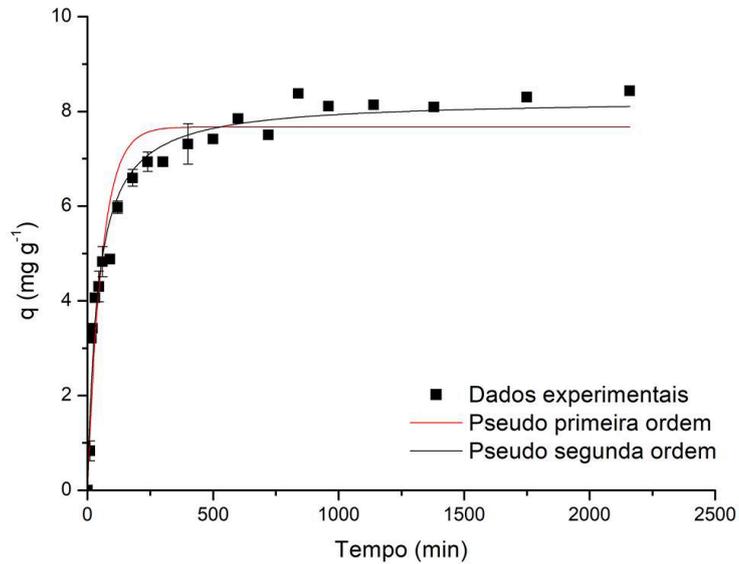


Figura 1. Dados da cinética de adsorção e modelagem matemática.

Pseudo Primeira ordem		Pseudo Segunda Ordem	
R ²	0,9163	R ²	0,9679
q _e	7,670	q _e	8,249
K	0,017	K	0,003

Tabela 1. Parâmetros dos modelos cinéticos utilizados.

Na Figura 2 são apresentados os dados de equilíbrio, bem como os modelos de isotermas. Pode ser observado que os modelos que mais se adequaram aos dados de equilíbrio de adsorção foram o de Toth e de Langmuir. Essa afirmação é ressaltada pelos valores de R² e da função objetivo apresentados na Tabela 2. No entanto o critério de informação Akaike (AICc) de Langmuir é mais negativo em comparação a Toth, o que indica um melhor ajuste deste.

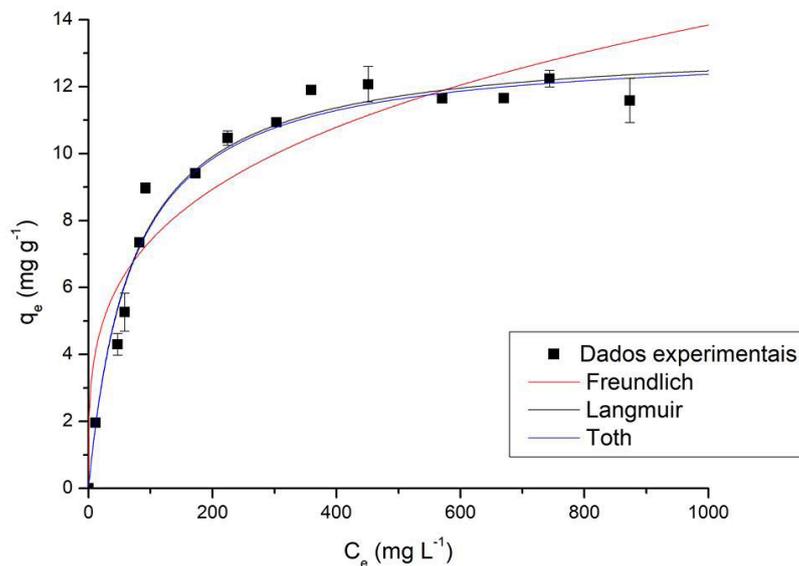


Figura 2. Dados de equilíbrio e modelagem matemática.

Freundlich		Langmuir		Toth	
K	2.111	Q_{max}	13.33	Q_{max}	14.02
n	3.673	b	0.0144	b	0.0134
				CS	1.014
F_{obj}	0.162	F_{obj}	0.041	F_{obj}	0.041
R^2	0.951	R^2	0.988	R^2	0.988
AICc	13.72	AICc	-80.49	AICc	-76.67

Tabela 2. Parâmetros dos modelos isotérmicos utilizados.

De acordo com Atav (2012) a isoterma de Langmuir, é adequada para descrever a adsorção de corantes por certas fibras têxteis. Considerado em termos de tingimento, o postulado básico da isoterma de Langmuir é que a adsorção do corante ocorre em locais específicos na fibra e, quando uma molécula de corante ocupa um sítio, este fica saturado e incapaz de uma adsorção posterior (CEGARRA *et al.*, 1981).

Bai & Song (2005) estudaram as propriedades do tingimento de super-microfibras e fibras convencionais de poliamida com corantes dispersos e a análise termodinâmica mostrou que a isoterma de adsorção das super-microfibras e das fibras convencionais seguem o modelo de adsorção de Langmuir. Brody (1965) também considera que os corantes dispersos são adsorvidos em fibras de poliamida pelo mecanismo de Langmuir, o que corrobora com os resultados obtidos nesse trabalho.

CONCLUSÕES

Por meio da cinética de adsorção do tingimento foi possível encontrar o tempo de equilíbrio de adsorção de 720 minutos e de acordo com a modelagem matemática o modelo de pseudo segunda ordem é o mais adequado para representar a cinética de adsorção do tingimento da poliamida com corante disperso utilizando β -ciclodextrina. Para os dados de equilíbrio, os modelos que melhor se ajustaram aos dados foram os modelos de isoterma de Langmuir e a Toth, no entanto, de acordo com seus princípios o modelo de Langmuir é o mais adequado para descrever os dados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao PIBIC/CNPq-FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA-UEM pela concessão da bolsa, ao Prof. Dr. Washington Luiz Félix Santos e à doutoranda Bruna Thaisa Martins Ferreira pela orientação.

REFERÊNCIAS

- AHANI, M.; KHATIBZADEH, M.; MOHSENI, M. **Kinetic of disperse dyeing on compounded PET (polyethylene terephthalate) using hyperbranched polymeric additive as a nanomaterial.** *Progress in Color Colorants and Coating*, v. 5, p. 117-125, 2012.
- ANDREAUS, J.; DALMOLIN, M.C.; OLIVEIRA JUNIOR, I.B.; BARCELLOS, I.O. **Aplicação de ciclodextrinas em processos têxteis.** *Química Nova*, v.33, n.4, p. 929 – 937, 2010.
- ATAV, R. Thermodynamics of wool dyeing. In: MORALES-RODRIGUES, R. **Thermodynamics – Fundamentals and its application in science.** 2 Ed., InTech, 2012, p. 247-262.
- AYAWEI, N; EBELEGI, A. N; WANKASI D. **Modelling and Interpretation of adsorption Isotherms.** *Hindawi Journal of Chemistry*, v. 2017, p. 1-11, 2017.
- BAI, G.; SONG, X. Y. **Dyeing properties of polyamide super-microfibre with disperse dyes.** *Coloration Technology*, v. 121, p. 329-331, 2005.
- BEKERS, O.; UIJTENDAAL, E. V.; BEIJNEN, J. H.; BULT, A.; UNDERBERG, W. J. M. **Cyclodextrins in the pharmaceutical field.** *Drug Development and Industrial pharmacy*, v. 17, n. 11, p. 1503-1549, 1991.
- BENDAK, A.; ALLAM, O. G.; EL GABRY, L. K. **Treatment of polyamides fabrics with cyclodextrins to improve antimicrobial and thermal stability properties.** *The Open Textile Journal*, v. 3 p. 6-13, 2010.
- BROADBENT, A. D. **Basic principles of textile coloration.** Canada: Society of Dyers and Colourists, 2001.
- BRODY, H. **The location of acid and disperse dyes in polyamides.** *Textile Research Journal*, v. 35, n. 10, p. 885-902, 1965.
- BURKINSHAW, S. M. **Chemical principles of synthetic fibre dyeing.** 1 Ed., *Springer Science*, 1995, 223 p.
- CARPIGNANO, R.; PARLATI, S.; PICCININI, P.; SAVARINO, P.; RITA DE GIORGI, M. e FOCHI, R. **Use of β -cyclodextrin in the dyeing of polyester with low environmental impact.** *Coloration Technology*, v. 126, p. 201-208, 2010.
- CEGARRA, J.; PUENTE, P.; VALLDEPERAS, J. **Fundamentos científicos y aplicados de la tintura de materias textiles.** Terrasa, 1981, 756 p.
- HAMDAOUI, M.; LANOUAR, A.; HALAOUA, S. **Study of fluorescent dyeing process and influence of mixture dyes on high-visibility.** *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, v. 10, n. 1, p. 89-96, 2015.
- KODRIC, M.; STOJANOVIC, S.; MARKOVIC, B.; DJORDJEVIC, D. **Modelling of polyester fabric dyeing in the presence of ultrasonic waves.** *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, p.22, 2016
- SALEM, V. **Tingimento têxtil: fibras, conceitos e tecnologias.** São Paulo: Blucher, 2010, 297 p.
- SZEJTLI, J. **Introduction and general overview of cyclodextrin chemistry.** *Chemical Review*, v. 98, p.1743-1753, 1998.
- VENTURINI, C.G.; NICOLINI, J.; MACHADO, C.; MACHADO, V. G. **Propriedades e aplicações recentes das ciclodextrinas.** *Química Nova*, v. 31, n. 2, p. 360-369, 2008.

ÍNDICE REMISSIVO

SÍMBOLOS

β -ciclodextrina 99, 100, 101, 104

A

Adsorção 14, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 106, 109

Adsorvente 75, 80, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 90, 93, 95, 97, 131

ATR 106, 107

B

Bagaço de cana 85, 86, 87, 88, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97

Bagasse 49, 51, 60, 86, 98

Biomassa 36, 38, 39, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 68, 71, 75, 78

C

Carvão ativado 75, 78, 85, 87, 88, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98

Cinética 5, 85, 87, 89, 94, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 130

Cogeneration 49

Collection 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60

Compostos de interesse 39, 62

Corantes 62, 67, 69, 70, 71, 75, 76, 77, 86, 87, 92, 93, 94, 98, 100, 102, 104

Couro wetblue 85, 87, 88, 91, 92, 93, 94, 95, 97

D

Dióxido de titânio 11, 13, 18, 109

DRX 106, 107, 123, 125, 126

E

Efficiency 2, 12, 32, 34, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 73, 76, 86

F

Fármacos de liberação controlada 1

Fotocatálise heterogênea 11, 13, 20

G

Glicerol 36, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47

Grafeno 3, 8, 14, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115

H

Hammers modificado 106

I

Irradiação solar 11, 15

Isotermas 75, 79, 80, 81, 83, 85, 87, 90, 95, 96, 97, 103

M

Maximização de entropia 36, 39, 40, 42

Mercado de óleos essenciais 22, 24

Microencapsulação 22, 23, 25, 27, 28, 31, 32

N

Nanopartículas 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 26

Nanotecnologia 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9

P

Particulate material 49, 50, 52, 55, 57

Poliamida 99, 100, 101, 104

Purificação 62, 63, 66, 67, 68, 69, 71, 74, 79

R

Raman 106, 107, 113, 114

Recuperação 62, 70

S

SCWG 36, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47

Síntese hidrotérmica 120, 125

Sistemas aquosos bifásicos 62, 63, 69, 70, 71

Sodalita 118, 119, 120, 121, 125, 126, 127, 128, 129

Spray drying 22, 23, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35

T

Tingimento têxtil 99, 105

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-747-5

