



# 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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>27</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>36</b>
O SIMULADOR DO FUTURO APLICADO À INDÚSTRIA	
Fernanda Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>43</b>
TERMODINÂMICA QUÍMICA – COMPREENDENDO DE FORÇAS INTERMOLECULARES A COEFICIENTE DE ATIVIDADE	
Lisandra Ferreira de Lima Admilson Lopes Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903046</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>53</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903047</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>59</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903048</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>73</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903049</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>80</b>
ENGENHARIA DE PROCESSOS: DIMENSIONAMENTO, SIMULAÇÃO E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DE SISTEMAS DE EVAPORAÇÃO MÚLTIPLO EFEITO DE INDÚSTRIAS DE CELULOSE <i>KRAFT</i>	
Jamilly Marques Gasparoni Cássia Regina Santos Nunes Almeida Gustavo Matheus de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030410</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>96</b>
PROJETO DE HIDROCICLONES USANDO OTIMIZAÇÃO ROBUSTA E ESTUDO DO EFEITO DA ROBUSTEZ	
Vitor Alves Garcia Fran Sérgio Lobato Luiz Gustavo Martins Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030411</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>111</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030412</b>	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>119</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>128</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>140</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>148</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>153</b>
COMPÓSITO DE NANOCELULOSE BACTERIANA E NANOTUBOS DE CARBONO	
Guilherme Colla Vinícius Heidemann de Souza Fernanda Vieira Berti Luismar Marques Porto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030417</b>	

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>160</b>
IMOBILIZAÇÃO DE COLÁGENO HUMANO TIPO I EM MEMBRANAS DE NANOCELULOSE BACTERIANA	
Ana Carolina Jorge Meyer Emily Marques dos Reis Luismar Marques Porto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>167</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>173</b>
ESTUDO TERMODINÂMICO DA ADSORÇÃO DO CORANTE CRISTAL VIOLETA EM NANOTUBOS DE CARBONO FUNCIONALIZADOS	
Leonardo Martins Vargas Gabriel Facciochi Dörtzbacher Guilherme Luiz Dotto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>181</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>196</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030422</b>	



<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>201</b>
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  Silvia Maria Zanini Sebrão  Krishnaswamy Rajagopal</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030423</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>210</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>222</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030425</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>232</b>
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  Maisa Tonon Bitti Perazzini  Rayssa Caroline Ribeiro Bernardes  João Marcos Cardoso Silva</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030426</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>248</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030427</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>255</b>
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>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030428</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>271</b>

## INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DE PH, TEMPERATURA E TEMPO DE VAPORIZAÇÃO NO PROCESSO DE TINGIMENTO DE TECIDOS

**Wanyr Romero Ferreira**

Instituto de Educação Tecnológica  
Belo Horizonte – MG

**Wilson Costa Resende**

Instituto de Educação Tecnológica  
Belo Horizonte - MG

**Aline Pereira Leite Nunes**

Instituto de Educação Tecnológica  
Belo Horizonte - MG

**RESUMO:** O processo de tingimento de tecidos é a etapa mais complexa dentre as várias etapas envolvidas na indústria têxtil. Falhas neste processo têm repercussões na qualidade do produto final e geram custos pela perda de corante, insumos químicos, necessidade de reprocesso, dentre outros. Este trabalho analisou os efeitos da temperatura, pH e tempo de vaporização sobre a cor de três tipos de tecidos no processo de tingimento. Os testes experimentais foram feitos em uma indústria têxtil localizada em Itaúna, MG. Utilizou-se uma amostra de 90 pedaços de tecidos selecionados com três diferentes percentuais de fibras (100% algodão, misto com 67% poliéster e 33% algodão e 100% poliéster). Por meio de um espectrofotômetro, pôde-se verificar o grau de afastamento do padrão esperado para a cor. Os resultados indicaram que os três parâmetros

analisados influenciam de forma diferente no processo de tingimento, pois a fixação e o rendimento do corante dependem do tipo de tecido. Assim, para minimizar as falhas relativas às variações no padrão de cor, os parâmetros de tingimento devem ser considerados de forma particular em cada situação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indústria têxtil. Tingimento de tecidos. Fixação da cor

**ABSTRACT:** The process of tissue dyeing is the most complex step among the various steps that occur in the textile industries. Failures in this process have repercussions on the quality of the final product and generate costs due to loss of dye, chemical inputs, need for reprocessing, among others. The present study aimed to analyze the effects of temperature, pH and vaporization time, on the color of three types of tissues. The experimental tests were done in a textile industry located in Itaúna, Minas Gerais (Brazil). A sample of 90 pieces of selected fabrics with three different percentages of fibers (100% cotton, mixed with 67% polyester and 33% cotton, and 100% polyester) were used. A spectrophotometer was used to determine the degree of deviation from the standard. The results indicated that the three analyzed parameters influence in a different way in the dyeing process, since the fixation and the yield of the dye depend on the type of tissue. Thus,

to minimize failures related to variations in color pattern, dyeing parameters should be considered particularly in each situation.

**KEYWORDS:** Textile industry. Tissue dyeing. Color setting.

## 1 | INTRODUÇÃO

A indústria têxtil é uma das principais indústrias do mundo e desempenham um papel importante na economia de muitos países (GHALY *et al.*, 2014). Dentre as etapas envolvidas nessa indústria, a mais complexa é o tingimento, que envolve a mudança de cor do tecido usando corantes (Ibid., 2014). Aí está inserida a maior parte dos produtos químicos de todo fluxo produtivo. O objetivo do tingimento é reproduzir a cor padrão previamente definida pelo laboratório. Caso isto não ocorra e o substrato não possua características próximas às do tecido teste, a cor pretendida poderá distanciar-se do padrão (AMORIM, 2011).

As fibras possuem comportamentos diferentes para vários tipos de corantes, podendo ser mais ou menos hidrófilas, com sensibilidades variáveis à temperatura, ao pH do banho, ao tempo de exposição aos corantes, etc. (SALEM *et al.*, 2005).

Nesse contexto, o presente trabalho objetiva analisar o efeito das variáveis temperatura, pH e tempo de vaporização sobre o afastamento ou aproximação da cor padrão durante o processo de tingimento de três tipos de tecidos, utilizado em uma indústria têxtil.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A cadeia têxtil envolve vários processos, conforme mostra a Figura 1. O tecido cru passa por processos de preparação, que podem envolver chamoagem, alvejamento e mercerização, antes do tingimento e, em seguida, vai para o processo de acabamento, podendo antes passar pela estamparia. O tingimento é uma modificação físico-química do substrato, de forma que a luz refletida provoque uma percepção de cor. Geralmente ocorre em três etapas (SALEM, 2010):

- 1º - passagem do corante do banho de tingimento para a superfície da fibra;
- 2º - adsorção do corante através de regiões acessíveis da fibra e,
- 3º - difusão do corante na fibra.

Os corantes utilizados nos processos de tingimento podem ser reativos, diretos, sulfurosos, azoicos, à tina, dispersos, catiônicos e ácidos (GHALY *et al.*, 2014). O tingimento por corantes do tipo tina são os mais comuns e apresentam excelente solidez à luz e aos tratamentos úmidos (SALEM, 2010).

Albert Munsell, em 1905, criou o primeiro sistema numérico para explicar a cor, baseado em módulos coloridos. Posteriormente, este sistema foi a base para o desenvolvimento dos sistemas atuais. Em relação à nomenclatura, convencionou-se

chamar de tonalidade o nome atribuído à cor, sendo as cores básicas o vermelho, o amarelo, o verde e o azul. Entende-se por saturação o grau de distanciamento da cor do ponto neutro (cinza) da cor pura. Quanto maior o grau de saturação da cor, mais pura ela é. É comum chamar uma cor pouco saturada de suja e uma cor muito saturada de limpa. Finalmente, entende-se por luminosidade a variação de claro para escuro dentro de um mesmo tom (GREY, 2006).

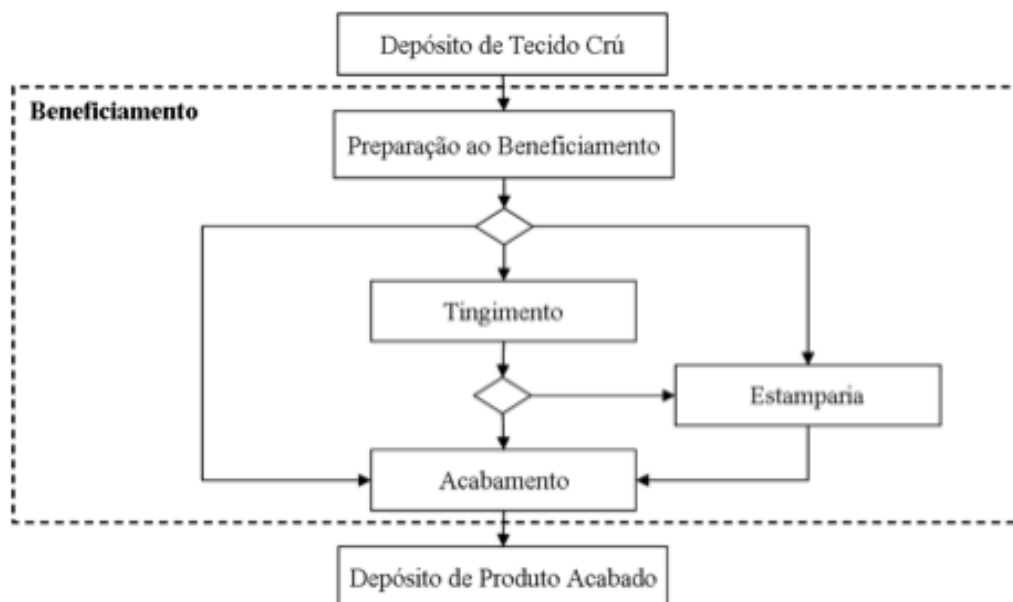


Figura 1 – Etapas da cadeia têxtil.

Fonte: Falani *et al.*( 2014, p.13).

Na calorimetria, as medições de cor são feitas em um espectrofotômetro sob fontes de luz normalizada, que geralmente são: iluminante padrão para luz do dia (D65), iluminante que corresponde a lâmpadas incandescentes (A) e iluminante que corresponde à luz fluorescente *Philips* TE 84. O espectrofotômetro serve para medir a transmitância e a refletância de uma amostra em função do comprimento de onda (RÉGULA, 2004).

Por meio do espectrofotômetro, a amostra colorida é colocada sobre uma abertura de medição, em seguida um *flash* ou um feixe contínuo de luz branca é emitido pelo instrumento através da amostra. A amostra absorve parte desta luz e reflete ou transmite outra parte. O instrumento mede a parte da radiação refletida ou transmitida pela amostra. A cor então deve ser transformada em números para ser explicada (Ibdi., 2004). Estes números são as chamadas coordenadas colorimétricas. Os modernos equipamentos para medição de cor, tais como espectrofotômetros e calorímetros fornecem essas coordenadas calorimétricas universais. Por meio delas, é possível quantificar a cor reproduzida com grande exatidão e sob padrões de análise globais (Ibdi., 2004).

### 3 | METODOLOGIA

O estudo foi realizado em uma indústria têxtil localizada em Itaúna, MG. A empresa é líder no setor de vestimenta profissional e emprega 2000 funcionários. Para a medição da cor utilizaram-se dois espectrofotômetros (CM-2600 e CM-3700D) de refletância. Selecionaram-se 90 amostras de tecidos, divididas em três grupos de 30 amostras: grupo A de tecido 100% algodão, grupo B de tecido misto (67% poliéster e 33 % algodão) e grupo C de tecido 100 % poliéster.

Escolheu-se a cor azul claro para os testes por ser a cor associada ao maior número de falhas no processo de tingimento na indústria em estudo. As amostras foram submetidas aos mesmos processos em laboratório. Os testes foram realizados variando, de cada vez, temperatura, pH e tempo de vaporização, mantendo as outras variáveis constantes. A temperatura do banho variou de 180°C a 220°C; o pH de 3 a 11 e o tempo de vaporização de 20 a 100s.

A coleta dos dados durou 34 dias, entre 28 de junho de 2017 e 31 de julho de 2017.

### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentam-se, a seguir, os resultados das análises na forma de curvas de distribuição de frequência, ou curvas de densidade/intensidade. O eixo dos x representa a distância da cor em relação ao padrão. Quanto mais próximo de zero estiver o centro da curva em forma de sino, menor será o afastamento da cor padrão almejada. O eixo dos y representa a frequência (ou densidade) dos resultados. Quanto mais alto o ponto máximo da curva, menor será a dispersão dos resultados.

A Figura 2 mostra o comportamento das 30 amostras do tecido A (100% algodão) em função da temperatura do tingimento. A temperatura para o tecido A não é relevante, pois para os cinco valores testados não houve um distanciamento em relação ao eixo x. A temperatura de 220°C é a mais adequada por ter o maior valor da média.

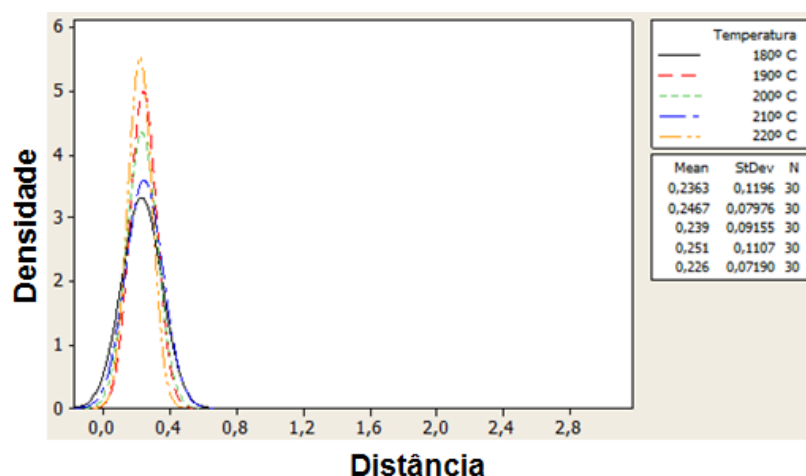


Figura 2 -Comportamento do Tecido A em função da variação na temperatura.



Os resultados análogos para o tecido B são apresentados na Figura 3. Observa-se que, neste caso, a temperatura é uma variável que afeta o processo de tingimento, uma vez que em cada uma das cinco temperaturas testadas houve variações, tanto no eixo horizontal, quanto no eixo vertical. A temperatura de 220°C mostrou-se a mais adequada para este tipo de tecido, pois está mais próxima de zero.

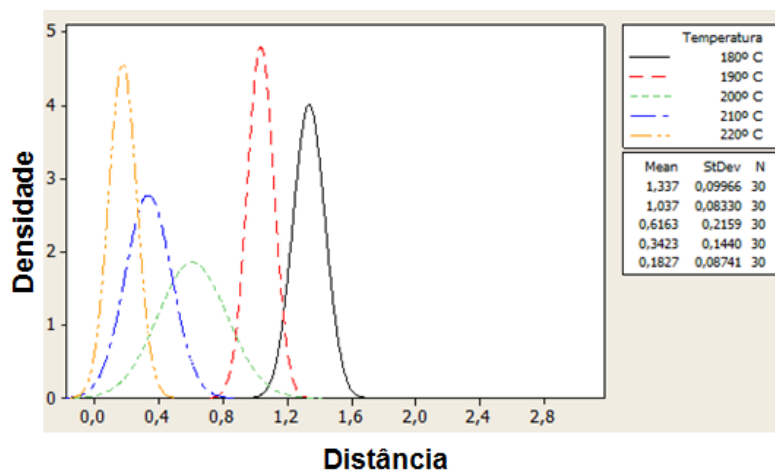


Figura 3 - Comportamento do Tecido B em função da variação na temperatura.

O comportamento das 30 amostras do tecido C em função da variação na temperatura do tingimento é mostrado na Figura 4. A temperatura influencia significativamente o processo de tingimento para esses tecidos. Comparando-se com os resultados da Figura 3 é possível perceber que a variação foi ainda maior, principalmente em relação à dispersão em torno da média, para cada curva. Também nesse caso, a temperatura de 220°C é a melhor para que a cor se aproxime do padrão esperado.

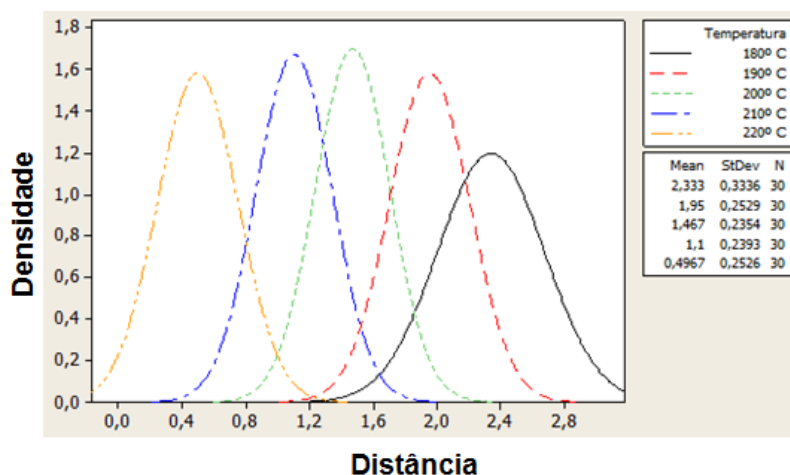


Figura 4 - Comportamento do Tecido C em função da variação na temperatura.

O efeito do pH sobre o processo de tingimento é mostrado nas Figuras 5 a 7. A

faixa de pH variou de 3 a 11. A Figura 5 mostra que a interferência do pH no processo de tingimento do tecido A não é um fator crítico para o alcance do padrão esperado de pigmentação já que, para os valores testados, as curvas foram muito semelhantes.

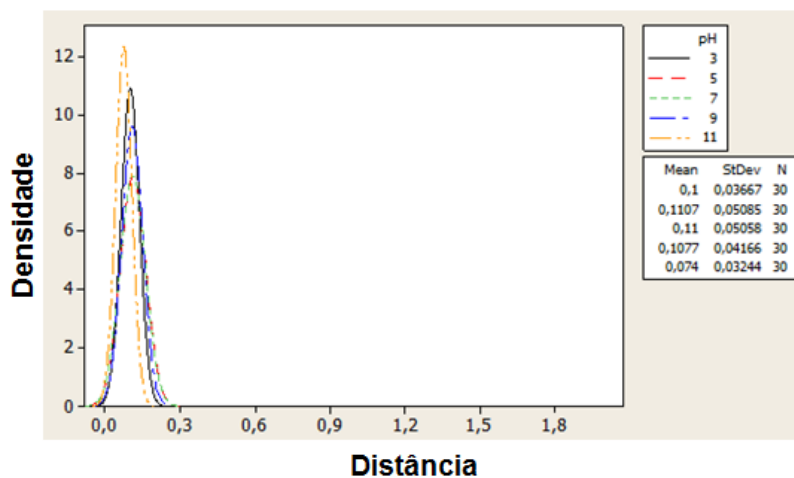


Figura 5 - Comportamento do Tecido A em função da variação no pH.

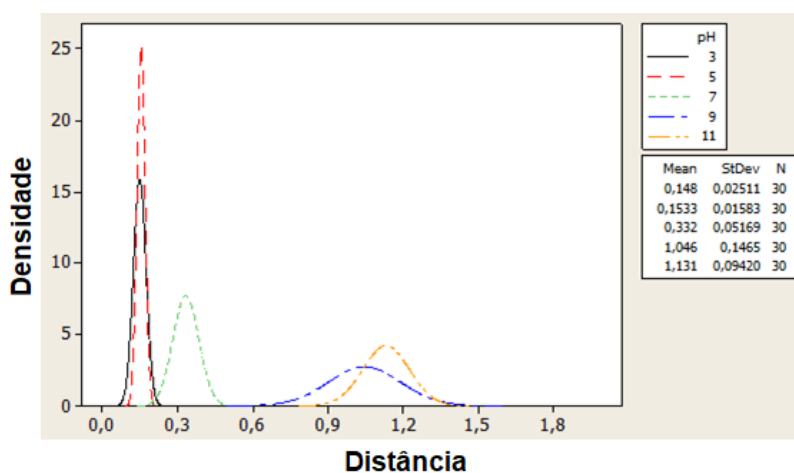


Figura 6 - Comportamento do Tecido B em função da variação no pH.

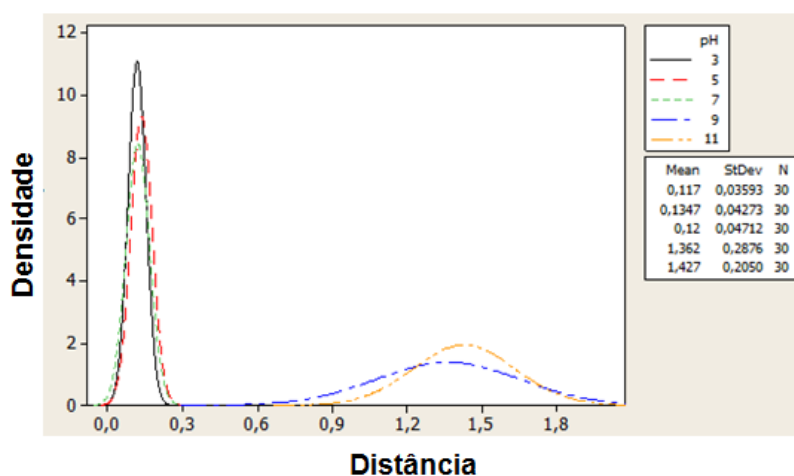


Figura 7 - Comportamento do Tecido C em função da variação no pH.

As Figuras 8 a 10 ilustram o comportamento das curvas em função de variação

no tempo de vaporização dos tecidos analisados. Os testes tomaram como tempo mínimo 20s e como tempo máximo 100s. Na Figura 8 observa-se que o tempo de vaporização no processo de tingimento do Tecido A, é um fator crítico para o alcance da cor padrão esperada porque as curvas diferem tanto na altura do pico como na dispersão dos resultados em torno da média. O melhor resultado foi obtido para um tempo de 20s.

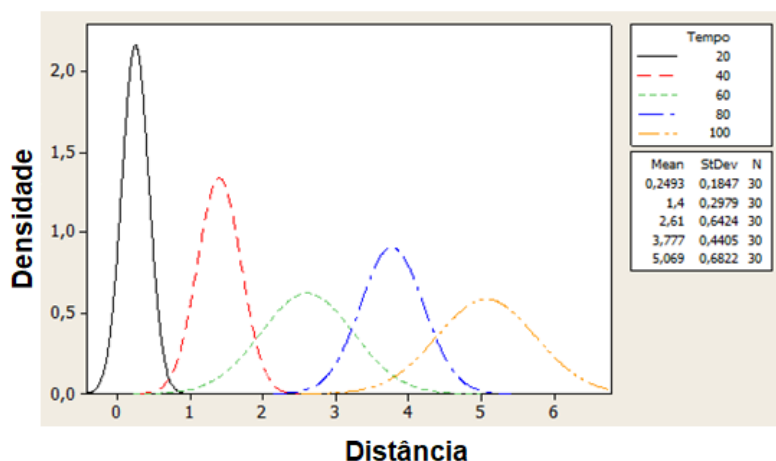


Figura 8. Comportamento do Tecido A em função da variação no tempo de vaporização.

A Figura 9 mostra os resultados para o tecido B. Para esse tecido, constatou-se que o melhor tempo de vaporização entre os parâmetros estabelecidos é 60s, sendo 100s o tempo menos recomendável.

Finalmente, a Figura 10 ilustra o comportamento do tecido C em função da variação no tempo de vaporização. Observa-se que, à medida que o tempo fica maior, o comportamento vai se distanciando da cor desejada. Conclui-se que o melhor tempo de vaporização é 20s.

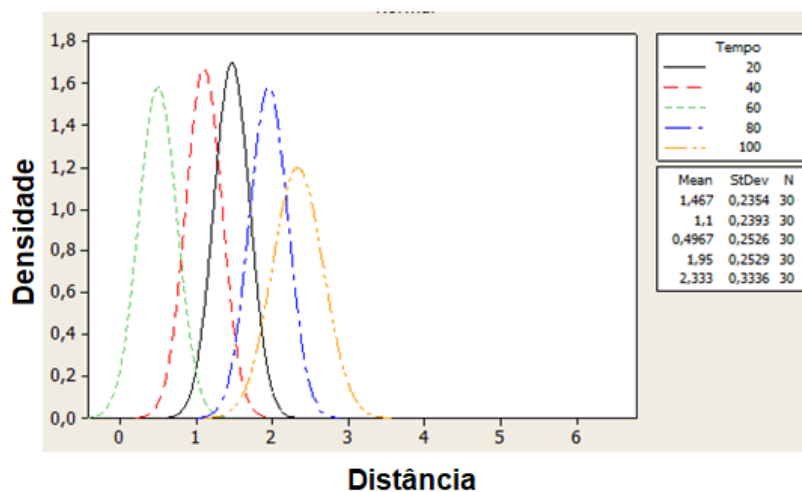


Figura 9 - Comportamento do Tecido B em função da variação no tempo de vaporização para o seu tingimento.

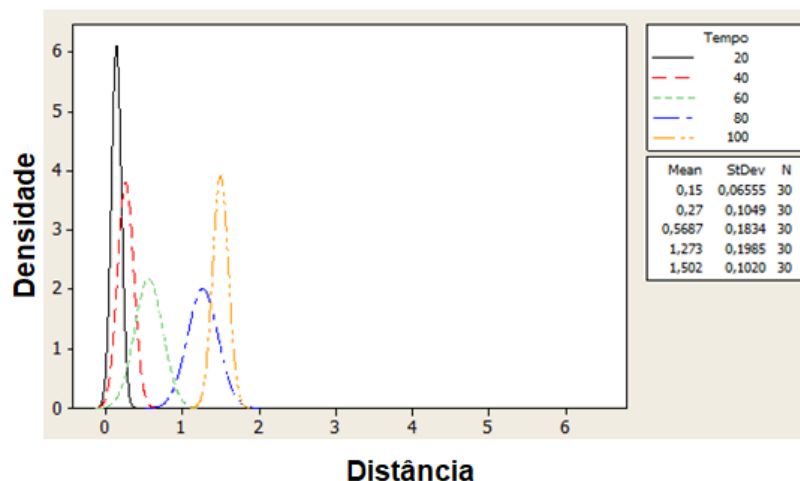


Figura 10 - Comportamento do tecido C em função da variação no tempo de vaporização para o seu tingimento.

O Quadro 1 sistematiza os resultados dos testes realizados nos três tecidos (A,B,C) comparando as principais conclusões obtidas em consequência das variações nos três parâmetros (temperatura, pH e tempo de vaporização) no processo de tingimento.

Tecido	Temperatura	pH	Tempo de vaporização
A	Não tem grande interferência	Não tem grande interferência	Interfere Melhor Opção: 20s.
B	Interfere Melhor Opção: 220°C.	Interfere Melhor Opção: 5.	Não tem grande interferência
C	Interfere Melhor Opção: 220°C.	Interfere Melhor Opção: 3.	Interfere Melhor Opção: 20s.

Quadro 1 - Síntese dos resultados

## 5 | CONCLUSÕES

Analisou-se o processo de tingimento de tecidos utilizados em uma indústria têxtil, com o objetivo de identificar falhas. Realizaram-se testes com amostras de três tipos de composição de tecido 100% algodão, misto 67% poliéster 33% algodão e 100% poliéster. Para cada tipo, foram realizados testes de tingimento variando três parâmetros: temperatura, pH e tempo vaporização. Os resultados das análises mostraram que todos os tecidos considerados nesta pesquisa são afetados de forma diferente pelos três parâmetros. Em particular, o tecido 100% algodão é pouco afetado pela temperatura e pelo pH, mas é muito afetado pelo tempo de vaporização. O tecido misto e o tecido 100% poliéster são afetados pelos três parâmetros, embora com menos intensidade pelo tempo de vaporização.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, A. H. Competitividade internacional do complexo têxtil brasileiro no período 1998 a 2006. **REDIGE**, v. 2, n. 1, p. 12-79, 2011.

FALANI, S. Y. A. et al. Mapeamento do fluxo de valor para melhoria de processo de uma indústria têxtil. **Revista Espacios**, v. 35, n. 9, p. 1-13, 2014.

GHALY, A.E.; ANANTHASHANKAR, R.; ALHATTAB, M.; RAMAKRISHNAN, V.V. Production, characterization and treatment of textile effluents: A critical review. **Journal of Chemical Engineering & Process Technology**, v.5, n.1, p. 182-200, 2014.

GREY, T. **Color Confidence: The Digital Photographer's Guide to Color Management**. Second Edition. Indianapolis: Wiley Publishing, 2006. 256 p.

RÉGULA, L. M. **Padrões Virtuais e Tolerâncias Colorimétricas no Controle Instrumental das Cores**. 2004. 223 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia)-Programa de Pós-Graduação em Metrologia. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SALEM, V. **Tingimento têxtil: fibras, conceitos e tecnologias**. São Paulo: Blucher: Golden Tecnologia, 2010.

SALEM, V.; MARCHI, A.; MENEZES F. G. **O beneficiamento têxtil na prática**. São Paulo: Golden Química do Brasil, 2005.



## **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

