

# Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

**Juliano Carlo Rufino de Freitas**  
**Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas**  
**(Organizadores)**



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

# Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

**Juliano Carlo Rufino de Freitas**  
**Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas**  
**(Organizadores)**



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Lorena Prestes  
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**

Profª Drª 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 Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª 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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª 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  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª 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  
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. 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A872	Atividades de ensino e de pesquisa em química [recurso eletrônico] / Organizadores Juliano Carlo Rufino de Freitas, Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-773-4 DOI 10.22533/at.ed.734191111  1. Química – Pesquisa – Brasil. I. Freitas, Juliano Carlo Rufino de. II. Freitas, Ladjane Pereira da Silva Rufino de.  CDD 540
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A área de Ensino e de Pesquisa em Química, nessas últimas décadas, tem possibilitado grandes avanços no que tange as investigações sobre a educação química, devido as contribuições de estudos com bases teóricas e práticas referentes aos aspectos fenomenológicos e metodológicos da aprendizagem, que tem se utilizado da investigação na sala de aula possibilitando os avanços nas concepções sobre aprendizagem e ensino de química.

Atualmente, a área de Ensino e de Pesquisa em Química conta com inúmeras ferramentas e materiais didáticos que tem corroborado para uma educação química de qualidade, isso, devido ao desenvolvimento dessas pesquisas que tem contribuído expressivamente na capacitação desse profissional docente e na confecção e desenvolvimento de recursos didáticos e paradidáticos relativos à sua prática.

O *e-Book* “**Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química**” é composto por uma criteriosa coletânea de trabalhos científicos organizados em 26 capítulos distintos, elaborados por pesquisadores de diversas instituições que apresentam temas diversificados e relevantes. Este *e-Book* foi cuidadosamente editado para atender os interesses de acadêmicos e estudantes tanto do ensino médio e graduação, como da pós-graduação, que procuram atualizar e aperfeiçoar sua visão na área. Nele, encontrarão experiências e relatos de pesquisas teóricas e práticas sobre situações exitosas que envolve o aprender e o ensinar química.

Esperamos que as experiências relatadas, neste *e-Book*, pelos diversos professores e acadêmicos, contribuam para o enriquecimento e desenvolvimento de novas práticas pedagógicas no ensino de química, uma vez que nesses relatos são fornecidos subsídios e reflexões que levam em consideração os objetivos da educação química, as relações interativas em sala de aula e a avaliação da aprendizagem.

Juliano Carlo Rufino de Freitas  
Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CONSTRUÇÃO DE MODELOS MOLECULARES COM MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA	
Gabriela Martins Piva Gustavo Bizarria Gibin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911111</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
PRODUÇÃO DE KITS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA A EXPERIMENTAÇÃO EM QUÍMICA COM OS ALUNOS DA EJA	
Cristiele de Freitas Pereira Valeria Bitencourt Pinto Luely Oliveira Guerra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911112</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
QUÍMICA, TEATRO E MÚSICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO NÃO-FORMAL	
Fernanda Marur Mazzé Bianca Beatriz Bezerra Victor Lorena Gabriele Bezerra dos Santos Fabrícia Dantas Carolina Rayanne Barbosa de Araújo Grazielle Tavares Malcher	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911113</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS SEQUENCIAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA: EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E POLARIMETRIA	
Grazielle Tavares Malcher Nayara de Araújo Pinheiro Clarice Nascimento Melo Gerion Silvestre de Azevedo Patrícia Flávia da Silva Dias Moreira Fernanda Marur Mazzé Renata Mendonça Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911114</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>48</b>
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA: APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DESTA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA	
Bianca Mendes Carletto Ana Nery Furlan Mendes Gilmene Bianco	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7341911115</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 62**

A UTILIZAÇÃO DA MODELAGEM NO ENSINO DA TEORIA CINÉTICA DOS GASES: AVALIAÇÃO DE UMA APLICAÇÃO DE CONCEITOS A SITUAÇÕES COTIDIANAS

Rebeca Castro Bighetti  
Sílvia Regina Quijadas Aro Zuliani  
Alexandre de Oliveira Legendre

**DOI 10.22533/at.ed.7341911116**

**CAPÍTULO 7 ..... 76**

ALUNOS DO ENSINO MÉDIO E O ENSINO DE QUÍMICA NA FEIRA LIVRE

Luis Carlos de Abreu Gomes  
Jorge Cardoso Messeder  
Maria Cristina do Amaral Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.7341911117**

**CAPÍTULO 8 ..... 87**

CONSUMO, CONSTITUIÇÃO E ADULTERAÇÕES DO LEITE: UMA PROPOSTA DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Nathan Roberto Lohn Pereira  
Flavia Maia Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.7341911118**

**CAPÍTULO 9 ..... 102**

ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL: ALTERNATIVAS PEDAGÓGICAS PARA UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR

Ronualdo Marques  
Claudia Regina Xavier

**DOI 10.22533/at.ed.7341911119**

**CAPÍTULO 10 ..... 124**

ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL NUM ENFOQUE INTERDISCIPLINAR

Ronualdo Marques  
Claudia Regina Xavier

**DOI 10.22533/at.ed.73419111110**

**CAPÍTULO 11 ..... 135**

AROMAS: UMA ABORDAGEM SENSORIAL PARA O ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS ÉSTERES

Larissa Santos Silva  
Alvaro Vieira Dos Santos  
Larissa Santos Silva  
Lorena Maria Gomes Lisboa Brandão  
Vitor Lima Prata  
Daniela Kubota  
Tatiana Kubota  
Márcia Valéria Gaspar de Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.73419111111**

**CAPÍTULO 12 ..... 147**

CONSTRUINDO UMA TABELA PERIÓDICA SOB A PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Alexandra Souza de Carvalho  
Geórgia Silva Xavier

Clecineia Lima Santos  
Geisa Leslie Chagas de Souza  
Aline da Cruz Porto Silva

DOI 10.22533/at.ed.73419111112

**CAPÍTULO 13 ..... 154**

A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS DE QUÍMICA ATRAVÉS DO USO DE IMAGENS NO ENSINO PARA ALUNOS COM SÍNDROME DE DOWN

Thiago Perini  
Débora Lázara Rosa

DOI 10.22533/at.ed.73419111113

**CAPÍTULO 14 ..... 158**

A OPINIÃO DE SURDOS E OUVINTES SOBRE O SEU PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM AULAS DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE PROVENIENTE DE QUESTIONÁRIOS

Ivoni Freitas-Reis  
Jomara Mendes Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.73419111114

**CAPÍTULO 15 ..... 173**

A PERCEPÇÃO DE PROFESSORES EXPERIENTES E EM FORMAÇÃO SOBRE O USO DE UM MATERIAL DIDÁTICO ORGANIZADO A PARTIR DE TEMAS DO CONTEXTO

Daniela Martins Buccini  
Ana Luiza de Quadros  
Aline de Souza Janerine

DOI 10.22533/at.ed.73419111115

**CAPÍTULO 16 ..... 186**

MODELOS DIDÁTICOS DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA E EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – RECOMENDAÇÕES PARA O PROCESSO FORMATIVO

Terezinha Iolanda Ayres-Pereira  
Maria Eunice Ribeiro Marcondes  
Marco Antônio Montanha  
Ronan Gonçalves Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.73419111116

**CAPÍTULO 17 ..... 199**

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE ENERGIA A PARTIR DO PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

José Vieira do Nascimento Júnior

DOI 10.22533/at.ed.73419111117

**CAPÍTULO 18 ..... 209**

NANOCIÊNCIA, NANOTECNOLOGIA E NANOBIOLOGIA: UMA EXPERIÊNCIA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM RIO BRANCO – ACRE

Najara Vidal Pantoja  
Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez

DOI 10.22533/at.ed.73419111118

**CAPÍTULO 19 ..... 222**

DEBATE NA TERMOQUÍMICA

Líria Amanda da Costa Silva  
Fabiana Gomes

Alécia Maria Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.73419111119

**CAPÍTULO 20 ..... 235**

ANÁLISE EXPERIMENTAL DE *Humirianthera ampla*: TESTANDO POSITIVIDADE PARA ALCALOIDES

Antonia Eliane Costa Sena

Ketlen Luiza Costa da Silva

Dagmar mercado Soares

Ricardo de Araújo Marques

DOI 10.22533/at.ed.73419111120

**CAPÍTULO 21 ..... 241**

TRITERPENÓIDES, ESTEROIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS CASCAS DO CAULE DE *Luehea divaricata*

Lildes Ferreira Santos

Lucivania Rodrigues dos Santos

Adonias Almeida Carvalho

Renato Pinto de Sousa

Mateus Lima Neris

Gerardo Magela Vieira Júnior

Samya Danielle Lima de Freitas

Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.73419111121

**CAPÍTULO 22 ..... 252**

TOCOFEROIS E ISOPRENOIDES DO EXTRATO HEXÂNICO DAS FOLHAS DE *Bauhinia pulchella*

Adonias Almeida Carvalho

Lucivania Rodrigues dos Santos

Gerardo Magela Vieira Júnior

Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.73419111122

**CAPÍTULO 23 ..... 265**

DOCAGEM MOLECULAR E SIMULAÇÕES DE DINÂMICA MOLECULAR DE ANALOGOS DE NEOLIGNANAS CONTRA ENZIMA CRUZAÍNA DE *Trypanosoma cruzi*.

Renato Araújo da Costa

Sebastião Gomes Silva

Alan Sena Pinheiro

João Augusto da Rocha

Andreia do Socorros Silva da Costa

Gustavo Francesco de Moraes Dias

Diego Raniere Nunes Lima

Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho

Davi do Socorro Barros Brasil

Fábio Alberto de Molfetta

DOI 10.22533/at.ed.73419111123

**CAPÍTULO 24 ..... 278**

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS GRAVIMÉTRICO E TURBIDIMÉTRICO PARA A DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SULFATO EM ÁGUAS INDUSTRIAIS

Polyana Cristina Nogueira Gomes

Luciano Alves da Silva

Fabiana de Jesus Pereira

Gilmar Aires da Silva

Fernando da Silva Marques

DOI 10.22533/at.ed.73419111124

**CAPÍTULO 25 ..... 291**

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DE RECARGA RESULTANTE DO TRATAMENTO DE ESGOTO

Hellena de Lira e Silva

Luciano Alves da Silva

Fabiana de Jesus Pereira

Gilmar Aires da Silva

Fernando da Silva Marques

DOI 10.22533/at.ed.73419111125

**CAPÍTULO 26 ..... 303**

PRODUÇÃO DE CATALISADORES PARA REAÇÃO DE FENTON HETEROGÊNEO

Erlan Aragão Pacheco

Alexilda Oliveira de Souza

Henrique Rebouças Marques Santos

Lucas Oliveira Santos

Claudio Marques Oliveira

Abad Roger Castillo Hinojosa

Luiz Nieto Gonzales

DOI 10.22533/at.ed.73419111126

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 310**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 311**

## ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS GRAVIMÉTRICO E TURBIDIMÉTRICO PARA A DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SULFATO EM ÁGUAS INDUSTRIAIS

### **Polyana Cristina Nogueira Gomes**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG  
Uruaçu - Goiás

### **Luciano Alves da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG  
Itumbiara - Goiás

### **Fabiana de Jesus Pereira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG  
Uruaçu – Goiás

### **Gilmar Aires da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG  
Uruaçu – Goiás

### **Fernando da Silva Marques**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG  
Uruaçu - Goiás

**RESUMO:** O presente trabalho objetiva relacionar dois métodos de análise química quantitativa e qualitativa: gravimetria e turbidimetria, para determinar a concentração de sulfato em águas de reuso. Por meio de pesquisa bibliográfica e ensaios quantitativos foi verificado qual dos métodos é mais viável a ser empregado para determinação deste íon, considerando a qualidade, o tempo, a segurança

e a sustentabilidade das análises. Após a realização dos dois procedimentos, através do teste F, foi observado se os resultados obtidos estão em um intervalo de confiança aceitável, a fim de verificar se há diferença discrepante entre os resultados das duas metodologias. Mostrou-se, também, as vantagens e desvantagens de cada análise. Em síntese, concluiu-se que, o procedimento analítico turbidimétrico é mais viável, em virtude da sua qualidade, eficiência e sustentabilidade, ressaltando que, em ambos procedimentos, determinou-se a concentração de sulfato.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gravimetria, turbidimetria, qualidade da água.

### COMPARATIVE STUDY BETWEEN THE GRAVIMETRIC AND TURBIDIMETRIC METHODS FOR THE DETERMINATION OF THE CONCENTRATION OF SULFATE IN INDUSTRIAL WATERS

**ABSTRACT:** The present work aims to relate two analytical methods of quantitative and qualitative chemical analysis: gravimetry and turbidimetry, to determine the sulfate concentration in reuse waters. Through the bibliographic research and quantitative tests it was verified which of the methods is more feasible to be used for determination of this ion,

considering the quality, the time, the safety and the sustainability of the analyzes. After the two procedures were performed through the F test, it was observed whether the results obtained are within an acceptable confidence interval, in order to verify if there is a discrepancy between the results of the two methodologies. The advantages and disadvantages of each analysis were also shown. In summary, it was concluded that the turbidimetric analytical procedure is more feasible to use, due to its quality, efficiency and sustainability, emphasizing that in both procedures the sulfate concentration was determined.

**KEYWORDS:** Gravimetry, turbidity, water quality.

## 1 | INTRODUÇÃO

De acordo com Prado (2003), a química é uma ciência importante para o progresso da sociedade, visto que, a partir dela, é possível encontrar soluções para melhorar a qualidade de vida dos seres vivos. Em contrapartida, muitas destas “soluções”, também chamadas de “atividades industriais”, acarretam sérios prejuízos ao meio ambiente e, a fim de minimizar tais danos, pesquisas são desenvolvidas com o intuito de criar estratégias para que tais atividades (produção) gerem menos poluentes ou ainda, que tais resíduos sejam tratados.

No que se refere aos rejeitos industriais, muitas empresas investem no tratamento destes, de modo a reaproveitá-los dentro do próprio processo produtivo. Com isso, o processo fica mais sustentável, pois aquela água (ou qualquer outro resíduo) que estava imprópria para ser utilizada, será tratada e voltará ao uso, como consequência, o impacto ambiental é menor, pois, evita-se extrair água de outras fontes para manter as operações em funcionamento (HESPANHOL, 2002).

Sendo assim, uma das maneiras mais importante de controlar a qualidade dessa água é através da análise química, que poderá fornecer resultados exatos e satisfatórios, que contribuirão para a tomada de decisões. Ou seja, as análises laboratoriais fornecem subsídios para todo o processo, e por isso é necessário escolher bem a metodologia a ser empregada (RICHTER, 1991).

Em relação aos rejeitos industriais, pode-se destacar o sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) como um dos possíveis contaminantes. Nas águas minerais subterrâneas é bastante comum encontrá-lo, o qual tem origem geológica por meio da dissolução dos solos e da lixiviação das rochas. Geralmente, esse ânion fica depositado nas águas em forma de gipsita ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e anidrita ( $\text{CaSO}_4$ ), mas também pode estar presente por meio da oxidação da matéria orgânica, utilização de fertilizantes (sulfato de amônio), chuva ácida resultante da presença de óxidos de enxofre, tratamento de águas e rejeitos industriais (BACCAN, 2001).

Existem várias técnicas analíticas utilizadas na determinação da concentração de sulfato em águas, cada uma com as suas particularidades, como a gravimetria, turbidimetria, injeção em fluxo, dentre outras. A gravimetria, baseia-se na precipitação,

em contrapartida a turbidimetria se fundamenta na dispersão óptica, e na injeção em fluxo o princípio é a automação do transporte da amostra até no detector, onde a amostra será dispersada, promovendo um sinal transiente ao detector, sendo possível calcular a concentração (MATOS, 2011).

Conforme menciona Skoog (2007), existem, dentre os vários métodos analíticos citados anteriormente, aqueles que são mais viáveis, em virtude da sua eficiência, qualidade e sustentabilidade. Isso leva à reflexão sobre qual método escolher para essa análise em questão, quais são os fatores considerados relevantes, e, referindo-se aos dois métodos analíticos, o que torna um melhor que o outro. Dessa forma, levanta-se a seguinte questão: qual dos métodos, gravimetria ou turbidimetria, é mais viável a ser utilizado numa análise de determinação de sulfato em água, considerando a qualidade da análise, assim como a eficiência e sustentabilidade do processo analítico?

Dessa forma, essa pesquisa qualitativa objetiva realizar um estudo comparativo entre dois métodos analíticos que permitem determinar a concentração do ânion sulfato presente em águas industriais.

A presença, em excesso, de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), na água potável, pode deixá-la com gosto amargo, provocando algumas disfunções no organismo tais como vômito, diarreia e desidratação. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) permite que a concentração de sulfato na água potável seja de até 250mg/L, conforme aponta a Portaria nº.1.469 do Ministério da Saúde (GIORDANO, 2004).

Em relação à água industrial, Shreve (1997) menciona que uma concentração alta de sulfato na água pode ocasionar incrustações nas caldeiras e trocadores de calor; corrosão nas tubulações de águas residuais (as bactérias contaminam os tubos e reagem com o oxigênio formando ácido sulfúrico) trazendo grandes prejuízos para a indústria.

No interior das tubulações, trocadores de calor, esgotos, ou em locais onde ocorre o acúmulo da matéria orgânica, as bactérias anaeróbicas reduzem o sulfato a sulfeto, liberando o ácido sulfídrico. Com isso, quando o gás entra em contato com o oxigênio, presente na umidade da parede, por exemplo, forma-se o ácido sulfúrico, que prejudica o concreto formando a incrustação e corrosão. Sendo assim, no interior das tubulações, caldeiras e esgotos, há o íon sulfato e este reduz-se à sulfeto por causa das bactérias anaeróbicas que reagem com o hidrogênio presente no interior desses locais, formando o ácido sulfídrico. Este reage ainda com o oxigênio presente também na umidade interna, originando o ácido sulfúrico que é corrosivo (PAVELI, 2010).

Além da corrosão, o gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) acarreta odor e é uma substância tóxica, prejudicando a saúde e segurança dos funcionários que lidam com as caldeiras. Segundo Telles (2013) a concentração de sulfato pode de fato ocasionar incrustações e corrosões nos equipamentos da indústria. Ele expôs ainda que, em relação às incrustações, elas ocorrem em virtude da formação de sais que

solubilizam pouco, pois a concentração fica acima do limite de solubilidade, como por exemplo o sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4$ ), interferindo então nos trocadores de calor. Em relação às corrosões, estas ocorrem porque a água com este íon sulfato (e outros como fosfatos, carbonatos) e outros sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentam a condutividade elétrica da solução, acelerando então a corrosão, visto também que o oxigênio dissolvido possui um alto potencial de oxidação, conforme ilustra a Figura 01 abaixo:



Figura 1 - Corrosão nas tubulações

Fonte: Aquino (2012)

Sendo assim, é importante fazer um controle analítico (através das análises químicas de laboratório) da concentração do sulfato tanto nas águas potáveis (estações de tratamento) quanto nas industriais, a fim de evitar que cause danos à saúde da população e ao processo produtivo das empresas (RICHTER, 1991).

Vários métodos analíticos vêm sendo utilizados para determinar a concentração dos sulfatos em águas, como por exemplo a gravimetria, a titulação e a turbidimetria. (HARRIS, 2012).

A técnica gravimétrica refere-se ao tratamento químico que a substância ou íon irá passar para transformar-se em um composto mais puro e estável, o qual seja adequado para a pesagem direta ou convertido em uma outra substância que possa ser estratificada facilmente. Dessa forma, o íon da substância original, poderá ser calculado por meio da fórmula do composto e das massas atômicas referentes aos seus elementos (VOGEL, 2002).

De maneira geral, a gravimetria objetiva isolar o analito da mistura onde se encontra. Para tanto, existem várias metodologias gravimétricas tais como a precipitação química, a volatilização e a extração, as quais se diferenciam no método, mas possuem um objetivo comum (HARRIS, 2012).

A gravimetria por precipitação química é bastante utilizada nos laboratórios industriais, visto suas vantagens no sentido de ser exequível. O procedimento consiste em adicionar o reagente que permitirá isolar o constituinte na qual pretende calcular a concentração, formando uma substância pouco solúvel. Para isso, é necessário que o reagente seja seletivo de maneira que obtenha-se um precipitado “puro” e que seja de fácil recuperação (BACCAN, 2001).

A turbidimetria é uma técnica analítica que fundamenta-se na detecção óptica das soluções coloidais, ou de partículas pequenas que estão suspensas em solução. Para a realização desta técnica, utiliza-se o equipamento chamado Turbidímetro (SOARES, 2010).

Na análise turbidimétrica para determinação de sulfato, o precipitado que irá se formar ficará suspenso em forma de coloides (suspensão coloidal). A turbidimetria baseia-se na reação do sulfato com o bário, a qual é pouco solúvel em água, conforme mostra a Equação abaixo:



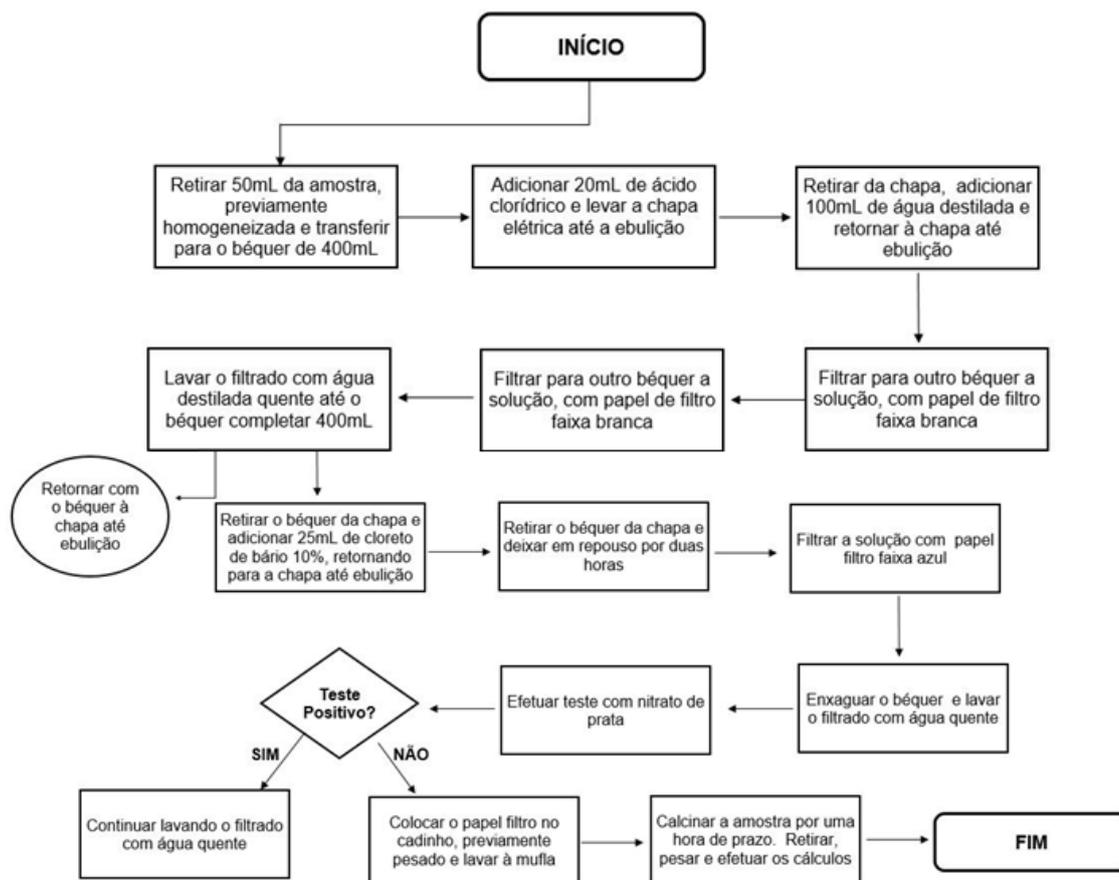
O princípio da turbidimetria, conforme descreve Friguetto (1989) consiste na reflexão das partículas em suspensão, perante a um feixe de luz incidente, em um ângulo de 90° em relação a luz original. Por meio da válvula fotomultiplicadora (alta sensibilidade e energia luminosa), a luz que foi refletida, converte-se em sinal elétrico, o qual é medido através do galvanômetro do instrumento. Como consequência, quanto maior for a concentração de material suspenso na solução, maior será a turbidez, porque houve maior reflexão da luz, ou seja, quanto maior a quantidade de partículas suspensas maior será a luz refletida.

## 2 | METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida tem caráter experimental, apresentando aspectos quantitativos e qualitativos, pois através de experimentos fez-se o estudo comparativo entre os dois métodos de análise para determinação da concentração de íon sulfato.

Para determinar a quantidade de sulfato em águas industriais, baseou-se na literatura de Matos (2011), Graner e Júnior (2013) e Vogel (2002; 1981), onde elaborou-se as etapas a serem seguidas, como por exemplo: preparação da amostra por meio do ataque ácido, precipitação, digestão, filtração, lavagem, aquecimento, pesagem e cálculos. É importante ressaltar que cada processo precisa ser feito com o máximo de cuidado, a fim de minimizar o máximo de erros analíticos. Antes de iniciar a análise, deve-se homogeneizar a amostra que será analisada (nesse caso a amostra de água industrial) para que a alíquota a ser retirada fique representativa, de modo que o resultado da análise seja verdadeiro. O Fluxograma 01 abaixo descreve

a metodologia utilizada para a análise gravimétrica:

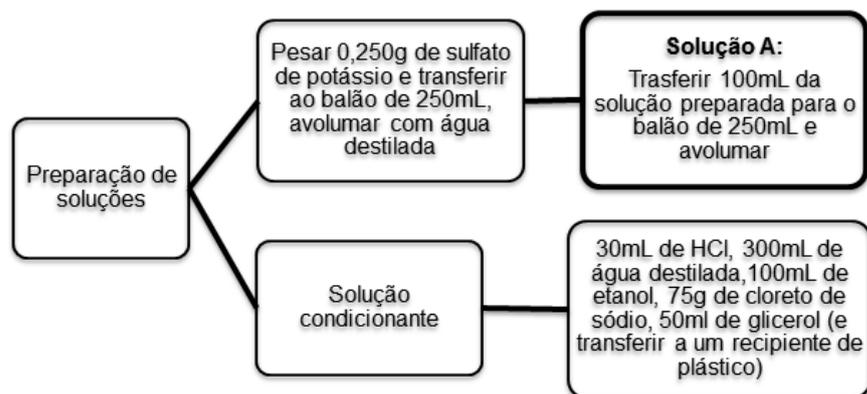


Fluxograma 1 - Procedimento da análise gravimétrica

Fonte Acervo do autor

A metodologia a ser utilizada para determinação via turbidimetria fundamentou-se na literatura de Cristina (2010) e Soares (2010), seguindo várias etapas. É importante assegurar que a amostra esteja homogeneizada (fazendo uma boa coleta e antes de retirar a alíquota necessária à análise, homogeneizar novamente no frasco) e as vidrarias limpas, para que o resultado encontrado seja real.

Para a análise da concentração de sulfato, baseado no princípio da dispersão da luz, é preciso primeiramente preparar as soluções, para em seguida adicioná-las à amostra e, por intermédio do equipamento, fazer a leitura, medindo-se então a concentração pretendida. O Fluxograma 02 ilustra o procedimento seguido:



Fluxograma 2 - Procedimento de preparo de soluções

Fonte Acervo do autor

Inicialmente, deve preparar as soluções padrão de 5,10,15,20,25,30,35 e 40mg/L, no balão volumétrico de 100mL, a partir da solução padrão de sulfato de potássio. Feito isso, adiciona-se 5mL da solução condicionante e realiza as leituras no equipamento. Após o preparo e calibração com os padrões, deve-se colocar 100mL da amostra de água em questão (analito) em um balão volumétrico (100mL) adicionando 5mL da solução condicionante e homogeneizar bastante. Logo após, acrescentar 0,3 g de cloreto de bário e agitar por aproximadamente 1 minuto até o cloreto dissolver. Em seguida, transferir um pouco dessa solução para a cubeta e analisar no turbidímetro. Para a coleta de dados das análises gravimétrica e turbidimétrica será feito a análise cinco vezes com a mesma amostra, elaborando no final, uma tabela com os resultados para visualizar a variação em cada análise. Em seguida, será calculado a média aritmética, desvio padrão e variância para fornecer o resultado exato da concentração de sulfato na água (amostra) perante as possíveis variações.

Feito isso, comparou se as concentrações obtidas nos dois métodos foram próximas, com o intervalo de confiança aceitável, ou se as diferenças entre eles foram muito discrepantes. Observou-se também a questão do tempo gasto em cada análise, assim como o custo dos reagentes e descarte dos mesmos. Dessa forma, em cada análise anotava-se as informações pertinentes à comparação analítica, como o tempo, preço, descarte para ao final elaborar uma tabela fazendo a comparação e constatando qual dos métodos de análise é mais viável para determinar a concentração de sulfato em águas industriais.

### 3 | DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Durante a execução da análise constatou-se mediante prévio estudo bibliográfico a importância de cada etapa da análise, seguindo assim o procedimento de maneira

segura e eficiente, garantindo a qualidade. Considerando as reações ocorridas nas análises e buscando boa qualidade nas análises e a segurança do indivíduo, todas as reações ocorrem sob a capela de exaustão. Vale ressaltar ainda que não houve alterações significativas nas características físicas e químicas da amostra: a mesma foi armazenada em temperaturas baixas (geladeira), cujos resultados são apresentados no Quadro 01 a seguir:

<b>Características físico – químicas da água analisada</b>			
<b>Data:</b>	<b>04/05</b>	<b>10/05</b>	<b>06/11</b>
pH	8,66	8,57	8,60
Turbidez	7,2	6,98	7,15

Quadro 1 - Características físico química da amostra

Fonte: Acervo do autor

Sendo assim, a mesma amostra foi utilizada para realizar todos os testes, garantindo assim, confiabilidade nos resultados, pois caso a amostra fosse coletada em dias diferentes, poder-se-ia afirmar que alguma etapa do tratamento (processo industrial), naquele dia específico, não estava eficiente, comprometendo os resultados físico-químicos. Por isso, a amostra foi guardada conforme sugerido por Guedes (1997), o qual afirma que guardando a amostra em temperatura baixa (local refrigerada) os aspectos físico-químicos são mantidos.

### 3.1 Resultado Analítico Gravimétrico

Seguindo a bibliografia, realizou-se o teste gravimétrico para determinar a concentração de sulfato, em ppm. Após a realização do ensaio em quintuplicata, realizou-se a média, desvio padrão e variância dos resultados, expressos no Quadro 02.

<b>Ensaio Gravimétrico</b>		
<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Variância</b>
487,82 ppm de $\text{SO}_4^{2-}$	5,1623	26,65

Quadro 2 - Resultados da análise gravimétrica

Fonte: Acervo do autor

Dessa forma, determinou-se que a concentração de sulfato em água industrial, utilizando a gravimetria, foi de 487,82 ppm. Com o desvio padrão de 5,1623 pode afirmar-se que a diferença entre os resultados de uma análise e outra são mínimos, podendo realizar a média e afirmar que a concentração de sulfato é de 487,22ppm

ou mg/L.

### 3.2 Resultado Analítico Turbidimétrico

As análises foram feitas no equipamento turbidímetro e para determinar o valor da leitura da amostra, realizou-se a leitura cinco vezes e obteve a média, lançando-a na equação da reta para assim calcular a concentração de sulfato. Feito isso, determinou-se que a concentração de sulfato é de 486,73 ppm. Seguindo a metodologia, preparou-se oito soluções de concentração de sulfato. Essas amostras foram lidas em quintuplicata, e feito a média dos resultados para construção da curva de calibração. Em seguida, preparou-se a amostra adicionando cloreto de bário e agitando até fazer a leitura no equipamento e assim calcular o sulfato. A Figura 02 a seguir demonstra a amostra após a adição de cloreto de bário:



Figura 2 - Soluções padrões de sulfato

Fonte: Acervo do autor

Percebe-se que a amostra apresenta um aspecto turvo maior que as outras soluções, cujas concentrações são de 40, 5 e 10mg/L, justificando assim o valor de turbidez igual a 1325,68 NTU, que é um valor considerado alto para turbidez.

Para a construção da curva de calibração – padrão, preparou-se oito soluções de concentração de  $\text{SO}_4^{2-}$  e realizou a análise em quintuplicata, a partir desses resultados calculou-se a média para realizar a curva de calibração conforme gráfico a seguir.

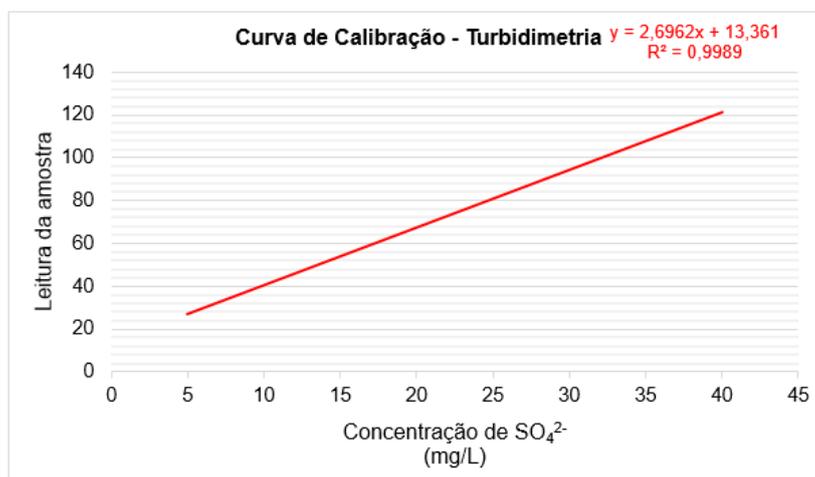


Gráfico 1 - Curva de calibração dos resultados turbidimétricos

Fonte: Acervo do autor

Analisando o Gráfico 01, observa-se que o coeficiente de correlação ( $R^2$ ) tem valor igual a 0,9989, ou seja, próximo a 1, indicando eficiência da curva de calibração pois quanto mais próximo estiver do 1 maior será a precisão dos resultados (CHUI, 2001).

Dessa forma, calculando o valor expresso pela leitura da amostra (1325,68 NTU) na equação da reta, determina-se que a concentração de sulfato é de 486,73ppm.

### 3.3 Relação entre gravimetria e turbidimetria

Comparando os resultados entre a gravimetria e a turbidimetria, estes são próximos, pois a gravimetria determinou 487,822ppm de sulfato e a turbidimetria 486,73ppm. O Quadro 03 a seguir compara os resultados analíticos de ambas técnicas analíticas:

	Gravimetria	Turbidimetria
<b>Média</b>	487,822	486,73
<b>Desvio Padrão</b>	5,6123	2,77
<b>Variância</b>	26,65	7,68

Quadro 3 - Comparação entre resultado gravimétrico e turbidimétrico

Fonte: Acervo do autor

Através da análise do Quadro 06, percebe-se que as diferenças entre as médias foram mínimas, com 0,49 ppm de diferença entre um resultado e outro. A fim de garantir a confiabilidade dos resultados, Baccan (2001) sugere que seja feito o teste estatístico denominado Teste F. Em pesquisas experimentais, quando pretende-se determinar um novo procedimento analítico é necessário realizar esta avaliação estatística (Teste F), objetivando-se identificar se o conjunto de dados analíticos

obtidos apresenta uma diferença discrepante do original, em suma, o teste F irá auxiliar se os resultados turbidimétricos podem ser comparados com os resultados gravimétricos.

Após calcular o desvio padrão e a variância, calculou-se o teste F, cujo resultado foi de 3,48. Comparando os dados pelo teste F, observa-se que o  $F_{cal} < F_{crit}$ . ( $3,48 < 6,26$ ) e, conseqüentemente, não existe diferença significativa nos valores de desvio padrão comparados ao nível de 95% de confiança. Assim o método da turbidimetria proporciona os mesmos resultados que o método da gravimetria.

Para isso, calcula-se a razão das variâncias dos dois conjuntos de dados, colocando o maior valor no numerador e o menor no denominador. Para analisar o resultado, Baccan (2001) afirma que a tabela de valores críticos para F seja analisada.

Durante a análise gravimétrica o tempo gasto foi de aproximadamente 6 horas, enquanto na turbidimétrica foi de 1,5h. O Quadro 04 a seguir representa os resultados comparativos entre as duas metodologias:

Variáveis	Gravimetria	Turbidimetria
Tempo	6 horas	1,5 hora
Etapas	Aproximadamente 15 etapas	Aproximadamente 5 etapas
Qualidade	Manual	Instrumental
Meio Ambiente	Muitos resíduos	Poucos Resíduos

Quadro 4 - Comparação entre a gravimetria e a turbidimetria

Fonte: Acervo do autor

Pela análise do Quadro 04 é possível ver que a turbidimetria apresenta vantagens de tempo, qualidade, meio ambiente. A qualidade da análise é melhor pois tem menos etapas, com isso a probabilidade de erro é menor, e com o fato de instrumentalizar a análise também diminui a chance de erro analítico humano (a atenção vira-se ao instrumento de maneira a garantir que este esteja funcionando corretamente para que o resultado liberado seja confiável) (CRISTINA, 2010). Sendo assim, em virtude do método turbidimétrico ser mais rápido, ter maior confiabilidade, qualidade e gerar menos resíduos, recomenda-se que o método turbidimétrico seja utilizado na determinação da concentração de sulfato em águas industriais.

No que diz respeito aos resíduos, Graner e Junior (2013) afirmam que os resíduos da análise gravimétrica são: a solução que contém sulfato e ácido clorídrico, a solução de sulfato de bário, nitrato de prata e o próprio resíduo da incineração. Essas soluções podem ser reunidas em um único recipiente, neutralizadas com uma base e descartada. Ou ainda, armazenada em recipientes específicos (segundo a legislação para descarte de resíduos) para serem recolhidos pela empresa que faz o tratamento de resíduos de laboratório. Quando ao resíduo da incineração (proveniente da queima do sulfato), este pode ser descartado no lixo não reciclável.

Os resíduos turbidimétricos referem-se à solução condicionante, a qual é composta por ácido clorídrico, etanol, cloreto de sódio e glicerol. Pode ser neutralizada com uma base e descartada, ou ainda, aguardar a empresa que recolhe o resíduo para trata-lo.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos desta pesquisa foram alcançados e concluídos, pois, foi possível quantificar o sulfato seguindo ambos procedimentos e realizar a comparação entre eles, chegando a conclusão de que a turbidimetria é mais eficiente e viável. Não houve nenhuma anormalidade em relação as análises, ocorreram conforme as recomendações da literatura. Ambos os procedimentos analíticos em estudo geram resíduos fáceis de serem tratados, o que evidencia-se nesta pesquisa é a proporção que ambas originam. Pelo que foi observado a turbidimetria gera menos resíduo e assim contribui com a sustentabilidade e preservação ambiental, pois se há menos resíduos simples gerados, é menos tratamento e manuseio com substâncias tóxicas e/ou perigosas que direta ou indiretamente afetariam o meio ambiente.

O que recomenda-se, após concluir esta pesquisa, é que a turbidimetria é mais viável de ser utilizada, pois ela possui menor erro analítico, é mais rápida (considerando que hoje em dia, quanto menor o tempo de uma análise melhor porque assim o analista terá mais tempo para realizar outras análises), e seu procedimento é de fácil compreensão e execução.

#### REFERÊNCIAS

AQUINO, Alexandre de. Água para caldeiras: conheça os principais problemas e saiba como tratá-las. **Revista Tae**. São Paulo, 2012.

BACCAN, Nivaldo et al. **Química Analítica Quantitativa Elementar**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2001.

CRISTINA, Mídián. **Determinação de sulfato em água pelo método nefelométrico**. 2010. 10 f. Relatório apresentado à disciplina de Controle Químico da Qualidade, do curso de Química Industrial - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, 2010. Recife, 2010.

FRIGUETTO, Sônia Raquel. **Otimização do método turbidimétrico em fluxo contínuo para determinação de sulfato em solos**. 1989. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

GIORDANO, Gandhi. Tratamento e controle de efluentes industriais. **Revista ABES**, v. 4, n. 76, 2004.

GRANER, Celso Augusto Fessel; JUNIOR, Roque Tamburini. **Roteiros de aulas práticas: disciplina de química analítica quantitativa**. Botucatu, SP: 2013.

GUEDES, Antônio Batista; CARVALHO, José Maria Teixeira de. **Operação e Manutenção de ETAs**. João Pessoa: Cagepa Diretoria da Operação, 1997.

HARRIS, Daniel C. **Análise química quantitativa**; tradução e revisão técnica Oswaldo Esteves Barcia, Júlio Carlos Afonso. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HARRIS, Daniel C. **Explorando a química analítica**; tradução e revisão técnica Júlio Carlos Afonso et al. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo v. 7, n. 4, p. 75-95, 2002.

MATOS, Maria Auxiliadora Costa. **Introdução a análise química**. Juiz de Fora, MG, 2011. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/nupis/files/2011/08/aula-1-Introdu%C3%A7%C3%A3o-Quim.-Analitica-QUI-094-2012.2-NUPI1.pdf>> acesso em 12 dez. 2015.

PAVELI, Roque Passos. **Curso Qualidade das águas e poluição**: aspectos físico-químicos. Aula 7 Ânions de interesse em estudos de controle de qualidade das águas: sulfato, sulfeto, cloreto e cianeto. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <[www.leb.esalq.usp.br/.../Fasciculo%207%20-%20Anions%20em%20Aguas.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/.../Fasciculo%207%20-%20Anions%20em%20Aguas.pdf)>. Acesso: 20 set. 2016.

PRADO, Alexandre GS. Química verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 738-744, 2003.

RICHTER, C.A.; AZEVEDO NETTO, J.M. **Tratamento de Água: Tecnologia Atualizada**. 9. ed. São Paulo: Edgard Blucher 1991.

SHREVE, Randolph Norris; BRINK JUNIOR, Joseph A. **Indústrias de Processos Químicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

SKOOG, D.A; WEST, D.M; HOLLER, F.J.; CROUCH, S.R. **Fundamentos de Química Analítica**. Tradução de Marco Tadeu Grassi, 8. ed., São Paulo: Thomson, 2007.

SOARES, Beatriz Fortes Vitória; SANTOS, Lara Pires dos. **Determinação do teor de sulfato numa água natural**. 2010. 19 f. Relatório apresentado à disciplina de Técnicas Espectroanalíticas II do Curso Técnico em Análise Química Integrado ao Ensino Médio – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. Bahia, 2010.

TELLES, Dirceu D'Alkmin; GÓIS, Josué Souza de. **Ciclo ambiental da água**: da chuva à gestão. São Paulo: Blucher, 2013.

VOGEL, Arthur Israel. **Química analítica qualitativa**. Tradução por Antônio Gimeno, 5.ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

VOGEL, Arthur Israel. **Química analítica qualitativa**. Tradução por Antônio Gimeno, 5.ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

VOGEL, Arthur Israel. **Análise química quantitativa**. Tradução Júlio Carlos Afonso, Paula Fernandes de Aguiar, Ricardo Bicca de Alencastro. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**JULIANO CARLO RUFINO DE FREITAS** - Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2008). Obteve seu título de Mestre em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (2010) e o de Doutor em Química também pela Universidade Federal de Pernambuco (2013). É membro do núcleo permanente dos Programas de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (desde 2013) e da Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (desde 2015). Atua como Professor e Pesquisador da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG nas áreas da Síntese de Compostos Orgânicos; Bioquímica e Espectroscopia de Compostos Orgânicos. É consultor do Journal Natural Product Research, do Journal Planta Médica, do Journal Letters in Organic Chemistry e da Revista Educação, Ciência e Saúde. Em 2014, teve seu projeto, intitulado, “Aplicações sintéticas de reagentes de Telúrio no desenvolvimento de novos alvos moleculares naturais e sintéticos contra diferentes linhagens de células tumorais”, aprovado pelo CNPq. Em 2018 o CNPq também aprovou seu projeto, intitulado “Docking Molecular, Síntese e Avaliação Antitumoral, Antimicrobiana e Antiviral de Novos Alvos Moleculares Naturais e Sintéticos”. Atualmente, o autor tem se dedicado à síntese de compostos biologicamente ativos no combate a fungos, bactérias e vírus patogênicos, bem como contra diferentes linhagens de células cancerígenas com publicações relevantes em periódicos nacionais e internacionais.

**LADJANE PEREIRA DA SILVA RUFINO DE FREITAS** - Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2008). Em 2011, obteve seu título de Mestre em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e em 2018, obteve o seu título de Doutora em Ensino das Ciências, também, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. É Professora da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG em disciplinas da Educação Química. É avaliadora da Revista Educación Química. Atua como Pesquisadora dos fenômenos didáticos da aprendizagem no ensino das ciências. Coordena um grupo de pesquisa que desenvolve estudos sobre as Metodologias Ativas de Aprendizagem, sobre as Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino da Química, sobre a produção e avaliação de materiais didáticos e sobre linguagens e formação de conceitos. Atualmente, a autora, também tem se dedicado ao estudo das influências dos paradigmas educacionais na prática pedagógica. Além disso, possui vários artigos publicados em revistas nacionais e estrangeiras de grande relevância e ampla circulação.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alcaloides 235, 236, 237, 238, 239, 240, 253  
Alimentação saudável 102, 103, 106, 110, 119, 124  
Análise físico-química 291, 293  
Aromas 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145  
Atividade antioxidante 241, 244, 248, 249, 251  
Atividade experimental 23, 36, 37, 40, 79, 234

### B

Bauhinia pulchella 252, 253, 262

### C

Catalisadores 303, 304, 305, 306, 307  
Contextualização 46, 53, 87, 88, 89, 90, 96, 101, 104, 117, 119, 121, 124, 125, 126, 131, 132, 133, 135, 136, 138, 176, 185, 209, 211, 230  
Corantes 303, 304, 308  
Cruzaína 265, 266, 269, 272, 273, 274

### D

Dinâmica molecular 265, 270, 271, 273, 274, 275  
Docagem 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 274

### E

Educação inclusiva 147, 150, 151, 159  
Energia 13, 69, 75, 115, 199, 200, 201, 205, 206, 207, 208, 226, 227, 228, 231, 267, 269, 270, 271, 274, 275, 282  
Ensino-aprendizagem 15, 20, 27, 29, 31, 35, 49, 60, 91, 136, 150, 151, 194, 196, 198, 209, 216  
Ensino de ciências 27, 47, 64, 74, 75, 77, 79, 80, 86, 119, 132, 133, 149, 150, 152, 153, 170, 174, 175, 184, 185, 191, 192, 196, 208, 209, 210, 211, 214, 234  
Ensino de química 1, 2, 3, 26, 27, 28, 29, 36, 37, 39, 47, 48, 49, 51, 52, 58, 59, 60, 62, 63, 66, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 139, 145, 147, 151, 152, 153, 154, 158, 160, 161, 170, 177, 184, 186, 191, 192, 196, 222, 233, 234  
Ensino não-formal 29, 35  
Estequiometria 48, 49, 50, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 165, 166, 172  
Ésteres 94, 135, 138, 139, 140, 142, 144, 145  
Esteroides 241, 242, 244, 247, 249, 252, 253, 254, 255, 256, 260, 261, 262  
Estudo fitoquímico 243, 244, 252

## F

Fabaceae 241, 242, 252, 253, 262, 263

Feira livre 76, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Formação de professores 27, 47, 149, 152, 173, 175, 183, 184, 186, 187, 196, 220

Fraude do leite 97

## G

Gravimetria 278, 279, 280, 281, 282, 285, 287, 288

## H

Humirianthera ampla 235, 236, 238, 240

## I

Interdisciplinar 60, 78, 83, 85, 97, 102, 105, 106, 116, 117, 119, 124, 126, 127, 131, 132, 213

## K

Kits experimentais 15, 17

## L

Luehea divaricata 241, 242, 250, 251

## M

Matematização 199, 200, 201

Materiais alternativos 1, 15, 19, 21, 24, 25, 26, 28, 147, 151

Material didático 1, 62, 147, 150, 151, 152, 153, 173, 174, 176, 177, 178, 179, 182, 183, 184

Método ABP 48

Música 29, 30, 31, 33, 34, 35

## N

Nanotecnologia 209, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 220

Neolignanas 265, 266, 267, 272

## O

Óleo essencial 36, 39, 40, 41, 42, 43, 259

Oxidação 279, 281, 298, 303, 304

## P

PIBID 15, 17, 29, 31, 32, 35, 69, 191, 222, 224, 233

Polarimetria 36, 38, 39, 40, 41, 43, 46

Propriedades físicas 135, 138, 139, 140, 142, 144, 145

## Q

Qualidade da água 278, 292, 293

Questões socioambientais 76, 77, 79, 85

## S

Sequência didática 87, 88, 91, 92, 93, 95, 96, 99

Síndrome de Down 154, 155

## T

Teatro 29, 30, 31, 32, 34, 35, 85, 86

Termoquímica 172, 222, 224, 230

Tocoferóis 252, 253, 255, 256

Tratamento de esgoto 291, 292, 293, 296, 301, 302

Triterpenoides 241, 242, 244, 245, 246, 249

Turbidimetria 278, 279, 280, 281, 282, 283, 287, 288, 289

## V

Visita investigativa 76

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-773-4



9 788572 477734