

# A Produção do Conhecimento nas Ciências Sociais Aplicadas 5



Willian Douglas Guilherme  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019

Willian Douglas Guilherme  
(Organizador)

# A Produção do Conhecimento nas Ciências Sociais Aplicadas 5

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)

P964 A produção do conhecimento nas ciências sociais aplicadas 5  
[recurso eletrônico] / Organizador Willian Douglas Guilherme. –  
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A produção do  
conhecimento nas ciências sociais aplicadas; v. 5)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-296-8

DOI 10.22533/at.ed.968192604

1. Abordagem interdisciplinar do conhecimento. 2. Ciências  
sociais – Pesquisa – Brasil. I. Guilherme, Willian Douglas. II. Série.

CDD 307

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

Os textos são um convite a leitura e reúnem autores das mais diversas instituições de ensino superior do Brasil, particulares e públicas, federais e estaduais, distribuídas entre vários estados, socializando o acesso a estes importantes resultados de pesquisas.

Os artigos foram organizados e distribuídos nos 5 volumes que compõe esta coleção, que tem por objetivo, apresentar resultados de pesquisas que envolvam a investigação científica na área das Ciências Sociais Aplicadas, sobretudo, que envolvam particularmente pesquisas em Administração e Urbanismo, Ciências Contábeis, Ciência da Informação, Direito, Planejamento Rural e Urbano e Serviço Social.

Neste 5º volume, reuni o total de 30 artigos que dialogam com o leitor sobre os mais diversos temas que envolvem as Ciências Sociais Aplicadas. Dentre estes temas, podemos destacar arquitetura, produção rural, contabilidade ambiental, design, economia solidária, bibliométrica e cadeia, políticas públicas, ocupação do solo, trabalhador, gestão de pequenas empresas, gestão de pessoas, auditoria governamental e desenvolvimento industrial.

Assim fechamos este 5º volume do livro “A produção do Conhecimento nas Ciências Sociais Aplicadas” e esperamos poder contribuir com o campo acadêmico e científico, trabalhando sempre para a disseminação do conhecimento científico.

Boa leitura!

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A EFICIÊNCIA DA VENTILAÇÃO CRUZADA NA ARQUITETURA	
Paula Scherer Mariela Camargo Masutti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9681926041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>5</b>
ARQUEOLOGIA E ESTRUTURALISMO; CAMINHOS E DESCAMINHOS	
Pedro Ragusa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9681926042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
BRICS NA AMÉRICA LATINA: A EMERGÊNCIA DE UMA NOVA GOVERNANÇA GLOBAL	
Gabriel Galdino Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9681926043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>23</b>
CÁLCULO DO ÍNDICE DE VANTAGEM COMPARATIVA REVELADA PARA A EXPORTAÇÃO DA SOJA EM GRÃOS DO ESTADO DA BAHIA DE 2004 A 2014	
Ivanessa Thaine do Nascimento Cavalcanti Juliana Freitas Guedes Rêgo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9681926044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>37</b>
CARACTERÍSTICAS DETERMINANTES DA LEGIBILIDADE DAS NOTAS EXPLICATIVAS DE EMPRESAS BRASILEIRAS	
Guilherme de Freitas Borges Ilírio José Rech	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9681926045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>58</b>
CHÁCARA WOLF: ENTRE A MODERNIDADE E A TRADIÇÃO	
André Frota Contreras Faraco	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9681926046</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>70</b>
CONSUMO E VARIEDADE DE PIMENTAS POR REGIÕES DO BRASIL	
Talita Campos de Lima Barbosa Claudia Maria de Moraes Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9681926047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>79</b>
CONTABILIDADE AMBIENTAL: UM ENFOQUE SOBRE SUA DEFINIÇÃO A PARTIR DE TRABALHOS DO CSEAR	
Luana Caroline da Silva Andréia Cittadin Fabricia Silva da Rosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9681926048</b>	

<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>96</b>
CRÉDITO RURAL E EFICIÊNCIA TÉCNICA DA AGROPECUÁRIA DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DA BAHIA	
João Batista Oliveira Lima	
Gervásio Ferreira Santos	
Paulo Nazareno A. Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9681926049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>117</b>
DESIGN SOCIAL: MATERIAIS E PROCESSOS PRODUTIVOS NO DESIGN DE PRODUTOS	
Adilson Santos Brito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>129</b>
DETECÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOURADOS (MG)	
Rubia Cristina da Silva	
Mirna Karla Amorim da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>142</b>
ECONOMIA SOLIDÁRIA: COOPERAÇÃO E AUTOGESTÃO PARA A COLETA DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS	
Gisele Quinallia	
Juliene Maldonado Orosco de Andrade	
Edilene Mayumi Murashita Takenaka	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>151</b>
ESTUDO BIBLIOMÉTRICO: ASPECTOS LOGÍSTICOS EM CADEIAS PRODUTIVAS	
José Valci Pereira Rios	
Cristina Vaccari	
Benó Nicolau Bieger	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>164</b>
EUTHANASIA AS PATIENT'S RIGHT	
Rodrigo Tonel	
Guilherme Hammarström Dobler	
Janaína Machado Sturza	
Siena Magali Comassetto Kolling	
Tiago Protti Spinato	
Fernando Augusto Mainardi	
Stenio Marcio Kwiatkowski Zakszeski	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>173</b>
EVIDENCIAÇÃO AMBIENTAL E VALOR DE MERCADO: ESTUDO NAS EMPRESAS DO ISE	
Francisca Francivânia Rodrigues Ribeiro Macêdo	
Raylander José de Azevedo Casciano	
Maria Maciléya Azevedo Freire	
Antônio Rodrigues Albuquerque Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260415</b>	

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>190</b>
FINANCIAMENTO ÀS EXPORTAÇÕES: IMPACTO DA POLÍTICA DO BNDES DE APOIO ÀS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS NO ANOS 2000	
Danniele Giomo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>207</b>
INOVAÇÃO ORGANIZACIONAL DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – A GESTÃO DO CONHECIMENTO	
Jacks Williams Peixoto Bezerra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>230</b>
KIT EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO E DE FÁCIL ACESSO PARA ENSAIOS ELETROLÍTICOS	
Fabiano Rafael Praxedes	
Gustavo Bizarria Gibin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>244</b>
MAPEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ABADIA DOS DOURADOS (MG)	
Rubia Cristina da Silva	
João Donizete Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>251</b>
O DESIGN PARAMÉTRICO COMO FERRAMENTA PROJETUAL NA ARQUITETURA E URBANISMO	
Alisson Costa Maidana	
Renan Julio Antunes Matos	
Magali Letícia Brunhauser	
Suelin Luana Reichardt Soares	
Mateus Veronese Corrêa da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>261</b>
O ESTRESSE DO TRABALHADOR EM UMA AGÊNCIA BANCÁRIA DE CAMPO GRANDE - MS	
Leonardo Camargo do Carmo	
Flavinês Rebolo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>277</b>
OS BENEFÍCIOS DO CRM COMO FACILITADOR DE RELACIONAMENTO COM O CLIENTE	
Mariangela Catelani Souza	
Vinicius Rossi Hernandez	
Claudio Roberto Estanislau Rocha	
Julian Carlos da Silva	
Flávia Lindoso de Castro	
Lygia Aparecida das Graças Gonçalves Corrêa	
Elizângela Cristina Begido Caldeira	
Carlos Alípio Caldeira	
Fausto Rangel Castilho Padilha	
Patricia Cristina de Oliveira Brito Cecconi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260422</b>	

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>289</b>
OS BENEFÍCIOS EXISTENTES NA GESTÃO DE RELACIONAMENTOS ENTRE PEQUENOS SUPERMERCADISTAS E SEUS FORNECEDORES	
José Ribamar Tomaz Da Silva Filho Rosângela Sarmiento Silva Norberto Ferreira Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260423</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>304</b>
POSSIBILIDADES DO USO DAS OPERAÇÕES URBANAS CONSORCIADAS COMO INSTRUMENTO DE REGULARIZAÇÃO URBANÍSTICA: O CASO DE BELO HORIZONTE	
Reginaldo Magalhães de Almeida Juliana Lamego Balbino Nizza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>319</b>
PRÁTICAS DE GESTÃO DE PESSOAS NAS INDÚSTRIAS DE LINGERIE DE JURUAIA – MG	
Liliane Aparecida da Silva Marques. Maria Izabel Ferezin Sares Vinícius Generoso Monteiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260425</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>331</b>
PRÁTICAS DE ENERGIA RENOVÁVEL EM COMPANHIAS DE ENERGIA ELÉTRICA NOS ESTADOS DE SANTA CATARINA E PARANÁ	
Gabriel Alcides Mariot	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260426</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>352</b>
PROPOSTA DE FLUXO CONTÁBIL, GRUPO DE CONTAS E SUBCONTAS PARA O ATIVO BIOLÓGICO NA AVICULTURA DE PRODUÇÃO DE OVOS, CONFORME RECOMENDAÇÕES DO CPC 29	
José Arilson de Souza Elizângela Fernanda Mathias Elder Gomes Ramos Deyvison de Lima Oliveira Wellington Silva Porto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260427</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>367</b>
PROPOSTA DE PAPÉIS DE TRABALHO PARA EXECUÇÃO DE AUDITORIA GOVERNAMENTAL DE CONFORMIDADE	
Romeu Schvarz Sobrinho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260428</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>372</b>
SEGURANÇA ENERGÉTICA BRASILEIRA E INCENTIVOS AO DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL NOS GOVERNOS LULA E DILMA	
Juliana Araújo Gomes Maciel Henry Iure de Paiva Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260429</b>	



<b>CAPÍTULO 30 .....</b>	<b>389</b>
SISTEMA DE FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA COMO TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BÁSICO EM COMPARAÇÃO AO SISTEMA DE FOSSA NEGRA	
<a href="#">Luciana Silva Nascimento</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.96819260430</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>403</b>

## KIT EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO E DE FÁCIL ACESSO PARA ENSAIOS ELETROLÍTICOS

### **Fabiano Rafael Praxedes**

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Departamento de Química e Bioquímica –  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Presidente Prudente – SP.

Programa de Pós-Graduação em Química –  
IBILCE São José do Rio Preto.

### **Gustavo Bizarria Gibin**

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Departamento de Química e Bioquímica –  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Presidente Prudente – SP.

Programa de Pós-Graduação em Ensino e  
Processos Formativos.

**RESUMO:** A reação química de eletrólise está envolvida na produção industrial de diversas substâncias químicas, como metais e gases. Esse tema também é um conteúdo relevante no currículo da disciplina de Química para o Ensino Médio e que muitos estudantes costumam ter dificuldades de compreensão. Dessa forma, a experimentação didática pode ser uma ferramenta para auxiliar a compreensão conceitual na Química. Assim, neste trabalho é relatada a construção de um sistema experimental que permite a realização de reações químicas de eletrólise em sala

de aula. Esse sistema foi construído com materiais alternativos, alguns reutilizados, de fácil acesso e de baixo custo, o que viabiliza o seu desenvolvimento e uso em escolas da rede pública. Por fim, são apresentadas algumas atividades experimentais, como a eletrólise da água em meio básico, ácido e neutro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Química, experimentação, material didático, reação de eletrólise.

**ABSTRACT:** The chemical reaction of electrolysis is present in industrial process of several chemical substances, such as metals and gases. Also, this topic is applicable in High School chemistry grade and many students usually have difficulty in understanding it. Thus, a didactical experimentation would be an auxiliary tool in conceptual comprehension in Chemistry. Therefore, in this work is reported the construction of an experimental system that allows carry out chemical reactions of electrolysis in the classroom. The system was built with alternative supplies, some of them is reused, facile access and low cost, that enable the developing it and your use in public schools. Finally, some experimental activities will be presented, such as electrolysis of water in basic, acidic and neutral medium.

**KEYWORDS:** Chemistry teaching, didactic material, experimentation, electrolysis chemical

reaction.

## 1 | INTRODUÇÃO

No cotidiano pode-se não notar, mas reações químicas ocorrem constantemente. É possível notar que peças metálicas com o tempo começam a adquirir coloração diferente do original. Ou então, quando expostas constantemente à umidade sua superfície é modificada. Outros processos podem ocorrer quando expostos à alta temperatura, como é o caso da esponja de aço que, quando exposto a uma chama tem seu aspecto modificado. Estes são exemplos comuns de processos de oxidação-redução, comumente denominado de reação de oxirredução ou redox. Reações de oxirredução podem estar presentes em processos ainda mais complexos, como em processos metabólicos do corpo humano, por exemplo.

As reações de oxidação e redução ocorrem quando há uma troca de elétrons entre duas substâncias diferentes. O processo de oxidação é descrito como a perda de elétrons e o processo de redução como o ganho de elétrons (BROWN, et al., 2005). Quando combinadas essas reações são denominadas de reações redox. No caso de uma placa metálica exposta ao ambiente, ocorre a reação do ar do ambiente com a superfície da placa metálica e a consequente formação da ferrugem. Apesar do processo ocorrer lentamente, o processo é dito espontâneo.

Entretanto, algumas reações não ocorrem espontaneamente e, portanto, são empregados meios externos, como a aplicação de uma diferença de potencial elétrico por meio de eletrodos. Essas reações químicas são denominadas de eletrólise e ocorrem somente quando o sistema é submetido à uma fonte de energia elétrica e que seja capaz de gerar uma diferença de potencial suficiente para que o processo se torne espontâneo (BROWN, et al., 2005). As reações químicas de eletrólise apresentam uma variedade de aplicações, como na remediação ambiental pela degradação de contaminantes; na indústria química para deposição metálica como revestimento protetor e na obtenção de diversas substâncias, como os gases hidrogênio e oxigênio, na mineração e extração dos metais alumínio, sódio, cobre e composto hidróxido de sódio (FERREIRA et al., 2011).

No ensino de Química, a reação de eletrólise envolve a compreensão de diversos conceitos, como reações de oxirredução, corrente elétrica e cargas elétricas. Em geral, os alunos possuem dificuldades de compreensão sobre a reação química de eletrólise e seus principais conceitos, como exemplo: carga e corrente elétrica (CAMEL e PACCA, 2011).

A experimentação no ensino de Química pode auxiliar na construção de conceitos pelos estudantes (FERREIRA, HARTWIG e OLIVEIRA, 2010). BORGES (2002) defende que a experimentação pode ser usada para ensinar técnicas e procedimentos de laboratório, além de facilitar a aprendizagem de conceitos científicos pelos alunos.

GALIAZZI et al. (2001) apontam que a experimentação didática pode ser usada para os estudantes aprenderem os conceitos por meio da prática; melhorar a aprendizagem conceitual, desenvolver a habilidade de observação, a capacidade de trabalhar em grupo e melhorar o raciocínio.

Entretanto, existem muitas escolas públicas de Educação Básica que não possuem laboratório de Ciências/Química, e quando existe este espaço físico, não se encontram materiais ou sistemas adequados para a realização de atividades experimentais voltadas para o ensino de Química.

Outro ponto importante, é que materiais de laboratório são custosos e apresentam uma vida útil limitada, por serem constituídos em sua maioria por vidro e, portanto, podem ser quebrados com certa facilidade. Nesse sentido, pesquisas voltadas para o desenvolvimento de materiais didáticos em experimentação, tem crescido com a construção de kits experimentais montados a partir de materiais alternativos, de baixo custo, que permitem a realização de experimentos sem a perda de qualidade no Ensino de Química. Esses kits podem ser encontrados na literatura na abordagem de temas como condutividade elétrica (SANTIAGO, et al., 2016), produção de biodiesel (SALVATIERRA, 2007), determinação da vitamina C em alimentos (PALOMARES e SACHS, 2016), dentre outros.

Esse trabalho busca a construção de um sistema viável, de baixo custo e de fácil acesso como meio alternativo a equipamentos de laboratórios custosos através do emprego de materiais de fácil acesso e reciclável como alternativas interessantes e ecologicamente corretas no desenvolvimento de materiais didáticos.

## 2 | OBJETIVO

Esse trabalho busca o desenvolvimento de um sistema eletrolítico para a realização de atividades experimentais de caráter didático em salas de aula da Educação Básica, com materiais de fácil acesso, de baixo custo, construção robusta e viável para licenciandos ou professores de Química.

## 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os materiais necessários para o desenvolvimento do sistema para eletrólise podem ser encontrados comercialmente em supermercados e lojas de material eletrônico. A relação de materiais utilizados é listada na tabela 1 apresentada a seguir.

Quantidade	Material
2	Seringas de plástico 10 mL
1	Copo plástico com tampa
1	Fonte escalonada bivolt (AC/DC) 12V
2	Parafusos de aço inoxidável 2 mm

2	Conectores elétricos (tipo jacaré) nas cores preto e vermelho
2	Anéis de borracha o-ring 2 mm
1	Pistola de cola quente
1	Bastão de cola quente

Tabela 1. Relação de materiais para a construção do kit experimental.

Na construção do kit experimental foi necessário a utilização de material suplementar, como furadeira ou parafusadeira, prego e bico de Bunsen (ou outra fonte de calor. A utilização de material suplementar, quando necessária será indicada ao longo do texto.

### 3.1 Recomendações sobre a segurança e resíduos

Este sistema foi desenhado para ser desenvolvido pelo professor de Química ou de Ciências. Entretanto, devido a simplicidade em sua construção, até mesmo os estudantes de Ensino Médio podem auxiliar no processo. Assim, é recomendado que o uso de materiais cortantes, como estilete ou tesoura, e materiais quentes e perfurantes, como prego aquecido, furadeira, parafusadeira e pistola de cola quente, sejam realizados pelo professor.

Para o uso do sistema eletrolítico, é necessário ter cuidado ao ligar a fonte na rede de energia elétrica, e selecionar de forma adequada a tensão de 110V ou 220V na chave do equipamento. Se a rede elétrica do local for de 220V e a chave na fonte estiver selecionada em 110V, a fonte será queimada e provavelmente não será mais aproveitada. Os carregadores de telefone celular geralmente são compatíveis com ambas as redes 110V e 220V, portanto, costumam ser *bivolts* automáticas.

A fonte de energia pode ser substituída por baterias comerciais de 9V ou 12V e dessa forma, seria necessário adquirir um conector próprio, que é facilmente encontrado em lojas de eletrônica ou de componentes elétricos. O uso da bateria permite que o sistema seja portátil e que não dependa de uma rede elétrica no local. Portanto, o experimento pode ser realizado em um pátio da escola, que não contenha tomadas por perto, por exemplo. Por outro lado, o emprego das baterias promove o descarte de resíduos agressivos ao meio ambiente e, portanto, é interessante dar prioridade a montagem do sistema em que seja empregada a fonte universal ou o carregador de celular.

Na reação química de eletrólise da água em meio básico, é necessário ser cuidadoso com a solução de hidróxido de sódio (NaOH) e de ácido clorídrico (HCl), uma vez que ambas possuem um caráter corrosivo. Portanto, se alguma solução corrosiva entrar em contato com a pele ou com os olhos, recomenda-se que seja feita uma lavagem da região com água corrente em abundância. Como medida de segurança adicional, a solução empregada no experimento é bem diluída, com concentração de  $0,15 \text{ mol.L}^{-1}$ , o que reduz a periculosidade dos experimentos, caso alguma solução entre em contato com a pele ou olhos de algum aluno.

Ao descartar a solução básica deve ser neutralizada preferencialmente com vinagre (solução comercial de ácido acético) e descartada quando o pH estiver próximo de 7. Para descartar a solução ácida, o procedimento é semelhante, mas a neutralização deve ser feita com o bicarbonato de sódio até o pH ficar próximo de 7.

## 3.2 Produção do sistema eletrolítico

### 3.2.1 Adaptação da fonte de energia

As fontes escalonadas de energia (AC/DC) em muitos casos possuem diversos conectores de saída de energia. Deve-se cortar a saída que possui os vários tipos de conectores com um alicate de corte. Na sequência, na extremidade do cabo da fonte, separe os dois fios e retire o plástico protetor em volta do fio em aproximadamente 2 cm de comprimento. Faça a conexão de um fio da fonte com a garra de jacaré, no pequeno orifício da garra, para aumentar a durabilidade da conexão. Encape com fita isolante e recubra a garra com a borracha (preta). Repita este procedimento com o outro fio, conectando a garra de jacaré com borracha vermelha. É necessário realizar a diferenciação das cores das duas garras, para posteriormente ser possível diferenciar entre o ânodo e cátodo, e facilitar a compreensão das reações químicas. A fonte de energia montada é apresentada na figura 1 a seguir.



Figura 1. Fonte de energia escalonada de até 12V do sistema. Autoria própria.

### 3.2.2 Adaptação do carregador de celular

A adaptação do carregador de celular é semelhante ao apresentado para fontes escalonadas de energia (AC/DC). O cabo *USB* (*Universal Serial Bus*) é constituído por duas pontas, uma saída e uma entrada, conforme a figura 2. A entrada que apresenta

tamanho maior é o conector *USB* padrão, já a saída de tamanho menor pode receber nomes variantes de *USB* dependendo do modelo do cabo.

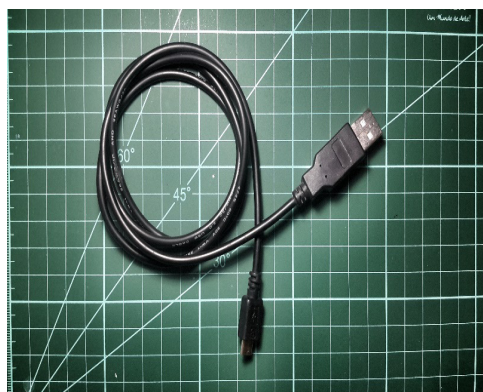


Figura 2. Cabo *USB*. Autoria própria.

Primeiramente, deve-se cortar a saída (ponta menor) e remover com um alicate de corte o plástico protetor em aproximadamente 10 cm de comprimento. Ao remover a capa protetora é possível observar quatro fios menores nas cores verde, branco, vermelho e preto, conforme mostrado na figura 3. Devido a variação nos modelos de cabo, as cores dos fios podem ser diferentes das apresentadas aqui.

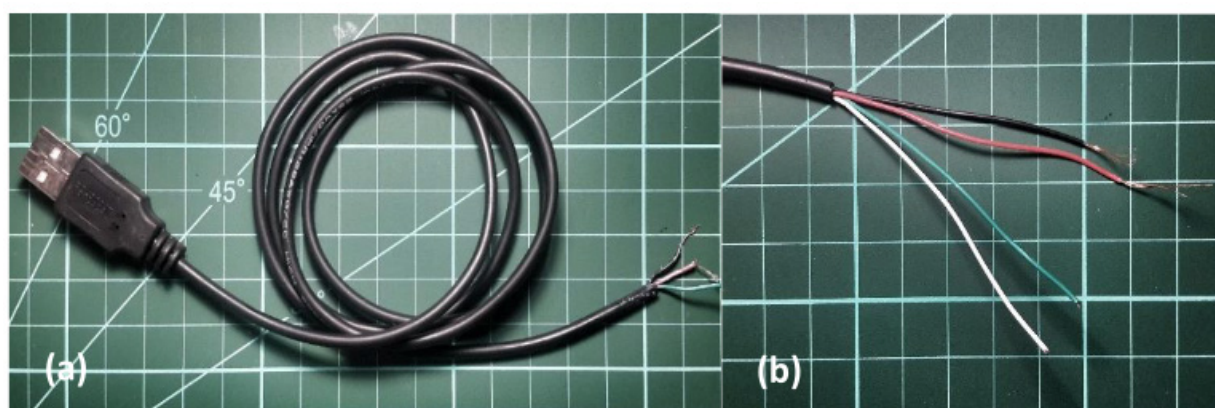


Figura 3. (a) Remoção da ponta *USB* menor. (b) Exposição dos fios componentes. Autoria própria.

Os fios de energia são os de cor preto e vermelho, e serão estes os fios a serem utilizados. Os fios verde e branco podem ser isolados por meio da aplicação de fita isolante.

Na sequência, retire o plástico protetor em volta dos fios preto e vermelho em aproximadamente 3 cm de comprimento. Faça a conexão do fio vermelho com o conector garra de jacaré, no pequeno orifício da garra, para aumentar a durabilidade da conexão. Isole a conexão por meio de fita isolante e recubra a garra com a borracha (vermelha). Repita o procedimento para o fio preto, conectando a garra de jacaré com borracha preta. A Figura 4 (a) e (b) mostram a conexão dos fios aos conectores

tipo jacaré e o carregador de celular adaptado, respectivamente. Após as conexões estarem estabelecidas, conecte as garras de jacaré ao sistema de eletrólise e o cabo *USB* a um carregador de celular. Com o sistema devidamente montado o processo de eletrólise pode ser iniciado ligando o carregador na energia.

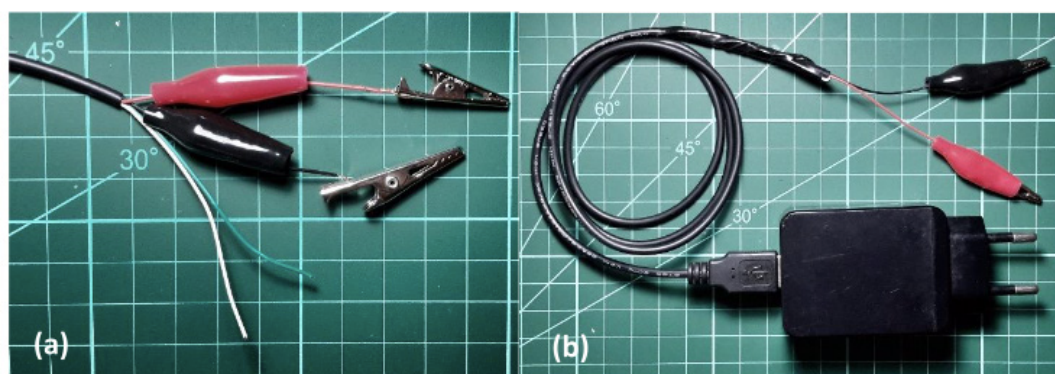


Figura 4. (a) Conexão dos conectores tipo jacaré. (b) Carregador de celular adaptado com os conectores. Autoria própria.

### 3.3 Montagem do sistema eletrolítico

A reação química de eletrólise irá ocorrer dentro de um frasco com tampa, nesse trabalho foi reciclado um frasco de plástico de requeijão de 200g. Esse material apresenta um tamanho adequado, que permite que sejam coletados os produtos, especialmente os gases, além de proporcionar o uso de um volume baixo de reagentes evitando o acúmulo de descarte. O plástico empregado na embalagem também garante uma boa durabilidade ao sistema. É importante que o frasco seja transparente para que as reações de oxidação e redução no meio possam ser visualizadas pelos alunos. Para esse sistema, frascos de vidro não são recomendados devido à dificuldade em perfurar o fundo do frasco, o qual pode resultar em acidente com o vidro.

É interessante que seja empregado um frasco de plástico que possua um suporte em sua base de cerca 1 cm, conforme a figura 5. Esse suporte na parte inferior do copo é importante para que os eletrodos (parafusos) possam ser inseridos no sistema e manipulados posteriormente.





Figura 5. Copo plástico de requeijão de 200 g com suporte na parte inferior. Autoria própria.

Na base do copo, na parte lateral, com um estilete, recorte e retire três pedaços da base de forma que fiquem três “pés” de cerca de 3 cm de comprimento. Esse recorte é importante, para que seja possível adicionar ao sistema os conectores aos eletrodos. Os recortes podem ser observados na figura 6.

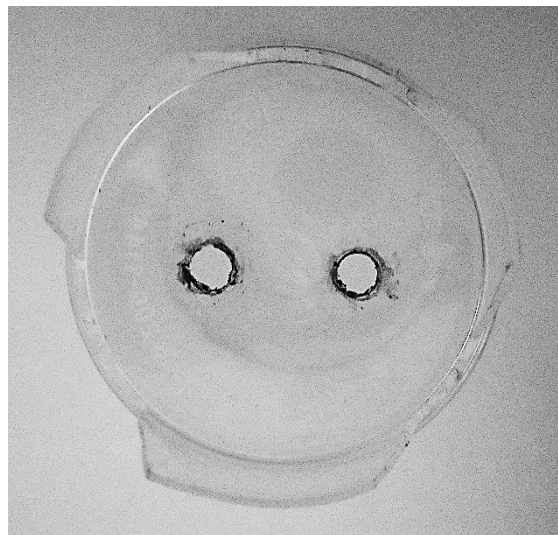


Figura 6. Furos na base e recorte na base do copo de plástico. Autoria própria.

Faça dois furos na base do copo, com cerca de 2 cm de distância entre si, com uma furadeira, parafusadeira ou até mesmo com um prego aquecido. É necessário que os furos possuam tamanhos levemente menores do que o diâmetro dos parafusos (~2mm), para que o sistema fique com uma boa vedação. Pode-se observar na figura 6 a parte inferior do copo já furada e cortada.

A tampa do copo de requeijão será também utilizada, junto com duas seringas, para coletar os gases produzidos nas reações de eletrólise. Os êmbolos das seringas

não serão utilizados. Assim, faça dois furos na tampa, que estejam alinhados com os furos da base do copo. O tamanho dos furos deve ser levemente menor do que a ponta da seringa (sem agulhas, que não serão usadas). Com a pistola de cola quente aquecida, adicione um pouco de cola quente na ponta da seringa e insira no furo da tampa do copo, de modo que um pequeno pedaço da ponta da seringa atravesse a tampa. Repita esse procedimento com a outra seringa e a cole no outro furo da tampa do copo. A figura 7 apresenta a tampa com as duas seringas já coladas. É importante que a graduação das duas seringas fique alinhada para o mesmo lado, pois o volume coletado dos gases deverá ser lido e analisado nos experimentos.



Figura 7. Tampa do copo com as seringas afixadas. Autoria própria.

Na parte inferior do copo serão adicionados os eletrodos (parafusos de aço inox), nos dois furos já realizados. Assim, é necessário que parte do eletrodo fique dentro do copo, para reagir com as substâncias em meio aquoso e parte do eletrodo fique na parte externa do copo, para ficar em contato com os conectores que irão fornecer energia elétrica, necessária para a ocorrência das reações químicas. Além disso, é necessário vedar o sistema para evitar vazamentos, uma vez que o sistema envolve reações em meio aquoso.

Na base inferior do copo, encaixe um parafuso em um dos furos e deixe a cabeça na parte de fora do copo (inferior). É necessário deixar um espaço entre a cabeça do parafuso e a base do copo, para que os conectores da fonte de energia possam se conectar ao eletrodo (parafuso). Em seguida, dentro do copo, coloque no parafuso respectivamente, um anel de borracha, uma arruela, uma porca e aperte bem. O eletrodo afixado no copo é apresentado na figura 8. Repita o procedimento com o

outro parafuso. Para melhorar a vedação, pode ser necessário aplicar cola quente na parte inferior externa do sistema, nos dois eletrodos (parafusos) após a construção do sistema. É importante que os parafusos sejam inoxidáveis para que não participem da reação, uma vez que reações de oxidação e redução interagem com o metal.

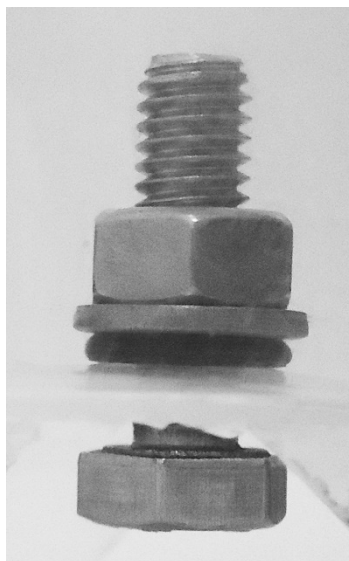


Figura 8. Parafuso (eletrodo) afixado no copo. Autoria própria.

A construção do sistema está quase concluída. É necessário tampar o copo e conectar a fonte de energia. Coloque a tampa no copo, de modo que os parafusos fiquem dentro das seringas. Dessa forma, é possível coletar os gases produzidos durante a reação de eletrólise. Finalmente, conecte os conectores da fonte aos eletrodos, na parte inferior externa do sistema. O sistema concluído pode ser observado na figura 9.



Figura 9. Sistema eletrolítico pronto. Autoria própria.

## 3.4 Sugestões de atividades experimentais

### 3.4.1 *Eletrólise aquosa em meio básico*

Adicione uma solução de hidróxido de sódio - NaOH de concentração  $0,15 \text{ mol.L}^{-1}$  até o topo do copo. Em seguida, de modo que os parafusos fiquem encaixados dentro das seringas e conecte a fonte no sistema, conforme ilustrado na Figura 6. **Atenção: cuidado ao selecionar a tensão na fonte (110V ou 220V), para evitar a queima da fonte.** Conecte a fonte na rede elétrica e observe a produção de gases nas seringas.

Para explorar melhor o experimento, é possível coletar os gases com um tubo de ensaio, ou conectando outras seringas às do sistema com um pequeno pedaço (1 cm) de uma mangueira de silicone de 5 mm de diâmetro. Posteriormente, os gases coletados no sistema podem ser diferenciados por meio de sua queima (CDCC, 2019). Uma discussão sobre as reações químicas envolvidas será apresentada na seção de Resultados e Discussão.

### 3.4.2 *Eletrólise aquosa em meio ácido*

Adicione uma solução de ácido clorídrico - HCl de concentração  $0,15 \text{ mol.L}^{-1}$  até preencher o copo. Em seguida, termine de montar o sistema, como foi realizado no item 3.4.1. Observe bem os gases produzidos e colete-os do sistema. Posteriormente, faça a queima do gás coletado.

### 3.4.3 *Eletrólise aquosa em meio neutro*

Adicione uma solução de cloreto de sódio - NaCl de concentração  $0,15 \text{ mol.L}^{-1}$  até completar o volume do copo. Em seguida, monte novamente o sistema, de acordo com o que foi realizado no experimento anterior. Observe os produtos gerados e colete o gás formado. Em seguida, realize a queima do gás coletado.

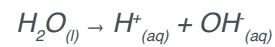
### 3.4.4 *Análise da estequiometria na formação dos gases oxigênio e hidrogênio*

A atividade descrita no item 3.4.1 pode ser empregada para o estudo estequiométrico na formação dos gases hidrogênio e oxigênio. Dessa forma, basta ajustar a solução eletrolítica nas seringas até 0 ou 1 mL para iniciar a reação de eletrólise. O processo só é finalizado quando a seringa que tiver maior quantidade de gás atingir um número inteiro no volume da seringa. Devido o processo exigir algum tempo de reação, o volume fica a critério do professor, podendo ser finalizado em 5 mL ou até 10 mL de gás formado. Dessa forma, quando atingido o volume, o processo pode ser encerrado e os volumes das seringas podem ser anotados. O teste de queima dos gases pode ser realizado para averiguar o tipo de gás formado.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na eletrólise em meio básico, ocorre a auto ionização da água e a dissolução do hidróxido de sódio, que podem ser representadas pelas seguintes equações químicas:

**Auto ionização da água:**

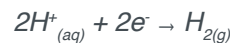


**Dissolução do hidróxido de sódio:**



No processo realizado, ocorre uma reação química de eletrólise causada por uma diferença de potencial e a consequente corrente elétrica. No eletrodo negativo (cátodo) ocorre a redução das espécies químicas e no eletrodo positivo (ânodo) ocorre a oxidação. O cátion  $H^+$  possui uma alta tendência em receber elétrons e ocorre a redução, com a produção do gás hidrogênio ( $H_2$ ) e os íons hidroxila oxidam-se formando o gás oxigênio ( $O_2$ ), representados nas seguintes equações (FERREIRA, et al., 2011):

**Cátodo:**



**Ânodo:**



Nesse processo eletrolítico, quando os níveis iniciais de solução são ajustados igualmente, é possível observar em uma análise inicial que em uma das seringas a produção de gás será maior, praticamente o dobro, do que na outra seringa. Isso se deve à estequiometria da reação durante o processo de oxidação e redução da molécula de água na geração dos gases  $H_2$  e  $O_2$ . A estequiometria de reação prevê que a formação de gás hidrogênio ( $H_2$ ) é o dobro da formação de gás oxigênio ( $O_2$ ):

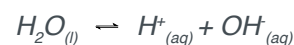
**Reação estequiométrica:**



Para discutir a estequiometria dos gases gerados, é possível calcular pela lei dos gases ideais nas CNTP o número de mols dos gases hidrogênio ( $H_2$ ) e oxigênio ( $O_2$ ), e posteriormente comparar esses números. A relação entre os números de mols de hidrogênio e oxigênio deve ser próxima de dois para um.

Na eletrólise em meio neutro, inicialmente também ocorre a auto ionização da água e a dissolução do cloreto de sódio. As reações químicas são representadas pelas seguintes equações químicas:

**Auto ionização da água:**

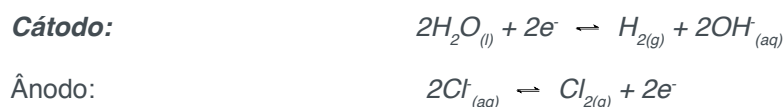


**Cloreto de sódio:**



O cloro, na forma de íons cloreto ( $Cl^-$ ), possui uma elevada tendência a perder

elétrons, portanto, sofre oxidação e produz gás cloro ( $\text{Cl}_2$ ). E por outro lado, o hidrogênio possui elevada tendência em receber elétrons e produz o gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) por meio de uma reação de redução (FERREIRA, et al., 2011). As reações químicas são representadas nas seguintes equações:



Na eletrólise em meio ácido, com o ácido clorídrico no sistema, são obtidos os mesmos produtos da eletrólise em meio neutro, ou seja, os gases hidrogênio e cloro. Isto se deve ao fato de que a solução apresenta os mesmos íons presentes na solução neutra (íons cloreto, hidrônio, hidroxila e sódio).

As atividades experimentais descritas nessa seção podem ser desenvolvidas de forma demonstrativa pelo professor, ou pelos estudantes em pequenos grupos. A vantagem da demonstração é que é necessário empregar apenas um sistema eletrolítico e poucos reagentes.

Por outro lado, em uma sala com 35 estudantes é possível organizar grupos com cerca de 5 estudantes para a atividade experimental. Portanto, seriam necessários cerca de 7 sistemas experimentais para a realização de atividades didáticas. A vantagem do uso desses sistemas reside no fato de que os estudantes podem manipular os materiais e reagentes, e podem ter uma postura mais ativa diante de sua aprendizagem.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção do kit experimental de eletrólise permite a realização de experimentos sobre esse tipo de reação química, que muitas vezes não são abordados em sala de aula sem equipamentos adequados e caros.

Com o sistema foi possível realizar as reações de eletrólise, observar os produtos formados, controlar a velocidade da reação por meio da alteração da diferença de potencial aplicado e estimar a estequiometria dos gases gerados. O sistema se mostra adequado para a realização de reações eletrolíticas com finalidade didática para o Ensino Médio. Além disso, o sistema se mostra seguro para a manipulação dos alunos e as atividades propostas não geram resíduos perigosos para os estudantes e para o ambiente.

O sistema desenvolvido permite que as reações de eletrólise sejam realizadas, e é possível obter os gases menos densos que a água por meio das seringas. Portanto, o uso didático do kit experimental consiste em uma possibilidade de, além de promover uma discussão conceitual sobre reações químicas de eletrólise, apresentar as aplicações industriais de produção do gás oxigênio e do gás hidrogênio, por exemplo.

Outro ponto que pode ser explorado é o do reaproveitamento de materiais como o frasco plástico de alimentos e a fonte de energia de aparelho celular, que permite uma discussão que envolve a educação ambiental. Essa temática é relevante, uma vez que para a área de Ensino de Química, é desejável o desenvolvimento da conscientização dos alunos sobre os resíduos gerados pela sociedade e medidas para minimização desse problema.

## REFERÊNCIAS

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 291-313, 2002. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/609>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

BROWN, T. L. et al. **Química, a ciência central**. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CAMEL, N. J. C.; PACCA, J. L. A. **Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 28, n. 1, p. 7-26, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n1p7>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

CDCC - Centro de Divulgação Científica e Cultural. **Eletrolise da água**. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/exper/fundamental/roteiros/eletrolise.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2019.

FERREIRA, L. H. et al. **Contém Química: pensar, fazer e aprender com experimentos**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2011.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. **Ensino experimental de química: uma abordagem contextualizada**. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010. Disponível em: < [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32\\_2/08-PE-5207.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf) >. Acesso em: 10 jan. 2019.

GALIAZZI, M. C. et al. **Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências**. Ciência & Educação, Bauru, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132001000200008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000200008)>. Acesso em: 10 jan. 2019.

PALOMARES, R. A.; SACHS, L. G. **Aplicação de um kit experimental de Química para a determinação de ácido ascórbico em frutas e sucos industrializados**. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Disponível em: <[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pdebusca/producoes\\_pde/2014/2014\\_uenp\\_qui\\_artigo\\_rosangela\\_aparecida\\_palomares.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uenp_qui_artigo_rosangela_aparecida_palomares.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2019.

SALVATIERRA, C. R. et al. **Desenvolvimento de um kit experimental de baixo custo e fácil acesso: a produção de Biodiesel para o ensino de química**. In: 30ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2007, Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia, 2007.

SANTIAGO, E. F. et al. **Desenvolvimento e aplicação de um dispositivo para o estudo de soluções eletrolíticas**. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2016.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-296-8

