

Ano 86 Nº 760 3º trimestre de 2018

ISSN: 23581697

**RQI**

Edição Eletrônica 18 do Nº 760

# Revista de Química Industrial

## Pioneiros da Química

Heinrich Rheinboldt

Jayme da Nóbrega Santa Rosa

Álvaro Alberto da Mota e Silva

**50ª Olimpíada  
Internacional  
de Química**

Ouro, prata e  
bronze para  
o Brasil

*Química*

*Sociedade e Qualidade de Vida*





# 58º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA

Química, Sociedade e  
Qualidade de Vida.



REALIZAÇÃO:



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA  
DE QUÍMICA  
MARANHÃO

APOIO:



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO



INSTITUTO FEDERAL  
MARANHÃO

06E09 NOV  
**2018**

Centro Paulo Freire  
Cidade Universitária, Dom Delgado  
(UFMA, São Luís /Maranhão)

# SUMÁRIO



ISSN: 2358-1697  
Revista de Química Industrial  
Ano 86 Nº 760 3º trimestre de 2018  
Edição Eletrônica 18

1 **Sumário**

2 **Expediente**

3 **Editorial**

4 **Aconteceu**  
50ª Olimpíada Internacional de Química  
Ouro, prata e bronze para o Brasil

6 **Capa**  
Química, sociedade e qualidade de vida

10 **Aconteceu**  
16º Simpequi

16 **Revisitando**  
Política Mineral do Brasil

17 **Pioneiros da Química**  
Heinrich Rheinboldt  
Jayme da Nóbrega Santa Rosa  
Álvaro Alberto da Mota e Silva

22.1 **Caderno de Química Verde**

26 **Acontecendo**  
CBQ 2018

28 **Regionais da ABQ**  
Divulgando a Química no Brasil  
São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso  
Rio Grande do Norte e Amapá

40 **Aconteceu na RQI ...**

44 **Agenda**  
Eventos

## Artigos Técnicos

45 **Aplicação industrial de matérias-primas renováveis**  
*Industrial application of renewable raw materials*

51 **Produção, aplicação e caracterização em microescala de biocombustível derivado dos resíduos do peixe *colossoma macropomum* (cuvier, 1818)**  
*Production, application and characterization in microscale of biofuel derived from the fish residues *colossoma macropomum* (cuvier, 1818)*

63 **Efeitos da ação fotolítica em células de *Microcystis aeruginosa* e remoção de microcistina**  
*Effects of photolytic action on *Microcystis aeruginosa* cells and microcystin removal*



# Expediente

## RQI – Revista de Química Industrial

([www.abq.org.br/rqi](http://www.abq.org.br/rqi))

Órgão oficial da Associação Brasileira de Química para divulgar os eventos que promove; publicar matérias relevantes na área de química, como entrevistas com eminentes personalidades da ciência e tecnologia em geral, artigos técnicos, técnico-científicos e científicos relacionados à área industrial, P&D (inclusive em escala de laboratório) e desenvolvimento de técnicas analíticas, bem como resenhas de livros e outras publicações. A convite do Editor, a RQI publica artigos de opinião de pessoas convidadas.

Indexada no Chemical Abstracts. Classificada no WebQualis da CAPES nas áreas de Ciências Agrárias (B5), Ciências Ambientais (B5), Direito (B4), Engenharias I (B4), Engenharias II (B4), Engenharias III (B5), Interdisciplinar (B4) e Química (B5).

Para fins de citação, a abreviatura da revista a ser usada é *Rev. Quim. Ind.*

### Fundador

Jayme da Nóbrega Santa Rosa (1903-1998)

### Editor

Julio Carlos Afonso (UFRJ)  
e-mail: [editordarqi@abq.org.br](mailto:editordarqi@abq.org.br)

### Editor Associado

Airton Marques da Silva (UECE)

### Conselho Editorial

Alvaro Crispino (CEFET-RJ)  
Cláudio José de Araújo Mota (UFRJ)  
David Tabak (FIOCRUZ)  
Eduardo Falabella Sousa-Aguiar (CENPES e UFRJ)  
Geraldo André Fontoura (Bayer e UFF)  
Gil Anderi da Silva (USP)  
Magda Beretta (UFBA)  
Maria de Fátima Vitória de Moura (UFRN)  
Newton Mario Battastini (SINDIQUIM - RS)  
Peter Rudolf Seidl (UFRJ)  
Sergio Roberto Bulcão Bringel (INPA e CRQ-XIV)  
Silvana Carvalho de Souza Calado (UFPE)  
Viridiana Santana Ferreira-Leitão (INT)

### Capa, arte e diagramação

Adriana Lopes - [asl.eventos@globos.com](mailto:asl.eventos@globos.com)

© É permitida a reprodução dos artigos e reportagens desde que citada a fonte.

Os textos assinados são de responsabilidade de seus autores.

Normas para envio de artigos: ver na 3ª capa e no portal [www.abq.org.br/rqi](http://www.abq.org.br/rqi).



Associação Brasileira de Química  
Utilidade Pública Federal Decreto 33.254 de 08/07/1953  
Mantida Decreto de 27/05/1992 (DOU Seção I - 28/05/1992)

Sede Própria: Avenida Presidente Vargas, 633 - Sala 2208  
20071-004 - Rio de Janeiro - RJ  
Tel / Fax: +55 21 2224-4480  
e-mail: [secretaria@abq.org.br](mailto:secretaria@abq.org.br)  
[www.abq.org.br](http://www.abq.org.br)

**Missão:** Promover e apoiar, junto à sociedade em geral, discussões e ações estratégicas para a difusão da Química e áreas afins, nos campos da ciência, da educação, da tecnologia e da inovação, por meio de visão sistêmica e integrada ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável, visando à melhoria da qualidade de vida.

**Visão:** Ser uma entidade reconhecida em âmbito nacional e internacional, destacando-se no cenário científico e tecnológico, fundamentada na ética e na excelência de suas práticas.

### Diretoria (mandato dezembro 2017 a novembro de 2019)

#### Presidente

Maria de Fátima V. de Moura [presidencia@abq.org.br](mailto:presidencia@abq.org.br)

#### Vice-Presidente

Silvana Carvalho de S. Calado [silcalado@yahoo.com.br](mailto:silcalado@yahoo.com.br)

#### Diretor Administrativo

Henrique Eduardo B. da Silva [hebsquim@globo.com](mailto:hebsquim@globo.com)

#### Diretor Financeiro

Luis Carlos Abreu Gomes [luisabq.gomes@gmail.com](mailto:luisabq.gomes@gmail.com)

#### Diretor de Ass. Internacionais

Agnaldo Arroio [agnaldoarroio@yahoo.com](mailto:agnaldoarroio@yahoo.com)

#### Diretor de Ass. Olimpíadas

Sergio Maia Melo [obquimica@gmail.com](mailto:obquimica@gmail.com)

#### Diretor de Educação

Jorge Cardoso Messeder [jorge.messeder@gmail.com](mailto:jorge.messeder@gmail.com)

#### Diretor de Eventos

Airton Marques da Silva [airton.marques@uece.br](mailto:airton.marques@uece.br)

#### Diretor de Relac. Interno

Jean Carlo Antunes Catapreta [jcac889@hotmail.com](mailto:jcac889@hotmail.com)

#### Diretor Técnico-Científico

Robério Fernandes A. de Oliveira [roberio@skydome.net](mailto:roberio@skydome.net)

### Diretores Regionais (mandato dezembro 2017 a novembro de 2019)

#### Centro-Oeste

Renato Candido da Silva [renatocandido\\_1@hotmail.com](mailto:renatocandido_1@hotmail.com)

#### Nordeste

Marciano Henrique de L. Neto [marcianohn@gmail.com](mailto:marcianohn@gmail.com)

#### Norte

Ana Carolina Duarte [ana.carolina@crq14.org.br](mailto:ana.carolina@crq14.org.br)

#### Sudeste

Frederico Anderson P. Schoene [fapschoene@gmail.com](mailto:fapschoene@gmail.com)

#### Sul

Elsa Lesaria Nhuch [enhuch@gmail.com](mailto:enhuch@gmail.com)

### Coordenação, Gerencia e Secretaria

#### Coordenadora de Cursos

Adriana dos Santos Lopes [cursos@abq.org.br](mailto:cursos@abq.org.br)

#### Gerente de Eventos

Celso Augusto Fernandes [abqeventos@abq.org.br](mailto:abqeventos@abq.org.br)

#### Secretaria Geral

Fabício Antonio Costa [secretaria@abq.org.br](mailto:secretaria@abq.org.br)



# Editorial



Júlio Carlos Afonso

Este Editorial começa evocando o rico passado da Associação Brasileira de Química: o Editor comunica que já se encontram no portal da RQI ([www.abq.org.br/rqi](http://www.abq.org.br/rqi)) todas as edições a partir do ano de 1940. Um recuo de 9 anos no tempo, mas que põe à disposição do público artigos, entrevistas e notícias referentes ao país e ao mundo mergulhados na II Guerra Mundial e suas consequências para a química nacional durante e após esse trágico episódio. O índice de autores e palavras-chave já está atualizado, cobrindo os números 93 a 759 desta revista (79 anos!). Além disso, os índices de palavras-chave e autores do periódico Anais da Associação Brasileira de Química (cuja coleção completa já se acha no portal da ABQ desde março de 2017 - <http://www.abq.org.br/publicacoes-historicas-anais-abq.html>) foram finalmente atualizados, sendo ainda incluída uma lista de obituário. Deve-se sempre lembrar que este trabalho vem sendo executado desde 2009 por alunos do projeto de Extensão do Instituto de Química da UFRJ "Museu da Química Professor Athos da Silveira Ramos", bem como de alunos dos cursos graduação do mesmo Instituto, através de disciplinas de extensão constantes de suas grades curriculares. A fase atual volta seus esforços para os primeiros oito anos da RQI, cujo trabalho é muito mais delicado devido à fragilidade de seus números, impressos em papel jornal, porém, o horizonte é extremamente otimista. O acesso a essas e demais publicações disponibilizadas pela ABQ é livre e gratuito, mas todo esse material é detentor de direito autoral, patrimonial e moral, com base nos incisos do art. 7º da Lei n. 9.279/1996 (Lei da Propriedade Industrial), no art. 7º da Lei 9.610/1998 (Lei de Direito Autoral), e artigo 5º, inciso XXIX, da Constituição de 1988. As citações são livres mas, para reproduções do original, o interessado deve entrar em contato com a ABQ ([secretaria@abq.org.br](mailto:secretaria@abq.org.br)).

Outros espaços voltados para a memória da química nacional também têm destaque neste número: em "Aconteceu na RQI" poderemos apreciar eventos de grande magnitude ocorridos ao longo de 75 anos, enquanto a seção "Pioneiros da Química" escalou três personalidades ilustres para este número: Álvaro Alberto, Heinrich Rheinboldt e Jayme Santa Rosa. Ler os textos referentes a essas figuras notáveis é descobrir que muito de nosso *status* atual se deve à atuação desses verdadeiros pioneiros da nossa química.

Voltando o foco para o presente, a ABQ se destaca pela cobertura dos eventos recém-realizados (4º SINEQUI e 16º SIMPEQUI) e pelo 58º CBQ, que terá lugar em São Luís, capital do Maranhão, em novembro vindouro. A matéria de capa deste número, como é tradição em todos os números do 3º trimestre, é dedicada ao tema do CBQ, "QUÍMICA, SOCIEDADE E QUALIDADE DE VIDA". Afrânio Aragão Craveiro, Professor Emérito da Universidade Federal do Ceará, é o nosso entrevistado. Está ganhando corpo o espaço dedicado à atuação das regionais da ABQ. As regionais de São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Rio Grande do Norte (realizadora do 4º SINEQUI) e Amapá divulgam por meio deste número um pouco do trabalho que vêm realizando de acordo com a missão a que a ABQ se propõe a cumprir (<http://www.abq.org.br/missao-da-abq.html>). E ainda não poderíamos deixar de destacar a melhor participação de nosso país na Olimpíada Internacional de Química, em sua 50ª edição. Esse sucesso tem a marca da nossa Associação, que está à frente do Programa Nacional Olimpíadas de Química, e ainda coparticipa da Olimpíada Nacional de Ciências (em conjunto com a Sociedade Brasileira de Física).

Três trabalhos focam aspectos variados da química, mas representam campos ativos em P & D acadêmicos e industriais, aliás, marca que sempre caracterizou as edições desta revista. Vocação essa endossada pelo tradicional encarte do Caderno de Química Verde, que chega ao seu décimo número, e por um anexo relativo à Política Mineral do Brasil, matéria de capa do número anterior.

Aos nossos caros leitores, desejamos uma ótima leitura!

RQI: uma revista em constante evolução. A química aplicada no Brasil passa por aqui!

# 50ª Olimpíada Internacional de Química

## Ouro, prata e bronze para o Brasil!



FOTO: Pavel Svec

Da esquerda para a direita: Prof. José de Arimatéia Lopes, Reitor da Universidade Federal do Piauí; Orivaldo Salviano Neto; Ivna de Lima Ferreira Gomes; João Víctor Moreira Pimentel; Vinícius Figueira Armelin; Prof. Fabiano Gomes, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Para comemorar a 50ª edição da OIQ (IChO em inglês), ocorrida na República Tcheca e na Eslováquia entre os dias 19 e 29 de julho, nada como uma participação brasileira digna desse nível.

A motivação para a escolha de dupla sede está relacionada ao início de tudo: a primeira Olimpíada Internacional de Química, realizada em 1968, foi na antiga Tchecoslováquia, que, em 1993, dissolveu-se pacificamente dando origem aos dois países supracitados.

Em meio a 76 países participantes (mais seis observadores - a lista você encontra em <https://50icho.eu/participation/participating-countries-2>), a equipe brasileira composta pelo paulista Vinícius Figueira Armelin (16 anos, de São Bernardo do Campo) e pelos cearenses Ivna de Lima Ferreira Gomes (17 anos), João Víctor Moreira Pimentel (16 anos) e Orivaldo Salviano Neto (17 anos), todos de Fortaleza, ganhou duas medalhas de ouro (Ivna e Vinícius), uma de prata (João Victor) e uma de bronze (Orivaldo).



## SÃO OS PRIMEIROS OUROS DO BRASIL NA IChO.

João Vítor e Orivaldo já integraram a equipe brasileira na Olimpíada Internacional de Química de 2017. "Com esse resultado, nos aproximamos dos asiáticos, que tradicionalmente são destaque em Olimpíadas de Ciências", afirma o professor Sergio Melo, coordenador do Programa Nacional Olimpíadas de Química e Diretor das Olimpíadas da Associação Brasileira de Química, que as coordena em nível nacional. O desempenho da equipe brasileira vem melhorando ano a ano (em 2017, foram três medalhas de prata e uma de bronze), sendo o resultado de muito trabalho e esforço dos professores, estudantes e do apoio das escolas, que entendem a importância da Olimpíada Brasileira de Química.

304 estudantes de 76 países, organizados em grupos de quatro, foram submetidos a provas prática e teórica individuais, cada uma com duração de 5h 30min. O teste prático contou com três exercícios – síntese de composto orgânico; análise química de água mineralizada característica da região e uma questão de cinética química. A prova teórica contou com oito exercícios enunciados em um caderno que continha 57 páginas. Ao todo, foram premiados 95 estudantes com medalhas de bronze, 65 com prata e 35 com ouro. Dez jovens receberam menções honrosas por desempenhos específicos.

"É uma emoção muito grande, é muito louco na verdade porque a gente nunca tinha tido uma medalha de ouro e trazer essa medalha e ainda a do meu colega junto -


são duas medalhas de ouro de uma vez – é uma coisa incrível", comentou Ivna, após a conquista. Ela espera que a vitória seja um estímulo para outros estudantes. Orivaldo, ganhador do bronze, conta que persistiu nos estudos até a conquista. "Estudei, estudei, estudei, tentei vir pra [Olimpíada] Internacional a primeira vez e não consegui. Tentei de novo e na segunda eu consegui e estou aqui."

A cerimônia de entrega das medalhas foi realizada na Casa Rudolfinum, sede da Orquestra Filarmônica da República Checa, no dia 28 de julho, e contou com a participação da Ministra da Educação, Juventude e Esportes da República Tcheca, Karolína Gondková; do Reitor da Universidade de Química e Tecnologia de Praga, Karel Melzoch; e da Vice-Reitora da Comenius University de Bratislava, Zuzana Kociová.

Segundo os líderes da equipe brasileira, Prof. José de Arimatéia Lopes, Reitor da Universidade Federal do Piauí, e Prof. Fabiano Gomes, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, esta é a coroação de um trabalho árduo, que exige extrema dedicação e muitas horas de estudo diário. Segundo Arimatéia, "a Olimpíada de Química tem sido uma ferramenta altamente eficiente para cativar o interesse científico de jovens brasileiros, que, medalhistas, tornam-se uma referência positiva para todos os demais estudantes. Estamos muito orgulhos de nossa equipe e dessa conquista grandiosa para o país".

Segundo Daniel Lavouras, diretor do Instituto Vertere, que fomenta Olimpíadas do Conhecimento no Brasil e patrocinador da Olimpíada Brasileira de Linguística, um desempenho inédito como este pode chamar atenção de mais alunos e professores para o poder das Olimpíadas do Conhecimento. "As Olimpíadas do Conhecimento têm potencial para serem um grande catalisador da transformação da educação brasileira. Eventos como o que presenciamos hoje em Praga são extremamente motivadores e os alunos olímpicos voltam ao país como multiplicadores da experiência vivida. Nossos medalhistas tornam-se uma referência para os demais estudantes", comenta. Parabéns a todos que representaram tão bem nosso país neste evento!!!



The cover image is a composite of three main elements: on the left, a wind turbine against a sunset sky; in the center, a perspective view of a green field with solar panels; and on the right, a blue-tinted molecular structure with labels R1, R2, R3, and NHSO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>.

# Química

## Sociedade e Qualidade de Vida

Sob o tema QUÍMICA, SOCIEDADE E QUALIDADE DE VIDA, a Associação Brasileira de Química – ABQ realizará, no período compreendido entre os dias 6 e 9 de novembro deste ano, o 58º Congresso Brasileiro de Química, em São Luís, capital do Maranhão. Um assunto dos mais relevantes, que será objeto de apreciação dos participantes no 58º CBQ se refere à Sustentabilidade.

O termo "desenvolvimento sustentável" abriga um conjunto de paradigmas para o uso dos recursos que visam atender às necessidades humanas. Ele surgiu em 1987 no *Relatório Brundtland* da Organização das Nações Unidas que estabeleceu que desenvolvimento sustentável é aquele que "satisfaz às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem às suas próprias necessidades". Cinco anos depois, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, na cidade do Rio de Janeiro, um de seus documentos mais importantes - a chamada "Agenda 21" - colocou a sustentabilidade entre as prioridades da ONU, ocasião em que a

discussão em torno das ações sustentáveis ganhou novos cenários, chegando finalmente às salas de reuniões corporativas. A Agenda 21 tem foco no planejamento e na qualidade do crescimento dos países, em detrimento da quantidade. As ações da Agenda 21 são pensadas globalmente, mas adaptadas às necessidades nacionais e locais. Assim, a agenda brasileira prioriza programas de inclusão social, sustentabilidade rural e urbana, preservação de recursos naturais e ética política.

Em 1997 aconteceu também no Rio a Rio+5, que teve como propósito o balanço dos cinco anos da Agenda 21, identificando as principais dificuldades de implementação e priorizando um plano de ação para os anos seguintes. Em 2002 foi realizada em Joanesburgo a Rio+10, cujo objetivo foi rever as metas da Agenda 21. No entanto, a marca do evento foi o impasse, com a formação de blocos que quiseram defender exclusivamente seus interesses, sob a liderança dos Estados Unidos.

A respeito do tema do 58º CBQ, a Revista de Química Industrial entrevistou o Professor Afrânio Aragão Craveiro, Diretor Presidente do Parque de Desenvolvimento Tecnológico – PADETEC, Centro



Afranio Craveiro (a esquerda) e Ary Marques



de Pesquisas e incubadora multissetorial de base tecnológica, pioneira no estado do Ceará, em funcionamento desde sua criação (17/05/1990). O PADETEC obteve certificação CERNE 1, concedido pela ANPROTEC (Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores) às incubadoras que atingem elevado grau de desenvolvimento e sustentabilidade.

Afrânio Aragão Craveiro é Bacharel em Química (UnB, 1995), concluiu seu Mestrado em Química de Produtos Naturais (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ) em 1968, e obteve em 1974 o PhD em Química Orgânica pela *Indiana University* – USA. Atualmente é Professor Emérito da Universidade Federal do Ceará, título concedido em julho de 1992. É Membro-Fundador da Academia Cearense de Ciências, Membro-Fundador da Academia Cearense de Química, Membro da ABQ, SBQ, SBPC, New York Academy of Sciences. Foi homenageado pela Associação dos Professores do Ensino Superior do Ceará (APESC) com o Diploma de Honra ao Mérito (1993). Recebeu a Medalha do Mérito do Conhecimento

2003, concedido pela CNI e SEBRAE pela contribuição prestada ao desenvolvimento tecnológico da indústria brasileira. Por duas vezes foi Membro do Conselho Deliberativo do CNPq. Foi-lhe outorgado o título de Comendador Nacional da Ordem do Mérito Científico.

Levando em consideração as credenciais acima referidas, a Revista de Química Industrial procurou o Professor Craveiro para emitir sua opinião a respeito do tema Sustentabilidade.

A entrevista com o Prof. Craveiro foi realizada pelo Professor Ary Marques da Silva, da UFC, Diretor Adjunto do PADETEC, atendendo solicitação da RQI. A entrevista foi realizada no próprio ambiente de trabalho do entrevistado, a sede do PADETEC.

**RQI: O que se entende por sustentabilidade?**

**Afrânio.** A sustentabilidade pode resumidamente ser definida como a capacidade do homem interagir com o mundo, preservando o meio ambiente para não comprometer os recursos naturais das gerações futuras.



Conferência das Nações Unidas, junho de 1972

**RQI: Como o conceito de sustentabilidade surgiu?**

**Afrânio.** O conceito de sustentabilidade começou a ser delineado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada na Suécia, na cidade de Estocolmo, de 5 a 16 de junho de 1972. No Brasil, de acordo com um estudo realizado pela UniEthos, 69% das empresas brasileiras reconhecem que a inserção da sustentabilidade no planejamento estratégico é uma necessidade. A pesquisa intitulada “Estratégias Empresariais para a Sustentabilidade no Brasil”, que foi feita com 250 companhias nacionais, de todos os tamanhos, ainda revelou que 65% disseram que inovação e reposicionamento no mercado estão entre os principais objetivos quando incluída a sustentabilidade.

**RQI: Por que a sustentabilidade se tornou um tema tão relevante na atualidade?**

**Afrânio.** A preocupação acontece, principalmente, devido aos problemas enfrentados pela população mundial atualmente, que estão relacionados diretamente ao meio ambiente e à qualidade de vida. Por isso, há cada vez mais uma necessidade de difundir o conceito de sustentabilidade na sociedade e, também, nas empresas.

Alguns exemplos de boas práticas são os

esforços para tornar água potável e para melhorar o rendimento econômico – com aumento da produção, por exemplo; adoção de práticas e serviços não agressivos ao meio ambiente; e verificação climática de suprimentos das empresas.

**RQI: Que tipos de sustentabilidade podemos identificar?**

**Afrânio.** O chamado **tripé da sustentabilidade** é baseado em três princípios: o social, o ambiental e o econômico. Esses três fatores precisam ser integrados para que a sustentabilidade de fato aconteça. Sem eles, a sustentabilidade não se sustenta.

- **Social:** Engloba as pessoas e suas condições de vida, como educação, saúde, violência, lazer, dentre outros aspectos.
- **Ambiental:** Refere-se aos recursos naturais do planeta e a forma como são utilizados pela sociedade, comunidades ou empresas.
- **Econômico:** Relacionado com a produção, distribuição e consumo de bens e serviços. A economia deve considerar a questão social e ambiental.

**RQI: Como explicar a dificuldade em adotar práticas sustentáveis por parte da sociedade moderna?**

**Afrânio.** Como a sustentabilidade exige certa dose de sacrifício por parte da população e das empresas existe alguma dificuldade em adotar práticas sustentáveis por parte da nossa sociedade, tais como:

- Limitação do crescimento populacional;
- Garantia de alimentação em longo prazo;
- Preservação da biodiversidade e dos ecossistemas;
- Diminuição do consumo de energia;
- Desenvolvimento de tecnologias que possibilitem o uso de fontes energéticas renováveis;
- Aumento da produção industrial nos países não industrializados à base de tecnologias



- ecologicamente viáveis;
- Criação de Unidades de Conservação. No Brasil, existem diversas áreas protegidas;
- Controle da urbanização e integração entre campo e cidades menores.

**RQI: A educação ambiental é um caminho para uma sociedade mais sustentável para o futuro?**

**Afrânio.** Sem dúvida, mas não somente a educação ambiental como também a inclusão de políticas governamentais de apoio é extremamente importante para sedimentação do conceito de sustentabilidade.

**RQI: Que exemplos podem ser dados para que um cidadão demonstre comprometimento com práticas sustentáveis?**

**Afrânio.** Individualmente existem várias ações que o cidadão pode realizar para se comprometer com práticas sustentáveis, tais como:

- Economia de água;
- Evitar o uso de sacolas plásticas;
- Reduzir o consumo de carne bovina;
- Preferência por consumir produtos

biodegradáveis;

- Separar o lixo para coleta seletiva;
- Reciclagem;
- Realizar trajetos curtos através de caminhadas ou bicicleta. Adotar transportes coletivos ou caronas.

**RQI: Que mensagem final gostaria de deixar aos leitores da Revista de Química Industrial?**

**Afrânio.** Agradecendo a revista de Química Industrial pela oportunidade, gostaria de mencionar que o PADETEC e suas empresas vêm há bastante tempo se preocupando com a sustentabilidade. Várias de nossas empresas desenvolvem produtos inovadores que vão certamente contribuir para o meio ambiente e as práticas sustentáveis, como exemplo, temos empresas trabalhando com energia renovável, desenvolvimento de biocidas naturais em substituição aos agrotóxicos, desenvolvimento de produtos agrícolas inovadores que vão incrementar a produtividade no agronegócio evitando o aumento de área cultivada.



Afrânio Craveiro em seu laboratório

**Notas do Editor:**

- O Currículo Lattes do entrevistado pode ser acessado pelo endereço <http://lattes.cnpq.br/5748745713292417>.
- Seu endereço eletrônico é [afранио@padetec.ufc.br](mailto:afранио@padetec.ufc.br).
- Seu blog pode ser acessado clicando em <http://afраниоcraveiro.blogspot.com/>.

# 16º Simpósio Brasileiro de Educação Química SIMPEQUI

*“Educação Química no Século XXI: O que e como ensinar frente às mudanças”*

**Jorge Cardoso Messeder**

*Diretor de Educação da ABQ e Presidente da Comissão Científica do 16º SIMPEQUI*

O 16º Simpósio Brasileiro de Educação Química – SIMPEQUI - aconteceu de 6 a 8 de agosto de 2018. Esse evento, organizado pela Associação Brasileira de Química (ABQ), depois de 12 anos percorrendo o Brasil, voltou ao Rio de Janeiro, onde ocorreram as três primeiras edições. O SIMPEQUI deste ano contou com o patrocínio das agências de fomento CAPES e CNPq, do Conselho Regional de Química-III Região, do Colégio Pedro II e da importadora Premier Wine. O local do acontecimento foi o Centro de Eventos do Hotel Novo Mundo, localizado na Praia do Flamengo.

O tema central *“Educação Química no Século XXI: o que e como ensinar frente às mudanças”* foi escolhido de forma instigante. Poderíamos ter a sensação ingênua de que, em apenas três dias de encontros, seríamos capazes de dar respostas para questões tão inquietantes no cenário atual das políticas educacionais no Brasil.

Será que o SIMPEQUI cumpriu seu desígnio?



Alice Lopes

Bem, vejamos...

Após a sessão solene de abertura, no dia 6, tivemos a palestra da professora **Alice Ribeiro Casemiro Lopes**, pesquisadora da Faculdade de Educação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), que nos brilhou com sua fala sobre *“Inovações no ensino: O que realmente é novo?”*. Mais uma vez a professora Alice nos reforçou o quão difícil é discutir novidades no ensino. Em suas palavras, advertiu que mudanças curriculares devem ser pensadas em suas particularidades. Trazer um “currículo comum” para todo o Brasil, não é apenas apresentar consonâncias para os conteúdos disciplinares, mas deve ser um estudo detalhado, com muitos olhares para todas as interconexões que existem entre a Escola e seus entornos.

Será que temos respostas?...

Na parte da tarde, o evento teve uma novidade: um momento científico-cultural. Valeu a pena arriscarmos, e o risco se transformou em sucesso!

Falamos em *“Educação Química no Século XXI”*, das novas gerações. E quem comporá essa sociedade dos próximos anos, e quem realmente usufruirá das novas tendências educativas? Nossas crianças, óbvio!

E foi nesse sentido que, para esse momento do 16º SIMPEQUI, tivemos como convidados especiais, os alunos do ensino fundamental do CIEP Municipalizado Henrique de Souza Filho (CIEP Henfil), localizado na cidade de Duque de Caxias, baixada fluminense. **Denise Ana Augusta dos Santos Oliveira** (doutoranda do NUTES/UFRJ), professora desses estudantes, explanou o trabalho especial que desenvolve ao contar histórias de





Denise Ana Oliveira

cunho sociocientífico, em suas pesquisas no ensino fundamental.

Em seguida, houve a contação da história “A Luneta Mágica no Reino da Escuridão”, escrita pela designer gráfica **Karina Queiroz**.



Karina Queiroz



Ao final da atividade, acredita-se que os simpositas, e todos os presentes no auditório, puderam refletir sobre o mote norteador: “*o que e como ensinar frente às mudanças*”. O objetivo foi trazer uma atividade não só de entretenimento, mas uma atividade que pudesse possibilitar reflexões particulares sobre o ser professor, e questionamentos às linguagens nos processos de ensino-aprendizagem das ciências, em particular da química, relacionados às práticas da educação não formal, e produção de inovações educacionais.

Na busca do “*o que e como ensinar*”, como é importante o lugar que ocupa a fala da criança na ação docente!

A Associação Brasileira de Química, em seu viés destinado à Educação, assumiu a responsabilidade que nos anos iniciais da educação básica devem ser focalizados estudos da área do ensino da Química, com uma necessidade atual, na busca de novas possibilidades

didáticas para os problemas que se apontam socialmente. Ou seja, o professor de química deve-se sentir corresponsável na formação das novas gerações, contribuindo como autores de novas propostas de intervenções nos espaços escolares do ensino fundamental. Esse foi o escopo dessa atividade científico-cultural.

Ao final todas as crianças ganharam, um livro autografado pela Karina, patrocinados pela Premier Wine (foto ao lado, abaixo).

Em prosseguimento, ainda no primeiro dia, o professor **Jorge Nassim Vieira Najjar**, coordenador do programa de pós-graduação em Educação da Universidade Federal Fluminense (UFF), proferiu a palestra “*Gestão da escola e qualidade da educação: perspectivas e desafios*”.

Mais uma vez, acertamos na escolha da exposição!

O professor Jorge Najjar, nos deixou com o chamado “*gostinho de quero mais*”.. Em sua fala eloquente nos levou a refletir



sobre a importância da gestão para a consolidação de uma escola cidadã, democrática, que tem no compromisso com qualidade social um dos seus principais desafios. O que é realmente uma “Educação Para Todos”? Ainda ficamos com perguntas, muitas inquietações e reflexões...

Por fim, para finalizar o primeiro dia do evento, tivemos a mesa redonda “*Professores de química frente às mudanças: formação versus prática e outros dilemas*”, com a participação dos Professores **Flavia Maria Teixeira dos Santos** (UFRGS), **Gustavo Affonso de Paula** (Escola SESC) e **Ricardo Gauche** (UnB).

Cada um dos palestrantes trouxe suas experiências e “dilemas” enfrentados na formação de nossos professores de química, mas que são extensivos a outros docentes em formação, tanto inicial como continuada. A fala do professor Ricardo Gauche ficou marcada, sendo repercutida durante as perguntas realizadas na sessão: “*devemos ensinar química com mais amor em nossas ações*”.

No segundo dia do evento, 7 de agosto, já pela manhã, tivemos a apresentação do tema “*Esta aluna é negra, mas é tão inteligente!*”, na palestra do professor **Leonardo Maciel Moreira** (UFRJ-Macaé).

Ele, que participa do projeto de pesquisa “A Africanidade e a Formação de Professores”, deu ênfase

sobre como ocorre a autopercepção do professor perante a realidade multicultural, a permanência dos estudantes das diferentes etnias na licenciatura em química e a necessidade de difusão de um currículo de química intercultural.



E aí, de novo, perguntamos: “como pensar em ‘ensinar frente às mudanças’ se não vemos as diferenças diante dos nossos olhos?”...

Logo após, houve a palestra da professora **Maura Ventura Chinelli** (UFF), “*Parceria escola universidade na construção de práticas educativas no ensino de química*”, onde foram expostos exemplos exitosos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid).

A professora Maura Chinelli deu prosseguimento aos assuntos discutidos, no mesmo dia, à tarde, ao participar do “*Momento com Autores*”, divulgando seu livro “*Didática e formação de professores no PIBID da UFF: Entre o tangível e o intangível na construção de uma educação inovadora*”.

Cabe ressaltar que nesse espaço do SIMPEQUI também foi apresentado o livro “*Tempo de ciências - 9º Ano*”, tendo como um dos autores o professor **Fábio Merçon** (UERJ).

Os dois professores, em suas apresentações dos livros indicaram que as inovações educacionais são capazes de trazer efetividade e qualidade para a educação básica, tanto no ensino fundamental, como nos cursos de formação docente.



No dia 8, tivemos também a divulgação dos livros *“Aprendizagens da docência no ensino superior: Desafios e perspectivas da educação em ciências”*, do professor José Guilherme da Silva Lopes (UFJF), *“Molequinha e o misterioso caso da água desaparecida”*, com as autoras presentes, professoras **Maria Bernadete Pinto dos Santos** e **Eluzir Pedrazzi Chacon** (ambas da UFF), e *“Química Orgânica”*, de autoria do professor **Raphael Salles Ferreira Silva** (IFRJ). Interessante frisar que os três livros trazem propostas de abordagens para o ensino de Química/Ciências, nos desafios de formar professores para o ensino superior, em especial para a área de Ciências, de despertar para temas sociais no ensino fundamental, e da necessidade de um ensino mais atualizado para áreas do conhecimento químico, como a química orgânica.

Já que a proposta foi pensar em *“o que e como ensinar frente às mudanças”* nada mais pertinente do que se falar em pesquisas, e por isso, trouxemos o curso *“Metodologia da pesquisa no ensino de química”* ministrado pela professora **Giseli Capaci Rodrigues (UNIGRANRIO)**. A respeito dos recursos educacionais, o curso *“Dispositivos móveis no ensino de química”*, ministrado pela professora **Maria das Graças Cleophas (UNILA)**, possibilitou que as ações do professor de química da atualidade não fiquem às margens das tecnologias educativas, tão presentes na vida de todos nós. Os dois cursos ocorreram nos dias 7 e 8 de agosto, respectivamente, pelas manhãs e tardes.

Durante o 16º SIMPEQUI, foram realizadas, respectivamente, nas tardes dos dias nos dias 7 e 8, as oficinas: *“Metodologias de ensino de ciências em espaços*



Graças Cleophas no curso

*não formais e informais”*, ministrada pelo professor **Bruno Andrade Pinto Monteiro** (UFRJ-Macaé), e *“Produção de cartões artesanais: química verde sob o enfoque da arte e trabalho social”*, com as professoras **Valéria Pereira** e **Suyane Alvarenga** (ambas do CEFET/RJ).



Suyane, Raphael e Valéria

O professor Bruno, em suas atividades, possibilitou *“um olhar mais atento”* para um lócus de estudo que quase não é discutido nos curso de formação de professores, e nem nas próprias ações dos docentes em exercício, os espaços não formais e informais de ensino.

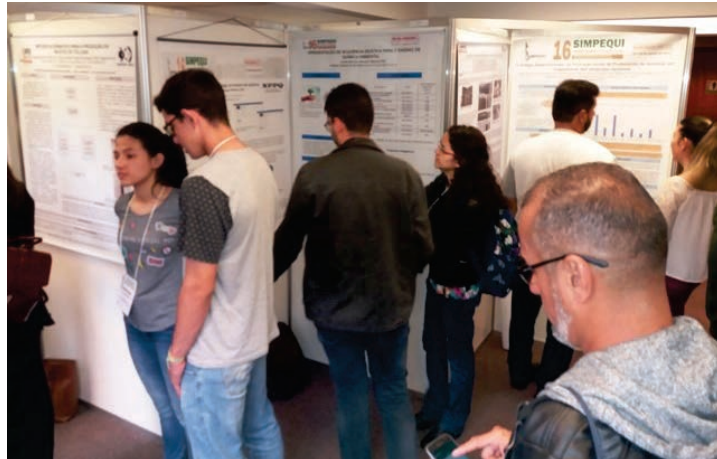
Enquanto que as professoras Valéria e Suyane, trouxeram atividades que vão além do artesanato, mas incorporam muitas questões sociais no ensino da química.

Poxa... Será que não é por esses caminhos que poderemos encontrar mais significado para nosso Ensino de Química: que trilham pela cidadania, em espaços mais livres dos *“grilhões”* acadêmicos, e que podem nos conduzir ao verdadeiro espírito de *“como ensinar frente às mudanças”*? É para pensar...

Nas tardes dos dias 7 e 8 ocorreram também sessões de pôsteres e sessões coordenadas, onde os participantes puderam discutir sobre os projetos desenvolvidos de ensino e de pesquisa das mais diferentes regiões do país, numa verdadeira troca de saberes e ideias.



Uma sessão oral (acima) e sessão de pôsteres (ao lado)



Nesses momentos do SIMPEQUI, houve respostas de *“como ensinar frente às mudanças”*?... Afinal, um simpósio é para essa troca de experiências.

No último dia do evento, dia 8 de agosto, tivemos pela manhã, duas palestras: *“Perspectivas para o ensino de ciências na escola”*, proferida pelo professor **José Guilherme da Silva Lopes** (UFJF), e *“Mestrados profissionais em ensino de ciências como propostas para desenvolvimento profissional docente”*, pelo professor **Marcus Vinicius da Silva Pereira** (IFRJ). É interessante observar como as duas palestras se integraram ao tema central do 16º SIMPEQUI.

Por um olhar prismático vemos como o Ensino de Ciências na escola deve estar em harmonia com as realidades vividas pela sociedade do mundo atual, principalmente no nosso país. O professor José Guilherme soube muito bem conduzir sua fala para tais reflexões. Não podemos falar de química, apenas pela Química, pois há uma necessidade de interações entre as ciências.



José Guilherme Lopes

Em contraponto, o professor Marcus Vinicius, ponderou sobre as inquietudes que pairam sobre a vida dos professores de química, e de outras áreas, que resolvem dar continuidade às suas formações acadêmicas, ao ingressarem nos cursos de pós-graduações.

Muitos são os embates, tanto para a aquisição de novos saberes exigidos para esse professor que continua sua formação em pleno século XXI, como os enfrentados diante das inúmeras cobranças dos órgãos governamentais e institucionais que controlam os cursos de pós-graduações em todo o Brasil.

É... Assim fica mais difícil ajustar *“o que e como ensinar”*. São tantas barreiras e exigências para um professor seguir em seu aprimoramento profissional...

Agora vale a pena relatarmos, com o brilho de holofotes, para uma novidade do 16º SIMPEQUI, que ocorreu nas tardes dos dias 7 e 8 de agosto. Trata-se da primeira Exposição de Produtos para o Ensino de Química, a EXPEQ.



Um dos experimentos da EXPEQ



A Diretoria de Educação da ABQ idealizou essa atividade, em relação aos eventos anteriores, com o objetivo de divulgação dos mais variados materiais didáticos destinados ao Ensino de Química. Importante destacar a qualidade dos produtos apresentados nessa edição, por seus autores, sendo professores de escolas básicas e/ou estudantes de cursos de programa de pós-graduação, além de professores universitários.



**Thaís Dionízio (a direita) e Marcela Garriga, gerente da Premier Wine, na entrega da premiação**

Na Solenidade de Encerramento os três melhores Produtos Didáticos, selecionados por uma Comissão de Avaliação, receberam certificados alusivos à classificação obtida. Nessa edição, a professora **Thaís Petizero Dionízio**, professora da rede estadual do Rio de Janeiro e doutoranda em química na UFRJ, teve seu produto *“La casa de Química”* classificado em 1º lugar, além de um prêmio em dinheiro, patrocinado pela empresa Premier Wine. A **EXPEQ** já foi garantida pela Direção da ABQ nas próximas versões do SIMPEQUI.

Bem foi isso...

Retomamos a pergunta inicial: será que o SIMPEQUI cumpriu seu desígnio? Não sabemos...

Para responder todas as perguntas, aqui instigadas, devemos consultar, não os oráculos, mas aqueles que estiveram presentes no 16º SIMPEQUI. Esses podem responder! É uma questão pessoal e coletiva ao mesmo tempo. Pessoal, quando analisamos, de forma individual, o que foi realmente importante para cada um nós, durante esses três dias de evento. E coletiva, quando

multiplicamos, em nossas ações do dia a dia, todas as trocas que tivemos com aqueles que encontramos nesse SIMPEQUI. Muitas amizades foram seladas e fortalecidas, muitos acordos de pesquisas foram firmados, muitas parcerias institucionais se estabeleceram, abriram-se novos olhares para nossas salas de aulas, para os nossos estudantes, para nossas crianças, para o nosso “mundão” da Química. O mais importante é que solubilizamos, filtramos e purificamos nossas opiniões.

Recristalizamos nossos ideais para uma Educação Química de qualidade, descartando as “gangas” de algumas de nossas concepções sobre ensino. E agora partimos para um processo de lapidação dos cristais resultantes dessa transformação físico-química.

Os acontecimentos ocorridos no 16º SIMPEQUI nos fazem ter a certeza de que não estamos aqui para darmos respostas. E como dizia Albert Einstein, *“o mais importante é não deixar de fazer perguntas”*.

É... O 16º SIMPEQUI já deixou saudades...

Que nada! Em 2019 nos encontraremos em Porto Alegre. Até lá!

#### **Notas da redação**

- Para obter informações sobre o relatório técnico do 16º SIMPEQUI, visite [www.abq.org.br/simpequi/2018/](http://www.abq.org.br/simpequi/2018/)
- O 17º SIMPEQUI será em Porto Alegre, RS, de 5 a 7 de agosto de 2019, sob o tema *“Educação Química no Século XXI: Como se forma um professor de Química hoje?”*.



**Outro experimento da EXPEQ**

# Valor da Produção Mineral Brasileira

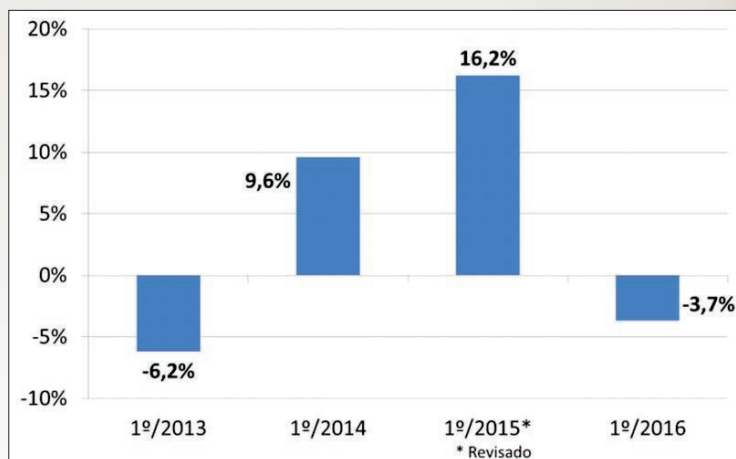
Prof. Titular Humberto Gracher Riella  
Universidade Federal de Santa Catarina

Esta breve nota complementa a matéria central a respeito da Política Mineral do Brasil, publicada no número anterior desta Revista. Estimativas indicam que o **Valor da Produção Mineral (VPM)** brasileira atingiu R\$ 41,9 bilhões no primeiro semestre de 2016.

De acordo com a série de índices dessazonalizados pesquisados pelo IBGE (2016), o **indicador da produção industrial** de janeiro a junho de 2016 recuou 9,1%, comparativamente ao mesmo período do ano anterior, sendo o quinto semestre consecutivo com taxas negativas, embora com uma menor queda que no segundo semestre de 2015 (-10,4%). A taxa de variação da indústria no primeiro semestre de 2016 foi influenciada fortemente pela indústria extrativa mineral, que recuou 14,0% no período, pressionada sobretudo pela produção de minério de ferro. Dentre as atividades industriais associadas à indústria mineral que tiveram contribuições relevantes, se destacaram o coque, produtos derivados de petróleo e biocombustíveis (-5,9%), metalurgia (-15,1%) e produtos de minerais não metálicos (-11,9%), as quais apresentaram fortes retrações nas produções no semestre.

No primeiro semestre de 2016, o valor médio de **Utilização da Capacidade Instalada (UCI)** das substâncias minerais selecionadas para o cálculo do IPM foi de 75,0%, o que representa um decréscimo de 3,2% em relação ao segundo semestre de 2015. As substâncias que apresentaram UCI abaixo da média do semestre foram ferro, ouro, níquel, potássio, caulim e nióbio, destacando-se o caulim com o mais baixo nível de uso da capacidade instalada.

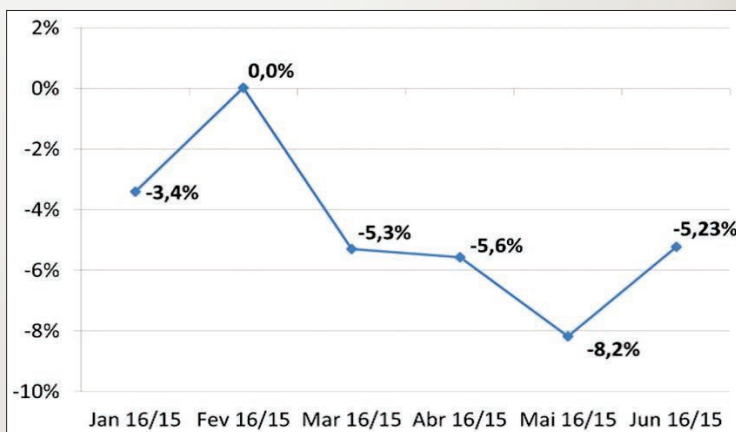
No entanto, as produtoras de cobre, alumínio, manganês, amianto, grafita, cromo e magnesita operaram com cerca de 80 -90 % da capacidade máxima de produção. Para as demais substâncias minerais, a



**Varição do Índice de Produção Mineral (IPM) do 1º semestre de 2013 ao 1º semestre de 2016. Base de comparação: mesmo semestre do ano anterior. Fonte: DNPM/DIPLAM**

média da UCI ficou em torno de 75 - 80%.

Considerando o desempenho mensal do 1º semestre de 2016 em relação aos mesmos meses do 1º semestre de 2015, os índices mensais foram negativos, destacando-se a expressiva queda de 8,2% alcançada em maio de 2016 em relação a maio de 2015, marcando uma baixa atividade da produção mineral no primeiro semestre de 2016.



**Varição do Índice de Produção Mineral (IPM) no 1º/2016. Base de comparação: mesmo mês do ano anterior. Fonte: DNPM/DIPLAM**



# PIONEIROS DA QUÍMICA

## Heinrich Rheinboldt

Heinrich Rheinboldt nasceu em Karlsruhe (cidade onde ocorreu o Primeiro Congresso Mundial de Química em setembro de 1860) no dia 11 de agosto de 1891. Era filho de Joseph Rheinboldt, ministro dos Transportes e das Finanças da Alemanha e mais tarde cônsul na Suíça, e de Edith Rheinboldt, filha de Heinrich Caro (1834-1910), famoso químico com grande participação no desenvolvimento da indústria química alemã no século XIX no setor de corantes na Badische Anilin & Soda Fabrik (BASF), e o primeiro a obter o ácido peroxomonossulfúrico ( $H_2SO_5$ ), também conhecido como ácido de Caro. Influenciado pelo avô, a quem considerava um "guia espiritual", Heinrich graduou-se e doutorou-se (em dezembro de 1918) na Universidade de Estrasburgo. Voltou a Karlsruhe quando a cidade de Estrasburgo foi anexada à França em decorrência da I Guerra Mundial, quando passou a trabalhar com o químico Paul Pfeiffer. Em 1922 ambos se transferiram para a Universidade de Bonn, onde passou a ser considerado um cientista de fama internacional. Ganhou fama também como professor. Em 1934 publicou a sua obra mais famosa, "Chemische Unterrichtsversuche" (Experiências para o Ensino de Química), que teria sucessivas edições ampliadas.

A ascensão do nazismo tornou sua situação difícil na Alemanha, por causa de sua descendência, pelo lado materno, de Heinrich Caro, que era judeu. Ele acabou por aceitar um convite da Universidade de São Paulo em 1934, atraído pela ideia de dar início ao curso de Ciências Químicas da recém-criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) da USP. A estratégia traçada na instituição nascente era procurar bons profissionais europeus que aceitassem passar um período na capital paulista para iniciar o ensino e a pesquisa nas diferentes áreas da ciência. Ele chegou a São Paulo em julho



daquele ano e cuidou das primeiras providências para que as aulas começassem, ainda que em condições precárias, no ano seguinte. Foi ele quem deu a primeira aula, dada em um francês simples e pausado, ajudado por experiências demonstrativas, que causaram grande impacto na plateia. Essas demonstrações eram preparadas com um cuidado metódico. Ministrava aulas de química geral, inorgânica e analítica (teoria e prática). Além disso, teve a ideia de oferecer um doutorado para os que pudessem apresentar uma dissertação baseada em um projeto original de pesquisa. Foram 15 as teses orientadas. Superando todas essas dificuldades operacionais e os desafios de adaptação a um país com características distintas de sua terra natal (veio a naturalizar-se brasileiro), e sempre confiando no futuro, Rheinboldt projetou o atual Instituto de Química da USP como um dos mais relevantes na América Latina nas áreas de ensino e pesquisa em química.

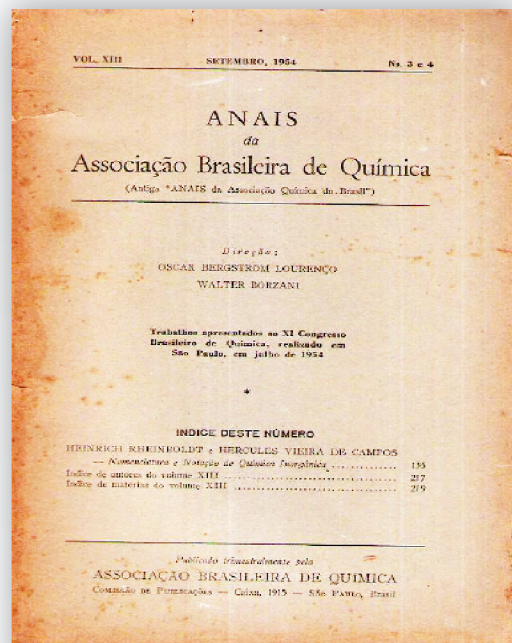
*" Não é em livros, nem em conferências, que se aprende química. Ainda que um indivíduo possua enorme conhecimento de fatos, poderá não ser um verdadeiro químico. O seu saber será morto e nunca poderá assumir forma produtiva.*

*Nossa missão de professores é a de educar os jovens para que desenvolvam a sua capacidade de observação e de pensamento crítico e disciplinado. Para a Química, a questão é compreender e não acumular saber inanimado."*

*H. Rheinboldt*

Ele dirigiu o então Departamento de Química desde sua criação até a sua morte.

Shozo Motoyama, Professor da USP, conta que, diferentemente de seu avô, Rheinboldt não se interessava pela pesquisa empresarial, embora reconhecesse a importância da pesquisa básica para o progresso da indústria em longo prazo. "Além disso, quando chegou à USP, Rheinboldt não introduziu temas da química de fronteira que estavam na moda na época, como fez o italiano Gleb Wataghin no Departamento de Física, ao tratar de assuntos de vanguarda, como raios cósmicos", explica. No entanto, diz ele, o denominador comum entre eles era o perfil inovador. As linhas de pesquisa desenvolvida por Rheinboldt focavam o estudo dos compostos orgânicos e moleculares de enxofre, e dos compostos de selênio e telúrio. "No longo prazo, a atuação de Rheinboldt em campos como o da química orgânica sedimentou o caminho da química brasileira em várias ramificações, como a bioquímica, que se tornou um diferencial da USP". Rheinboldt promoveu uma mudança significativa na química brasileira, ao fazer pesquisa e utilizar novos métodos e técnicas comuns em laboratórios na Europa. Além de professor e pesquisador de formação eclética, Rheinboldt foi um profundo cultor da história da Química, por exemplo, espelhada pela obra "A História da Balança e a Vida de J. J. Berzelius". Foi do corpo editorial dos periódicos Journal of Chemical Education (publicação da American Chemical Society) e Ciência e Cultura. Publicou no total 181 trabalhos.



Na década de 1950 dois fatos marcaram sua trajetória na sociedade científica brasileira. Foi Presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência no biênio 1953-1955 e participou ativamente do XI Congresso Brasileiro de Química, ocorrido em julho de 1954 em São Paulo, no âmbito das comemorações de seu IV Centenário. Nesse evento, apresentou, juntamente com Hércules Vieira de Campos, o trabalho "Nomenclatura e Notação de Química Inorgânica", que foi publicado tanto como uma obra à parte como nos Anais da Associação Brasileira de Química. O entusiasmo demonstrado por Rheinboldt pelo Congresso teve reflexos na própria associação.

Até então, a maioria dos sócios paulistas da ABQ era do setor industrial, com uma baixa adesão dos químicos de universidades e institutos de pesquisa. A partir do XI CBQ, grandes nomes da química paulista como Simão Matias, Pascoal Senise, Walter Borzani, Tufi Coury, Ernesto Giesbrecht, dentre outros, filiaram-se à ABQ, respondendo pelo grande impulso que a Associação teve a partir daquele momento.

Rheinboldt era membro da Associação Química do Brasil desde 1941, por ocasião do 1º Congresso Nacional de Química realizado pela AQB em São Paulo nesse ano. Infelizmente, a relação entre Rheinboldt e a ABQ durou pouco. A 5 de dezembro de 1955 Rheinboldt falece.



Heinrich Friedrich Hauptmann (1905-1960, assistente de Rheinboldt e também sócio da AQB e da ABQ) escreveu: “desaparece um verdadeiro professor universitário e a lacuna que deixa, tanto na Faculdade a que pertenceu, como nos círculos acadêmicos e científicos de nosso país, não poderá ser preenchida por muito tempo”. Paschoal Senise proferiu um tocante discurso em sua homenagem na sessão solene realizada pela Congregação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP em 5 de junho de 1956. Em agosto de 1991, na abertura das comemorações do centenário de nascimento de Heinrich Rheinboldt, o mesmo Paschoal Senise proferiu outro discurso em sua homenagem. O encerramento do ciclo de comemorações ocorreu em 28 de agosto de 1992, no Instituto de Química da USP, compreendendo a inauguração de um mural no bloco da Administração, obra em cerâmica dos escultores Lisete Furtado, Armando Furtado e Neuza D'Arcanhy, e uma sessão solene da Congregação do Instituto, presidida pelo então Diretor, Prof. Hugo Aguirre Armelin, com conferências proferidas por professores de geração científica posterior à dos formados à época do Prof. Rheinboldt, a saber, Henrique Toma, Fernando Galembeck e Rogério Meneghini. No ano seguinte foi lançado o livro “Centenário de Heinrich Rheinboldt 1891-1991”, pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo, organizado por Paschoal Senise. Ele contém a transcrição das conferências, depoimentos e resumos dos trabalhos apresentados ao longo das comemorações do centenário do ilustre mestre e pesquisador.

As qualidades de Rheinboldt como pesquisador pioneiro e professor de rara habilidade didática sempre foram enaltecidas e servem de inspiração a todos os que militam no ensino e na pesquisa nestes tempos tão difíceis para a ciência brasileira.

### Referências

Curriculum vitae, Anuário da FFCL 1934-1935. São Paulo: Empreza Grafica da “Revista dos Tribunaes”, 1937, p. 302-306.

Giesbrecht, E. “H. Rheinboldt – 1871-1995”. Química Nova 1981, 4(3), 96-98.

Hauptmann, H. F. “Professor Heinrich Rheinboldt”.

Boletim da Associação Brasileira de Química 1955, 12(6), 74-76.

Mathias, S. “Heinrich Rheinboldt (1891-1955)”. Ciência e Cultura 1980, 32(11), 1587-1590.

Mathias, S. “O Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras: os primeiros anos”. Química Nova 1984, 7(4), 191-197.

Oesper, R. E. “Heinrich Rheinboldt”. Journal of Chemical Education 1950, 27(6), 296.

Pierro, B. “História em Frascos”. Revista FAPESP 2015, edição 236.

Rheinboldt, H.; Campos, H. V. “Nomenclatura e Notação de Química Inorgânica”. Anais da Associação Brasileira de Química 1954, 13(3-4), 135-216.

Rheinboldt, H.; Campos, H. V. “Nomenclatura e Notação de Química Inorgânica”. São Paulo: publicação dos autores, 1954, 80 p.

Schwartzman, S. “Um Espaço para a Ciência: a Formação da Comunidade Científica no Brasil”. Brasília: MCT, 2001, 276 p.

Senise, P. “Homenagem a Heinrich Rheinboldt”. Selecta Chimica 1956, 15, 31-37. (Discurso pronunciado na sessão solene realizada pela Congregação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, em 5 de junho de 1956.)

Senise, P. “Rheinboldt, o primeiro”. Estudos Avançados 1994, 8(22), 199-203.

Senise, P. (ed.) “Centenário de Heinrich Rheinboldt: 1891-1991”. São Paulo: Instituto de Química da USP, 1993, 166 p.

Senise, P. “Origem do Instituto de Química da USP: reminiscências e comentários”. São Paulo: Instituto de Química da Universidade de São Paulo, 2006, 188 p. (Link para download do livro, ativo em agosto de 2018: <http://www3.iq.usp.br/uploads/grupos/grupo3/1-Departamento/LivroIQUSP.pdf>).

### Notas da redação

# O Editor da Revista de Química Industrial agrade a Viktoria Klara Lakatos Osório e ao Professor Henrique Eisi Toma pelo auxílio prestado para acesso às fotos de Heinrich Rheinboldt que ilustram esta matéria.

# Agradecimentos são também devidos ao Acervo do Centro de Memória do IQ-USP pela cessão das referidas imagens.

# O portal do Centro de Memória do Instituto de Química da Universidade de São Paulo é <http://memoria.iq.usp.br/>.

# PIONEIROS DA QUÍMICA

## Jayme da Nóbrega Santa Rosa

Jayme da Nóbrega Santa Rosa nasceu em Caicó, região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, em 7 de março de 1903. Era um dos cinco filhos de Cipriano Bezerra Galvão Santa Rosa (1857-1947) e Marianna Iluminata Bezerra Galvão Santa Rosa (1877-1917). Seus irmãos eram Maria Amélia Santa Rosa Caldas (1905-2001) e Maria Amália Fontes Galvão (1905-1995) gêmeas, Janúncio Nóbrega Santa Rosa (1906-1996) e Iluminata Santa Rosa Pinheiro (1913-1999).

Diplomou-se em Químico Industrial Agrícola, curso anexo à Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária (quando ainda estava localizada em Niterói) em 1925. Trabalhou em fazendas, fábricas, pesquisa de mercado, planejamento industrial e serviços de consultoria química. Sua atuação principal foi a de tecnólogo químico do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e do Instituto de Tecnologia Alimentar (ITA). Porém, seu currículo é muito mais extenso: foi consultor efetivo de indústrias químicas da Confederação Nacional da Indústria; Prof. de Tecnologia de Matérias Primas na Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ); pesquisador tecnológico de produtos de plantas xerófilas do Nordeste e de produtos vegetais da Amazônia, como cera de cauçu; de pastas celulósicas e celulose, como de folha de carnaúba, de galho de algodoeira, de aninga da Bahia. Atuou como conferencista em sociedades técnicas e científicas, inclusive na Escola Superior de Guerra. Foi proprietário da indústria de cosméticos “Mirabel” e da Editora Químia de Revistas Técnicas.

Foi quando trabalhava no INT (na época ainda se chamava *Estação Experimental de Combustíveis e Minérios*), que Santa Rosa

vislumbrou a necessidade de que o Brasil investisse e se desenvolvesse no setor da tecnologia química e suas aplicações como aspecto primordial para o seu crescimento e soberania. Esta visão da química além de seu tempo foi o seu cartão de visitas por toda a vida.

Essa visão não ficou restrita em si. Em fevereiro de 1932, Santa Rosa lançava a Revista de Química Industrial, a segunda mais antiga da área química a ser criada no Brasil (a primeira foi a Revista da Sociedade Brasileira de Química, em agosto de 1929), e atualmente a mais antiga em circulação. Nessa época vivia-se em um mundo sem internet; o telefone era artigo de luxo; celular e redes sociais não haviam ainda sido inventados. As comunicações eram feitas por carta ou telegrama. O que era notícia na Europa ou nos EUA num determinado momento ficava-se sabendo aqui, com uma defasagem de pelo menos um mês. E ainda assim Santa Rosa



Foto histórica do III Congresso Latino-Americano de Química, no Rio de Janeiro. Aparecem Álvaro Alberto, José de Freitas Machado, Carneiro Felipe e Carlos Liberalli. Jayme Santa Rosa é o primeiro à esquerda (número 62, junho de 1937)



páginas da RQI. Como conseguir a notícia do lançamento de novos produtos, do resultado positivo de pesquisas que começavam a ser empreendidas? Ele a obtinha e a publicava. Demorasse o tempo que fosse preciso. É fato que o Rio de Janeiro era a capital da república e as principais notícias passavam por ela. Mesmo sem ser jornalista, mas com uma imensa vontade de transmitir aos seus pares os avanços da tecnologia química, todo mês, a revista trazia as “novidades” do mercado. Isso refletia seu primeiro editorial que dizia “o objetivo desta publicação é promover o progresso do país através de uma sólida interação entre a ciência química e a indústria”.

Isso marca tanto a trajetória desta revista como a de sua vida: ele participou ativamente da primeira regulamentação da carreira de profissional da química (1934), da fundação do Sindicato dos Químicos do Rio de Janeiro (1931, o primeiro do gênero no país); acompanhou de perto a criação e o desenvolvimento de institutos de pesquisas em diversas áreas afins à Química, a criação do CNPq (1951), a fundação da Petrobras (1953), mais tarde a criação do Centro de Pesquisas da mesma (CENPES), a inauguração de grandes fábricas ligadas ao setor químico do Brasil. Além disso, passou por duas grandes guerras mundiais com as dificuldades que as mesmas trouxeram para as formas de comunicação na época.

Escreveram artigos e trabalhos na RQI alguns dos principais nomes da química brasileira do século XX: Nilton Emilio Buhner, Carlos Nabuco de Araújo Junior, Sylvio Fróes Abreu, Abraão Iachan, Fritz Feigl, Otto Richard Gottlieb, Eloisa Biasotto Mano, Walter Mors, Hebe Lamarte Martelli, Rinaldo Schiffino, Nelson Brasil de Oliveira, Paulo José Duarte, Tuiscon Dick, Gabriel Filgueiras, Kurt Politzer, Peter Rudolf Seidl, Adelaide Antunes, Eduardo Falabella de Souza-Aguiar, para citar apenas alguns. A revista foi, em seus primeiros tempos, órgão oficial do Sindicato dos Químicos do Rio de Janeiro.

No início da década de 1940, a RQI abrigou também a “Revista Alimentar”, face à sua atuação junto



**Cerimônia do Dia do Químico (1976) no Conselho Regional de Química da 3ª Região, ocasião em que foi agraciado com a Reforça de Ouro (acervo do SSEQ-RJ)**

ao ITA. A relação de Santa Rosa com o ITA cessou em 1946 quando todo o seu patrimônio foi transferido à então Universidade do Brasil (atual UFRJ), por iniciativa do professor Josué de Castro (1908-1973), estudioso de grande expressão das questões relacionadas à alimentação e nutrição humana, e autor da famosa obra “Geografia da Fome” (1946). Hoje, é o Instituto de Nutrição Josué de Castro, uma das unidades do Centro de Ciências da Saúde da UFRJ.

O respaldo de sua atuação profissional junto ao INT e a fama granjeada pela RQI permitiram a Santa Rosa acesso a ilustres personalidades da ciência e da indústria brasileiras do século XX.

Por exemplo, Em 1949 a RQI publicava notícia informando que o notável professor Cesar Lattes (1924-2005), nome muito conhecido de todos os pesquisadores, falava do incentivo aos jovens para promover o desenvolvimento da pesquisa científica. Ou ainda uma viagem empreendedora à Amazônia Ocidental, em fins de 1945, após debate com Sylvio Fróes Abreu (1902-1972) no I Congresso da Associação Química do Brasil (realizado em São Paulo em 1941): Santa Rosa decidiu conhecer o Brasil “para além da linha do tratado de Tordesilhas”, que Sylvio não fizera antes.

Outra preocupação que Santa Rosa teve durante sua vida foi a seca no Nordeste. No dia 29 de outubro de 1980, durante o XXI Congresso Brasileiro de Química, realizado em Porto Alegre, ele pronunciou a palestra "A Química no Combate às Secas". Propositadamente ele quis levar esse assunto ao conhecimento dos químicos do extremo Sul do Brasil, tão atentos às realizações e tão curiosos das culturas, tanto nordestina como nortista, integradas no progresso geral de toda a nação.

Santa Rosa foi um dos primeiros associados da Associação Química do Brasil (sócio número 7), participando ativamente de suas atividades (conselheiro, e membro de diversas comissões), mantendo-se assim depois da união da Associação Química do Brasil com a Sociedade Brasileira de Química, resultando na ABQ que hoje conhecemos, por mais de 20 anos. Talvez menos conhecido foi que Santa Rosa também foi sócio da Sociedade Brasileira de Química, tendo colaborado em seu conselho diretor (1939) e no periódico editado por esta sociedade (1946).

Em novembro de 1973 o Conselho Regional de Química da 3ª Região (RJ-ES) homenageou Santa Rosa com o *Distintivo de Serviços Valiosos* prestados à química. Em um dado momento de seu discurso quando do recebimento da homenagem, Santa Rosa disse: "*agradeço a distinção recebida, certamente o maior prêmio a que poderia aspirar como químico que por dezenas de anos, na imprensa especializada, em congressos e conferências, se ocupou da química como força de progresso para o nosso país*". E ainda: "*o trabalho consistiu, na maior parte, em convocar os químicos brasileiros, de todos os quadrantes, para escreverem a propósito de seus estudos e investigações e contribuir (...), assim com a documentação técnica e científica...*".

Três anos depois, recebeu a Retorta de Ouro, outorgada pelo Sindicato dos Químicos e Engenheiros Químicos do Rio de Janeiro, que ele próprio ajudara a fundar.

Santa Rosa publicou a RQI até 1986, no final com imensas dificuldades físicas e financeiras. Como a ABQ já mantinha em páginas da revista seus informes, foi para a Associação, na pessoa do Prof. Peter Seidl, que Santa Rosa

desejou passar a publicação e o direito de sua marca (a RQI está registrada junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI).

Assim, após mais de 55 anos, a partir de abril de 1987, a RQI passou a pertencer a ABQ. Além da grande maioria dos editoriais, ele publicou numerosos artigos técnicos e técnico-científicos a respeito de produtos naturais encontrados no Nordeste, Amazônia e no então chamado Meio-Norte (estados do Maranhão e Piauí). Já na década de 1950, defendia o biocombustível. Dotado também de muito gosto por história e forte ligação com a região onde nasceu, escreveu as obras "Acari: Fundação, História e Desenvolvimento" (1974), "Matérias Primas e Energia" (1987), "Óleo de Favela: Nova Riqueza da Região das Secas" (1943) e "A Verdade e a Interpretação da História" (1976). Foi sócio-correspondente do Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Norte.

Jayme da Nóbrega Santa Rosa casou-se com Aurelina de Lima Santa Rosa, mineira, em maio de 1938. Não teve filhos. Faleceu em Natal em 1998 aos 95 anos. São empreendedores como ele que, além de seu tempo, com sonhos e realizações, movem o progresso da ciência e da sociedade brasileira.

### Referências

Índice Biográfico de Sócios da Associação Brasileira de Química, 3ª edição. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química, 1957, p. 150.

Fernandes, C. A. C. "Caderno de Química Verde: Qual a razão de ser um encarte na RQI?". Caderno de Química Verde **2018**, vol. 3, n. 8, p. 12/9-12/11.

Madrugá, W. "Gente do Seridó". In Tribuna do Norte, edição de 9 de outubro de 2017 (<http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/gente-do-serida/391698>), acessado em Agosto de 2018.

Santa Rosa, J. N. "Impressões de Viagem à Amazônia". Boletim da Associação Química do Brasil **1947**, vol. 6, n. 7, p. 2-6; **1947**, vol. 6, n. 8, p. 1-6.

Santa Rosa, J. N. "A Química no Combate às Secas", in "Quarto Livro das Secas" (Rosado, C. A. ed.), Acervo Virtual Oswaldo Lamartine de Faria. Mossoró: Fundação Vingt-un Rosado, s/d, p. 479-533.

<https://povodoserido.blogspot.com/2016/06/>, acessado em Agosto de 2018.



# CADERNO DE QUÍMICA VERDE

Ano 3 - Nº 10 - 3º trimestre de 2018

## *Neste Caderno*

### 22-3



**Depoimento de Carolina Andrade sobre o Instituto Senai de Inovação Biomassas.**

### 22-6



**Suzano investe em lignina e derivados.**

### 22-2

Editorial

### 22-8

## QUÍMICA VERDE

nas Empresas

Instituto Senai CETIQT no Parque Tecnológico da UFRJ

Cicatrizantes à base de celulose

Companhias de luz criam programas de logística

### 22-10

## QUÍMICA VERDE

Eventos

VIII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde

### 22-12

Projeto Global de Química Verde

# Editorial

Circulando poucos dias antes das eleições mais imprevisíveis de nossa história, a décima edição do Caderno de Química Verde não pode deixar de refletir uma profunda preocupação com o futuro da sociedade brasileira. Entretanto, não consegue tampouco disfarçar uma pequena, mas não desprezível dose de otimismo.

Lançado num momento crítico, cerca de dois anos e meio atrás, quando a sociedade clamava por mudanças de rumo, o Caderno procurou acompanhar a evolução de problemas como o desemprego, corrupção, insegurança, déficit público e, acima de tudo, falta de perspectivas no quadro político atual. Estes problemas ainda persistem, mas hoje o eleitor está muito melhor informado e há um bom número de pessoas que podem detectar burlas na legislação vigente ou nas ações da justiça e compartilhar suas informações através de redes sociais confiáveis. Uma conscientização da sociedade diminui a margem de manobra para a politicagem e o nível de corrupção na formulação de políticas públicas e reforça a atuação dos órgãos responsáveis pela execução e fiscalização das medidas correspondentes.

Há razões para a esperança na educação de jovens. É digno de nota que o país conquistou duas medalhas de ouro (além de uma de prata e de bronze) na Olimpíada Mundial de Química, disputado há dois meses por alunos com menos de dezoito anos (nos cinquenta anos que a Olimpíada é realizada é a primeira vez que o Brasil conquista uma medalha de ouro!). Análises recentes confirmaram o sucesso de alguns estados empenhados em melhorar o ensino médio enquanto nas universidades alunos procuram participar mais de atividades mais próximas do mercado durante os estudos.

Empresas privadas continuam investindo em projetos a prazos mais longos baseados em processos de valorização da biomassa e a Petrobras e Embrapa ampliaram suas competências tecnológicas em áreas críticas para o desenvolvimento de processos químicos sustentáveis. Parques tecnológicos e incubadoras participam ativamente do processo de transferência de conhecimentos da academia para o setor produtivo e observa-se um crescimento significativo no número de jovens que estabelecem seus próprios negócios.

A presente edição do Caderno destaca a inauguração de uma unidade da Suzano que está investindo na valorização da biomassa e as iniciativas dos três Institutos de Inovação (ISI) do SENAI engajados em importantes iniciativas de química verde. **Empresas** trás notícias sobre a inauguração da fábrica de lignina, produto da indústria florestal com grande potencial de aplicações, a partir do eucalipto e complementa as informações sobre a transferência do ISI em Biossintéticos para o Parque Tecnológico da UFRJ. **Eventos** atualiza a programação (inclusive os cursos práticos que serão oferecidos) do VIII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde que será realizado no ISI Biomassa e fornece detalhes sobre um workshop para treinar professores que o ISI Química Verde está organizando como parte de um projeto global em parceria com a UNIDO.

**Peter Seidl**  
Editor



# Depoimento de Carolina Andrade

## Diretora do Instituto Senai de Inovação Biomassas

**Caderno** – Qual é sua formação acadêmica?

**Carolina** - Fiz a graduação em Ciências Biológicas e o doutorado em biotecnologia na Alemanha. Meu pós-doutorado foi na Escola de Química, em processamento de biomassa.

**Caderno** – Como decidiu fazer o doutorado na Alemanha?

**Carolina** - Desde que iniciei a graduação, comecei a estudar alemão com o sonho de estudar na Alemanha. Como a bolsa do governo alemão (DAAD) era para doutorado, me candidatei assim que terminei o mestrado.

**Caderno** - Quais foram as dificuldades que encontrou? Valeu a pena?

**Carolina** - Naquela época (1992) a etapa de reconhecimento de título era demorada. Acredito que atualmente é mais rápido. Valeu muito a pena. Até hoje mantenho os contatos profissionais daquela época.

**Caderno** – Atualmente dirige o Instituto Senai de Inovação Biomassa. Como alcançou a sua atual posição?

**Carolina** - Após vários anos à frente do laboratório de meio ambiente e higiene ocupacional do Centro de Tecnologia Ambiental (Senai-RJ), fui convidada a assumir a posição de diretora do instituto.

**Caderno** - Poderia falar sobre seu dia-a-dia?

**Carolina** - Executamos projetos de inovação, demandados pelas indústrias, que possuem



Carolina Andrade

FOTO: Arquivo pessoal

como foco transformar a biomassa com agregação de valor. Estes projetos podem envolver tanto transformações químicas, quanto biotecnológicas, mas sempre gerando inovação para as empresas.

**Caderno** - Quais são suas prioridades para o Instituto?

**Carolina** - Realizar projetos inovadores que resultem no aumento da competitividade da indústria.

**Caderno** – Encontrou dificuldades em montar uma boa equipe?

**Carolina** - Não. De modo geral a dificuldade não

é apenas atrair, mas reter os talentos, em razão do apelo do próprio mercado.

**Caderno** - Quais são as características que procura nas pessoas que vai contratar?

**Carolina** - Sólida formação acadêmica, adaptabilidade, boa comunicação e quando possível, experiência na indústria.

**Caderno** – Quais são os pontos fortes da atuação do ISI Senai?

**Carolina** - Possuímos uma infraestrutura de qualidade tanto nos laboratórios, quanto nas plantas piloto, além de atuarmos em área de desafios de vanguarda, como energia renovável e biotecnologia, nas quais somos unidade EMBRAPPII.

**Caderno** - Ainda há espaço para melhorias?

**Carolina** - Claro que sim, especialmente na questão analítica, que pensamos em breve acoplar às linhas de processo existentes, para medições on line.

**Caderno** – Pouca gente ouviu falar em Três

Lagoas. Como foi escolhida para sediar uma unidade de P, D & I em biomassa?

**Carolina** -Três Lagoas é a capital mundial da celulose e sedia alguns importantes *players* do setor de transformação de biomassa. Devo pontuar também, que o estado do Mato Grosso do Sul é um gigante na produção e transformação de biomassa em setores como alimentício e sucro-energético.

**Caderno** – Como conheceu a química verde?

**Carolina** - Desde meu trabalho de mestrado, no final da década de 80, já trabalhava de alguma forma dentro da filosofia de 'Química Verde', mesmo que o conceito não estivesse tão elaborado como hoje em dia. O uso de matérias-primas renováveis e a fabricação de produtos biodegradáveis sempre esteve no centro de minhas pesquisas, sempre tendo o cuidado acerca do impacto econômico e ambiental que poderiam resultar da tecnologia que estivesse em desenvolvimento.

**Caderno** - Encontra dificuldades em explicar para políticos e empresários como contribui





**Laboratório do  
Instituto Senai  
de Inovação  
Biomassas**



para a segurança e sustentabilidade? Para a competitividade?

**Carolina** - Tenho utilizado uma abordagem holística neste sentido, especialmente no aspecto da sustentabilidade que apresenta, no meu ponto de vista, várias facetas complementares e inter-relacionadas. Não é possível pensar sustentabilidade sem considerar aspectos econômicos, ambientais e sociais, por exemplo.

**Caderno** – O que espera do VIII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde?

**Carolina** - Um ambiente com presença de pesquisadores da academia e da indústria, criando uma ótima oportunidade para disseminar uma visão moderna da química.

**Caderno** - Participou de edições anteriores, realizadas Rio de Janeiro e Campinas?

**Carolina** - Sim, nos últimos anos, sempre estive presente.

**Caderno** - O que deve atrair pesquisadores e empresários para o presente evento?

**Carolina** - A temática de transformação de resíduos se apresenta como um desafio para diversas empresas, sendo portanto, uma abordagem bastante atual no âmbito da química verde. Além disto, o evento se apresenta como atrativo para empreendedores e alunos que desejam empreender na química.

**Caderno** – O país passa por momentos difíceis. Sentiu alguma retração nas parcerias com órgãos de governo e empresas?

**Carolina** - No momento as possibilidades de fomento estão muito reduzidas. Mas a expectativa é que melhore para 2019.

**Caderno** – Estimularia quem está começando a carreira a seguir o mesmo caminho que você?

**Carolina** - Sim, pois o que deve nos mover ao longo da vida profissional são os desafios, que nos movem adiante. E definitivamente, estabelecer um instituto de inovação no centro oeste é um dos maiores desafios que já abracei na minha carreira, longe de minha zona de conforto, mas no centro de um polo de tecnologia, criatividade e inovação.



# Suzano a um passo de sua arrojada iniciativa em lignina e derivados

Vinicius de Souza Araújo  
Consultor de Marketing

A Suzano Papel e Celulose marca mais uma vez a sua história através do pioneirismo e da inovação. No final do terceiro trimestre deste ano, a empresa iniciará as operações da sua mais nova fábrica, dedicada à produção de Lignina e seus derivados, na sua unidade industrial de Limeira (SP).

A lignina é um dos principais componentes da madeira: corresponde a cerca de 25% da composição do eucalipto. Além disso, é o 2º polímero de fonte renovável mais abundante na natureza depois da celulose.

A partir do licor negro, que provém da produção de celulose, a lignina será produzida na fábrica de Limeira. O processo de produção foi desenvolvido pela área de pesquisa e desenvolvimento da Suzano, demonstrando o pioneirismo da companhia no mercado. Modificada quimicamente, esta macromolécula poderá agregar valor em diversas aplicações industriais, trazendo importantes atributos aos processos e produtos dos clientes.

A lignina e seus derivados são produtos de origem renovável, que compõem uma plataforma de química sustentável, podendo ser utilizada como uma solução alternativa de alta performance. A Suzano trará para o mercado um

portfólio de soluções, que serão aplicáveis a diversas indústrias de variados segmentos. A lignina pode atuar na substituição parcial de matérias-primas derivadas de petróleo, permitindo que diversas formulações se tornem mais amigáveis ao meio ambiente, em sinergia com valores de sustentabilidade.

Uma das soluções desenvolvidas é a de dispersante de concreto, sendo parte da formulação de aditivos para o mercado de construção civil. Seu papel é conferir eficiência

na redução de água e como plastificante em misturas de concreto. A função principal é dispersar as partículas de cimento em hidratação, liberando a água presa entre os grãos de cimento,

aumentando assim a fluidez da mistura, e dando origem a concretos mais fluidos, resistentes e duráveis.

O mercado de resinas fenólicas também apresenta grande potencial para a lignina e seus derivados.

Estas soluções conferem adesividade, bem como estabilidade em condições extremas de temperatura e impacto, às resinas utilizadas para selar laminados e compensados de madeira utilizados em móveis e construção de casas.

“  
*A lignina... da madeira... é o  
2º polímero de fonte renovável  
mais abundante depois da celulose*

”





### Suzano Papel e Celulose: Unidade industrial de Limeira

Seu papel é conferir eficiência na redução de água e como plastificante em misturas de concreto. A função principal é dispersar as partículas de cimento em hidratação, liberando a água presa entre os grãos de cimento, aumentando assim a fluidez da mistura, e dando origem a concretos mais fluidos, resistentes e duráveis.

O mercado de resinas fenólicas também apresenta grande potencial para a lignina e seus derivados. Estas soluções conferem adesividade, bem como estabilidade em condições extremas de temperatura e impacto, às resinas utilizadas para selar laminados e compensados de madeira utilizados em móveis e construção de casas.

Devido à sua complexa estrutura química, esta macromolécula possui uma excelente característica como antioxidante para

compostos de borracha, o que é fundamental para conferir durabilidade aos produtos desta indústria, como calçados, pneus e bandas de rodagem.

A lignina também é capaz de trazer benefícios como fluidez e rigidez aos termoplásticos. Com esses atributos, suas soluções podem ser aplicadas e incorporadas aos compostos para produzir peças plásticas.

Com capacidade de produção de 20 mil toneladas por ano, a Suzano terá a missão de inaugurar a primeira fábrica de lignina de eucalipto certificado do mundo, na Unidade Industrial de Limeira.

Este empreendimento inovador posiciona a empresa em uma nova fronteira tecnológica, reforçando a estratégia de negócios adjacentes já existente na companhia.

# QUÍMICA VERDE

## nas Empresas

### Instituto Senai CETIQT é o mais novo residente do Parque Tecnológico da UFRJ

Conforme noticiado na última edição do Caderno (Ano 3, nº 9), com o objetivo de fomentar a interação entre a Universidade e empresas, o SENAI CETIQT vai transferir o seu Instituto de Inovação em Biossintéticos para o Parque Tecnológico da Universidade Federal do Rio de Janeiro. De acordo com o diretor-geral do SENAI, Rafael Lucchesi, estar próximo de diversas empresas de tecnologia e a integração com uma das maiores universidades do país foram os principais motivos para a mudança. *“Estar presente no Parque Tecnológico significa fortalecer a inserção do SENAI no ambiente da inovação com objetivo de apoiar a indústria brasileira no aumento de sua produtividade e competitividade”.*

O prédio de 2.500m<sup>2</sup> (foto abaixo) já existente na UFRJ irá passar por reformas para adaptação do espaço a fim de receber os laboratórios e escritórios. *“A grande massa crítica de conhecimento está lá, no Parque Tecnológico. Hoje é o local onde temos a maior geração de conhecimento tecnológico no Rio de Janeiro. Poder estar junto de empresas e da UFRJ facilita a geração de mais informações inovadoras para a indústria”*, conclui o gerente do Instituto SENAI de Inovação em Biossintéticos, Paulo Coutinho.

O Instituto de Inovação em Biossintéticos atua nas áreas de Biologia Sintética, Transformação Química, Engenharia de Processos e Fibras. Para o Diretor Executivo do Parque Tecnológico da UFRJ, José Carlos Pinto, a vinda do SENAI CETIQT para o Parque reforça o compromisso da instituição com o investimento na inovação nas mais diversas áreas da economia. Segundo ele, *“A proposta do SENAI é altamente sinérgica com todas as atividades desenvolvidas pelo Parque, pela UFRJ e pelas demais empresas e instituições instaladas”.*





# QUÍMICA VERDE

## nas Empresas

### Cicatrizantes à base de celulose

A celulose é usada em várias aplicações na área biomédica, tais como: tratamentos renais, substituto temporário de pele, agente hemostático, reconstrução de tecidos, barreira pós-operatória e material de cultura de hepatócitos (células do fígado capazes de sintetizar proteínas). Recentemente, a Embrapa Florestas e a Universidade Federal do Paraná (UFPR) desenvolveram uma membrana a partir de nanofibrilas da celulose de pinus branqueada para a recuperação da pele queimada. Além da celulose, fazem parte da composição a calêndula e as nanopartículas de prata, agentes que atuam como cicatrizante e bactericida.

Nanocelulose produzida por bactérias *Gluconacetobacter xylinus* associada a proteína bromelina da casca e talo do abacaxi compõem um gel com propriedades anti-inflamatória e cicatrizante de ferimentos, ulcerações e queimaduras na pele. O curativo foi desenvolvido pelas Universidades de Sorocaba (Uniso) e Campinas (Unicamp), com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). Ambas as tecnologias estão em fase de testes clínicos para serem disponibilizadas ao público com valores mais acessíveis do que os produtos já disponíveis no mercado para o mesmo fim.



Foto: Divulgação FAPESP

### Companhias de luz criam programas de logística reversa de materiais

Light Recicla (RJ), Vale Luz Celpe (PE), Ecoelce (CE), EcoCemar (MA) e Recicle Mais, Pague Menos (SP) são programas realizados por empresas de eletricidade para que seus clientes paguem menos pela energia consumida em troca de produtos recicláveis. A medida auxilia o tratamento de resíduos, a redução de gastos públicos com limpeza urbana, a disseminação da cultura de preservação ambiental e a geração de renda dos consumidores.

Os materiais recicláveis incluem: latas de alumínio, de tinta, de alimentos e aerosol, talheres e arames, papel, embalagens longa vida de leite e suco, garrafas pet e de vidro, óleo de cozinha usado e sacos e embalagens plásticas.

O valor dos créditos arrecadados podem zerar a conta de luz. Caso a ultrapassem, o desconto é armazenado para o mês seguinte ou pode beneficiar instituições de caridade ou outra pessoa indicada pelo cliente.

Os incentivos auxiliam a conscientização do cidadão sobre a preservação ambiental e a convicção de que o lixo tem valor.

# QUÍMICA VERDE

## Eventos

# VIII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde

O evento contará com a participação de profissionais, pesquisadores e estudantes de pós-graduação que desenvolvem projetos de química verde que valorizem as biomassas, visando as indústrias de alimentos, biocombustíveis, construção civil, cosméticos, geração de energia, mineração, óleos e gorduras, papel e celulose e produtos agroindustriais.

É uma oportunidade única para estabelecer contatos com especialistas em conversão química e biotecnológica de subprodutos e resíduos em produtos de maior valor agregado e participar do debate de questões relativas à pesquisa, desenvolvimento e inovação.

As Inscrições estão abertas até o dia 31 de outubro e a submissão de resumos até o dia 19 de outubro de 2018 através do email [quimicaverde@eq.ufrj.br](mailto:quimicaverde@eq.ufrj.br). O evento será realizado dias 6 e 7 de novembro de 2018 no Instituto Senai de Inovação em Biomassa, Mato Grosso do Sul.

Informações sobre a inscrição, submissão de trabalhos e a programação do evento estão disponíveis em: <http://quimicaverdeufrj.wixsite.com/ebqv/eventos>.

VIII ENCONTRO DA ESCOLA BRASILEIRA DE QUÍMICA Verde

Por motivo de conciliação de agenda dos palestrantes, o evento "VIII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde" foi **adiado para novembro**.

Agradecemos pela compreensão! Até novembro.

**06 e 07 DE NOVENBRO** // **ISI BIOMASSA TRÊS LAGOAS/MS**

**INSCRIÇÕES**

Através do email: [quimicaverde@eq.ufrj.br](mailto:quimicaverde@eq.ufrj.br)

**R\$ 150,00**  
Estudantes / Associados da ABQ / EQ-UFRJ e SENAI-Biomassa.

**R\$ 250,00**  
Profissionais de instituições de ensino ou pesquisa.

**R\$ 350,00**  
Profissionais fora das condições anteriores.

INFORMAÇÕES : [INOVACAO@MS.SENAI.BR](mailto:INOVACAO@MS.SENAI.BR)

**BIO-RAD** **analítica** **MIDAS** **INSTITUTO SENAI BIOMASSA**

## Programa:

### 6 Novembro 2018:

- 09:00 – 10:00h  
Recepção e inscrições no local
- 10:00 – 10:30h  
Abertura:  
Carolina Andrade, Diretora, Instituto SENAI de Inovação em Biomassa.  
Peter Rudolf Seidl – Coordenador, Escola Brasileira de Química Verde.
- 10:30- 11:10h  
Conferência Plenária 1: “Química Verde e a Biorrefinaria Integrada” - Eduardo Falabella – UFRJ
- 11:10 – 12:30h  
Mesa redonda: “Aproveitamento de matérias primas e materiais em correntes de resíduos de biomassa”.  
Coordenador: Luiz Alberto Colnago, Embrapa Instrumentação  
Materiais – José Manoel Marconcini, Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP  
Processos – Antônio Aprígio da Silva Curvelo, USP São Carlos, SP  
Biologia Sintética – Fernando Araripe – UnB, Brasília, DF
- 12:30 - 13:50h - Almoço



- 13:50 - 14:30h  
Conferência Plenária 2: “Biosynthesis of natural polymers and their bioconjugates for green materials” - Bradley D. Olsen - MIT
- 13:50 - 16:50h  
Nova Analítica: “Avanços recentes e novas tecnologias em análise instrumental com sistemas de cromatografia” - (minicurso em paralelo às palestras)
- 14:30 - 16:50h  
Mesa Redonda: “O papel de agentes financeiros na formulação, acompanhamento e viabilização financeira de projetos com elevado grau de incerteza”.  
Coordenador: Alessandro Rizzato – Solvay  
Edgard Rocca, Finep  
Felipe Pereira, BNDES  
Marcio de Araújo Pereira, Fundect  
Markus Will, ENRICH (Parcerias Internacionais)
- 16:50 - 18:00h  
Coffee break e Sessão de pôsteres

**7 de novembro 2018**

- 09:00 - 9:40h  
Conferência Plenária 3: Garo Antranikian, Biotechnology Institute, Technical University Hamburg-Harburg
- 09:40 – 10:30h Apresentações Orais - (Trabalhos selecionados pela Comissão Científica)
- 10:45 – 12:30h  
Midas: “Empreendedorismo Tecnológico” - (minicurso em paralelo às palestras)
- 10:30 - 12:30h  
Mesa redonda: “Desafios e tendências na valorização da biomassa em correntes industriais”.  
Coordenador: Rochel Lago  
William Lima - Beraca  
Germano Aguiar Vieira – Eldorado  
Emerson Dallan – Croda  
Leonardo Zambotti Vilella, Startup – Bioativos Naturais
- 10:30 - 11:30h  
Apresentação oral dos trabalhos de pós-graduação selecionados pelo Comitê Avaliador do Prêmio (Sessão paralela apenas para o Comitê) e Coffee Break
- 12:30 - 13:50h - Almoço
- 13:50 – 14:30h  
Conferência Plenária 4: Rafaela Nascimento: Inibidores de Corrosão Verdes – Consultora, Londres – Reino Unido
- 13:50 – 16:50h  
Midas: “Empreendedorismo Tecnológico” - (minicurso em paralelo às palestras)
- 14:30 – 16:50h  
Mesa Redonda: “Sustentabilidade e Conservação do Meio-Ambiente na Mineração”.  
Coordenador: Carlos Peiter, Centro de Tecnologia Mineral-Cetem  
Davi Trindade e Rodrigo Giacomini – Antares Reciclagem  
Adriano Lucheta – Instituto SENAI de Inovação em Tecnologias Mineraias, SENAI/PA  
Fabrício Parreira – Vale
- 16:50 – 17:30h  
Visita guiada às instalações do ISI Biomassa
- 17:30 - 17:45h  
Premiação – Entrega do Prêmio Professor Arikerne Sucupira de melhor trabalho apresentado por aluno de pós-graduação. Coquetel e encerramento do Encontro.

# Projeto Global de Química Verde

O Instituto SENAI de Inovação em Química Verde (ISI Química Verde) é um instituto de pesquisa aplicada da FIRJAN, que faz parte da rede SENAI de institutos de inovação. Localizado no Rio de Janeiro, tem como missão promover o desenvolvimento industrial através de pesquisa e inovação baseadas nos conceitos da Química Verde.

Nesse sentido, o ISI Química Verde em parceria com a Universidade de Yale (EUA) e à Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), está desenvolvendo o projeto intitulado “*Guidance Development and Case Study Documentation of Green Chemistry and Technologies*”. O principal objetivo do projeto é promover a consciência global e as abordagens de Química Verde aplicadas ao *design* de produtos e processos que tragam benefícios ambientais ao longo de seus ciclos de vida.

Esse projeto multilateral com foco na promoção dos conceitos de Química Verde na educação e na indústria foi designado para os países em desenvolvimento e em transição, contando com a participação de especialistas de diversos países como África do Sul, Colômbia,

Egito, Peru, Sérvia e Sri Lanka.

A Universidade de Yale, através do professor Paul Anastas, realiza a consultoria técnica do projeto. Para divulgação, está previsto o desenvolvimento de estudos de casos de produtos e processos verdes em escala industrial. No Brasil, o evento contará como parceira a maior produtora de resinas termoplásticas das Américas (Braskem), que irá apresentar o caso do polietileno verde feito a partir da cana de açúcar.

Dentro do escopo do projeto, o ISI Química Verde, além de outras atividades, realizará em fevereiro de 2019, um *workshop* de 5 dias de duração (*Train-the-Trainers*) para treinar os futuros formadores, educadores e disseminadores do conhecimento de Química Verde no Brasil.

Tal *workshop* será realizado pelo professor John Warner do Babcock Institute. Serão selecionados 20 participantes de todo o Brasil para participação do *workshop Train-the-trainers*.

Os interessados deverão enviar um email solicitando maiores informações para [isi.quimicaverde@firjan.com.br](mailto:isi.quimicaverde@firjan.com.br).

## Expediente

O Caderno de Química Verde é uma publicação da Escola Brasileira de Química Verde com o objetivo de divulgar matérias de interesse, fatos, entrevistas e notícias ligadas ao setor.

**Editor Responsável:**  
Peter Rudolf Seidl.

Estevão Freire, Julio Carlos Afonso,  
Roberio Fernandes Alves de Oliveira.

**Contato:**  
[quimicaverde@eq.ufrj.br](mailto:quimicaverde@eq.ufrj.br)

**Editora Adjunta:**  
Adriana Karla Goulart.

**Consultor Senior:**  
Celso Augusto Caldas Fernandes.

É permitida a reprodução de matérias desde que citada a fonte.

**Conselho de Redação:**  
Ana Karolina Muniz Figueiredo,

**Diagramação e arte:**  
Adriana dos Santos Lopes.

Os textos assinados são de responsabilidade de seus autores.



# PIONEIROS DA QUÍMICA

## Álvaro Alberto da Mota e Silva

Filho do Professor Álvaro Alberto da Silva e de Maria Teixeira da Mota e Silva, Álvaro Alberto nasceu no Rio de Janeiro em 22 de abril de 1889. Desde a tenra idade, recebeu uma educação esmerada de sua mãe e adquiriu os primeiros conhecimentos científicos de seu pai, filho de João Álvaro da Silva, que era químico e farmacêutico.

Em 1906 ingressou na Escola Naval. Ainda como aspirante, destacou-se perante seus pares e também pela palestra “O oceano e seus habitantes, liberdade dos mares, influência no desenvolvimento e civilização dos povos”. Sofreu um pesado baque quando seu pai faleceu em 1908. Ao final do curso (1909), classificou-se em primeiro lugar em sua turma de guardas-marinha, e recebeu o prêmio Greenhalgh por sua excepcional média. Passou à patente de segundo-tenente em 1910. A partir de 1911 começou a se interessar pela química de explosivos, e três anos depois ingressou na Escola Politécnica do Rio de Janeiro (atual Escola Politécnica da UFRJ), já na condição de primeiro tenente. Dois anos depois foi nomeado para o cargo de professor de química e explosivos da Escola Naval, onde foi sucessivamente

instrutor, professor substituto e professor catedrático. Em 1917 foi deslocado para a Diretoria de Armamento, onde foi encarregado de continuar os estudos sobre explosivos derivados de sais da granadina, que foram conduzidos por seu

pai, visando às aplicações militares do explosivo denominado “rupturita”. Enquanto isso, Álvaro Alberto colaborava junto ao Clube Naval na remodelação do Instituto Técnico Naval e do Boletim do Clube, que voltava a circular naquela ocasião.

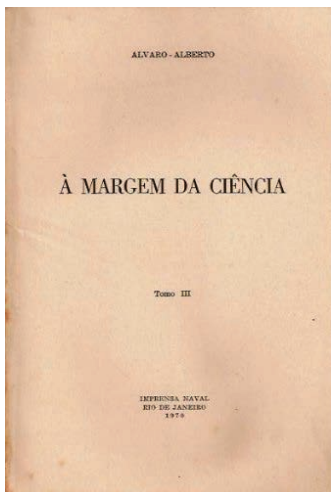
A década de 1920 representou a extrapolação dos trabalhos de Álvaro Alberto do âmbito militar. “Notas sobre a resistência dos meios”, o primeiro trabalho brasileiro sobre análise dimensional, mereceu aprovação por unanimidade, sendo por isso eleito em 1921 membro titular da Academia Brasileira de Ciências. Nesse organismo, exerceu os cargos de secretário, secretário-geral, vice-presidente e, por dois períodos (1935-1937 e 1949-1951), presidente. Ainda em 1921, passou à patente de tenente-capitão. Em 1925, integrou o grupo de cientistas que recebeu Albert Einstein em sua visita ao Brasil.

No Primeiro Congresso Brasileiro de Química (1º CBQ, novembro de 1922), Álvaro Alberto teve participação muito destacada, com quatro trabalhos apresentados. Ele foi um dos fundadores da Sociedade Brasileira de Química (base sobre a qual se construiu a Associação Brasileira de Química de hoje), e foi seu presidente no biênio 1926-1928. De 1924 a 1936, representou o Brasil junto à União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC). Por meio dessa representação, buscou implementar uma mentalidade científica no país, espelhada, por exemplo, pela realização do III Congresso Sul-Americano de Química, realizado no Rio de Janeiro em 1937. Em 1940, sintetizou pela primeira vez no Brasil a azida de chumbo. Em 1948, presidiu a comitiva brasileira junto ao IV Congresso Sul-Americano de Química, em Santiago (Chile).

Outro organismo que mereceu atenção toda



Álvaro Alberto



especial de Álvaro Alberto foi a Liga de Defesa Nacional, onde ingressou em 1935, com o objetivo de fomentar atividades de culto às tradições pátrias. Nesse mesmo ano, começou a lecionar na Escola Técnica do Exército.

Reflexo de sua vasta cultura nos domínios da matemática, física e química, escreveu “Do problema das pólvoras e sua solução atual”, o que lhe valeu o prêmio Einstein da Academia Brasileira de Ciências em 1939. Escreveu ainda “Pólvoras sem dissolvente volátil” (1939), “A contribuição dos jesuítas para as ciências físicas” (1940), “À margem da ciência” (1960-1972, em quatro volumes), “Ciência e tecnologia” (1962) e “Notas e comunicações” (1962).

Em 1942, Álvaro Alberto recebeu um título honorário do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro. Nesse mesmo ano, foi nomeado professor da Escola Naval, chefe do Departamento de Ciências Físicas da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, e passou para a reserva remunerada na qualidade de capitão-de-mar-e-guerra.

Logo após o fim da Segunda Guerra Mundial, Álvaro Alberto foi nomeado representante do Brasil na recém-criada Comissão de Energia Atômica da Organização das Nações Unidas (ONU).

Durante dois anos (1946-1948), este à frente de negociações tensas e complexas dado o quadro pós-guerra dominado pelas bombas atômicas lançadas pelos Estados Unidos sobre o Japão e o início da Guerra Fria. Algumas pretensões de interesse nacional foram aprovadas, dentre elas, a “tese das compensações específicas”, em contraposição ao Plano Baruch (proposto pelos Estados Unidos), segundo a qual os países detentores de matérias-primas nucleares, ao invés de receberem compensações financeiras, deveriam ter acesso à tecnologia nuclear.

Naquela época, o Brasil detinha as maiores

reservas conhecidas de minerais nucleares. Durante o período em que esteve na ONU, Álvaro Alberto foi agraciado com o prêmio Revista Marítima Brasileira, destinado a estimular o estudo e a pesquisa técnico-navais, e foi ainda homenageado pelo Congresso Nacional. Além disso, a Marinha do Brasil lhe concedeu em 1948 a promoção a contra-almirante.

A Sociedade Brasileira de Química dedicou a ele destaque em suas edições do periódico “Revista da Sociedade Brasileira de Química” de 1947. E a Universidade do Brasil lhe concedeu o título de Professor Honoris Causa em 1948, por iniciativa da Escola Nacional de Química (atual Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro).

De volta ao Brasil, chefiou a comissão incumbida pelo então presidente Eurico Gaspar Dutra para elaboração do ante-projeto de criação do “Conselho Nacional de Pesquisas” (CNPq, atual Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Levado a cabo em 1951, Álvaro Alberto foi seu primeiro presidente. Em sua gestão (1951-1955), foram criados no âmbito do próprio CNPq o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA, 1952), o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA, 1952), o Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação, e a Comissão Nacional de Energia Atômica (1954). Nessa mesma linha, Álvaro Alberto apoiara a criação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) em 1949, da qual viria a ser seu primeiro vice-presidente. Ainda em 1954, elaborou o plano da Política Nacional de Energia Atômica, que espelha muito bem sua dedicação à Marinha do Brasil,





à ciência e pátria brasileiras: no âmbito de sua tese das compensações específicas, por ela, o Brasil buscava chegar ao enriquecimento do urânio pelo processo de ultracentrifugação. Apesar disso, devido a pressões externas, essa política acabou não sendo respeitada.

Promovido a vice-almirante em 1955, Álvaro Alberto é reformado. Por conta de pressões internacionais, visto que não desejava assinar acordos que considerava lesivos aos interesses nacionais, pediu demissão da presidência do CNPq. À sua saída, recebeu do então presidente Café Filho, uma carta elogiando sua atuação nesse órgão. A partir daí, retomou seus estudos, publicando a partir de 1960 as já citadas obras “À margem da ciência”, “Ciência e tecnologia” e “Notas e comunicações”.

Álvaro Alberto faleceu no Rio de Janeiro em 31 de janeiro de 1976 aos 86 anos.

Por ocasião do centenário de seu nascimento, a Marinha do Brasil e diversas instituições científicas e culturais brasileiras organizaram uma série de eventos em 1989. Tal fato se justifica pelo extraordinário papel que Álvaro Alberto desempenhou tanto no âmbito militar como junto à ciência brasileira. Sua atuação científica, acompanhando o desenvolvimento mundial de seu tempo com clarividência, determinação e desprendimento, o coloca dentre os baluartes da pesquisa pura e aplicada no país. A Marinha do Brasil o venera como um de seus mais dignos oficiais, e a comunidade científica o reconhece como um exemplo de dedicação à soberania nacional por meio da pesquisa científica. Álvaro Alberto tinha uma extraordinária visão empreendedora e de antecipação, pois sempre buscou transpor o Brasil do passado e atraso científicos para o Brasil do futuro. Empréstou seu nome a ruas e outros logradouros de diversas cidades do país, escolas públicas e um dos prêmios Instituídos pelo CNPq. A Marinha o homenageia com o nome de um navio de pesquisas oceanográficas (em atendimento ao compromisso brasileiro perante a Convenção da ONU sobre Direito do Mar) e da usina de enriquecimento isotópico do Centro



Experimental de Aramar, que concretizou o sonho de Álvaro Alberto para que o Brasil dominasse todo o ciclo do combustível nuclear. O complexo de usinas nucleares de Angra I, II e III (Angra dos Reis, município do Estado do Rio de Janeiro) tem o seu nome.

Afora a Sociedade Brasileira de Química, Álvaro Alberto também foi sócio da Associação Química do Brasil e da nossa ABQ em seus primeiros tempos. Às portas da comemoração do 130º aniversário de seu nascimento, a ABQ presta uma singela homenagem a este ilustre insigne chefe naval e cidadão brasileiro, defensor de nossa soberania e um dos responsáveis, a partir de sua atuação no 1º CBQ, pela existência desta Associação.

#### Referências

“Álvaro Alberto da Mota e Silva”. *Revista Marítima Brasileira* **1989**, 109(1-3), 153-155; 228-232.

“Centenário do nascimento do Almirante Álvaro Alberto”. *Revista Marítima Brasileira* **1989**, 109(5-7), 9-13.

Maia, P. “Escritores da Marinha - Álvaro Alberto (Álvaro Alberto da Mota e Silva)”. *Revista Marítima Brasileira* **1956**, 76(1-3), 959-962.

Bertino, J. “Discurso em homenagem a Álvaro Alberto”. *Revista da Sociedade Brasileira de Química* **1947**, 16(1-2), 81-94.

Motoyama, S.; Garcia, J. C. V. (eds.) “O Almirante e o Novo Prometeu – Álvaro Alberto e a C & T”. Fundação Editora UNESP, 1996, 235 p.

# Congresso Brasileiro de Química de volta a São Luís, Maranhão

O Congresso Brasileiro de Química, ou simplesmente CBQ, como é chamado, é o mais antigo evento da Química no Brasil. Sua 1ª versão ocorreu em 1922, no Rio de Janeiro, realizado pela Sociedade Brasileira de Química, que se organizou para este fim, em comemoração aos 100 anos da independência do Brasil.

Naquele momento, o congresso foi realizado em parceria com o Congresso Sudamericano de Química (hoje Congresso Latino-Americano de Química). Novamente em 1937, o III Congresso Sudamericano de Química, foi realizado no Brasil, desta feita, em São Paulo, sendo organizado pela Associação Química do Brasil.

Com a fusão das duas entidades em 1953, é realizado o X Congresso Brasileiro de Química, já sob os auspícios da Associação Brasileira de Química, nome utilizado após a união. E não parou mais!

Neste ano de 2018 ocorrerá o 58º CBQ, sob o tema central: *Química, Sociedade e Qualidade de Vida*. De 6 a 9 de novembro, na cidade de São Luís, capital do Maranhão, estará reunida a Comunidade Química, unindo pesquisadores, professores, técnicos, profissionais de empresas e estudantes. As Comissões Científica e Organizadora esperam receber mais que os 1620 participantes que estiveram lá em 2011 quando da realização da última versão naquela cidade. Até porque, se isso ocorrer, pelo 3º ano consecutivo, o CBQ será o evento da Química a reunir o maior público do setor.

**58º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA**  
*Química, Sociedade e Qualidade de Vida.*

**06 a 09 NOV 2018**  
Centro Paulo Freire  
Cidade Universitária, Dom Delgado  
(UFMA, São Luís / Maranhão)

REALIZAÇÃO: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA MARANHÃO

APOIO: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO INSTITUTO FEDERAL MARANHÃO

Evidentemente que o fato, além de ser comemorado (se ocorrer), trás uma enorme responsabilidade. Por conta disso, toda a Comissão vem trabalhando há cerca de dois anos, seja no aspecto logístico e organizacional, seja na montagem de uma programação científica do mais alto nível.

Aqueles que forem a São Luís, aproveitarão o que



de melhor o nordeste pode oferecer, o povo receptivo e alegre do Maranhão, suas comidas e cultura especiais, uma cidade que mistura o moderno e tecnológico a história de seu centro velho, dos azulejos, do casario.

Tudo isso, junto a oportunidade de conviver com outros pares de diversos lugares. O CBQ já tem inscritos de todas as Regiões do Brasil. Quando da escrita dessa matéria, o evento havia recebido 1313 trabalhos, dos quais 1144 estavam aprovados, faltando ainda algumas pendências. Dos 9 cursos oferecidos, 4 estavam lotados. A Jornada Brasileira de Iniciação Científica que paga três mil reais em prêmio tem 108 trabalhos na disputa. A Feira de Projetos de Química que paga mil reais em prêmio tem 20 projetos aprovados.

O programa científico conta com a presença de convidados do exterior:

► Ana Maria Coelho Ferreira de Oliveira Brett, da Universidade de Coimbra, em Portugal. Fellow da IUPAC, a Professora Brett é PhD em eletroquímica.

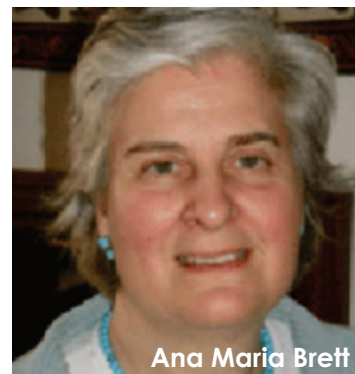
► Olga Look Sing, da Universidade Católica do Perú, é doutora em produtos naturais e fitoquímica, além de presidir a Sociedade Peruana de Química e é Secretária Executiva da Federação Latino-Americana de Química - FLAQ.

► Hector Abruña, da Cornell University, dos EUA, é PhD em Química Analítica, participando da American Chemical Society.

Inúmeros convidados do Brasil compõem com os três citados acima a programação. Palestrando teremos: Cristina Maria Assis Lopes Tavares da Mata Hermida Quintella, da UFBA, (*Química, sociedade e qualidade de vida*); José Guilherme Soares Maia, da UFPA, (*Composição química e atividade biológica de óleos essenciais*); José Walkimar de Mesquita Carneiro, da UFF, (*Materiais para melhoria da qualidade de vida*); Maria do Carmo Galiazzi, da FURG-RS, (*A hermenêutica filosófica no horizonte da educação química*); Adriana Crispim de Freitas, da UFMA, (*Processo de fermentação e os benefícios dos alimentos fermentados*); Paulo Roberto da Silva Ribeiro, da UFMA-Campus Imperatriz, (*Obtenção e caracterização de novas formas farmacêuticas para o tratamento de doenças negligenciadas*).



Olga Look



Ana Maria Brett



Hector Abruña

Nas mesas redonda: Agnaldo Arroio, da FE-USP, Josivânia Marisa Dantas, da UFRN, Marlon Herbert Flora Barbosa Soares da UFG, Davina Camelo Chaves, do IFMA, Jorge Diniz de Oliveira, da UEMASUL, José de Ribamar Macedo Costa, da UFMA-Campus Imperatriz, Osvaldo Ronald Saavedra Mendez, da UFMA.

Os ministrantes de cursos são: Deocleciano Azevedo Pinheiro Junior, da Acerva-MA, (*Produção de cerveja artesanal*); Hawbertt Rocha Costa, da UFMA, (*Design de games e design instrucional no desenvolvimento de jogos digitais para o ensino de Química*); Sherlan Guimarães Lemos, da UFPB, (*Quimiometria: calibração multivariada*), Fabio Alejandro Carvajal Flores, da UFMA, (*Instrumentação eletrônica aplicada ao monitoramento do meio ambiente*), Sandro Leão Coelho, (*Fabricação e desenvolvimento de produtos de limpeza*); Joacy Batista de Lima, da UFMA, (*Experimentos de química com materiais alternativos para a educação básica*); Cleydson Breno Rodrigues dos Santos, da UNIFAP, (*Técnicas computacionais para o planejamento de compostos bioativos*); Julio Carlos Afonso, da UFRJ, e Roberio Fernandes de Oliveira, da ABQ, (*Gestão de resíduos*); Valter Stefani, da UFRGS, (*Química forense*).



**Associação Brasileira de Química**

## *Regionais da ABQ divulgando a Química no Brasil*

**ABQ São Paulo**

*Olimpíada de Química do Estado de São Paulo (OQSP-2018)*

**ABQ Rio de Janeiro**

*12º Encontro de Professores de Química do Ensino Médio*

**ABQ Mato Grosso**

*Seção Regional Mato Grosso*

**ABQ Rio Grande do Norte**

*4º Simpósio Nordestino de Química SINEQUI*

**ABQ Amapá**

*A Semana do Químico 2018*



# Olimpíada de Química do Estado de São Paulo OQSP-2018

Diretoria ABQ-SP

A Olimpíada de Química do Estado de São Paulo é organizada anualmente pela Associação Brasileira de Química – Regional São Paulo desde 1997 e a OQSP-2018, lançada em setembro passado, culminou com a realização da Fase Final em 9 de junho. Os estudantes de ensino médio classificados para a Fase Final foram elencados no endereço <http://allchemistry.iq.usp.br/oqsp/oqsp-2018-classifica.pdf>.

Depois de receberem pasta e crachá, assistiram à demonstração de experimentos que serviram de base para o exame, realizado em seguida (foto acima). Os professores que acompanharam os finalistas assistiram às demonstrações por um telão.



Imediatamente após o término do exame de duas horas de duração, deu-se a correção por uma comissão de doutores em química identificados na legenda da foto na parte superior da página seguinte.



**Abertura e demonstração de experimentos. Profs. Drs. Ivano G. R. Gutz, Lucas Rodrigues, Mauro Bertotti, Peter W. Tiedemann e Fernando S. Lopes.**

**Participação na preparação e apresentação: Gabriel F. G. Amgarten, Miguel Aguirre Stock, Barbará e Luidgi Giordano**



Profs. Doutores do IQ-USP (salvo outra indicação) [em pé, esq. – dir.]:  
Lúcio Angnes, Daiana K. Deda Nogueira (QI Química), Thiago Nogueira (IAG-USP), Mauro Bertotti, Jairo José Pedrotti (Mackenzie), Mauro Aquiles La Scalea (UNIFESP), Adalgiza Fornaro (IAG-USP), Ivano G. R. Gutz, Rafael de Santi Ungarato (Dow), Marcia Temperini, Pérola de Castro Vasconcellos, Alan Rogério Ferreira Lima (PD-IQ-USP), Liliana Marzoratti, Bayardo Baptista Torres;  
[sentados, esq. – dir.] Ataulpa Albert Carmo Braga, Lucas C. V. Rodrigues, Cassiana Nomura, Peter Tiedemann e Fábio Rodrigues.



Depois do almoço oferecido pela ABQ-SP e patrocinadores da OQSP, os finalistas e seus professores visitaram laboratórios e assistiram à apresentação do grupo teatral Química em Ação, enquanto aguardavam os resultados, a cerimônia de premiação e o encerramento.



A Cerimônia de Premiação contou com a presença, à mesa, de dirigentes e representantes dos patrocinadores, que aparecem nas fotos abaixo com a

maioria dos 50 estudantes que conquistaram medalhas e foram habilitados a representar o Estado de São Paulo na Olimpíada Brasileira de Química.



Cerimônia de premiação. [foto superior, em pé] Ivano G. R. Gutz (Coordenador da OQSP) e vencedores de 2ª série; [sentados, esq. para dir.] Hans Viertler (CRQ-IV), Rafael Oliveira (Braskem), Paulo Itapura de Miranda (Clariant), Paulo di Mascio (Diretor IQ-USP), Marcia Temperini (Presid. ABQ-SP), Priscila Fabretti (Associquim/Sincoquim), Thiago Canevari (Univ. Presb. Mackenzie), Fabio Mendes (DOW), Nelson Felipe Junior (ABICLOR). [foto inferior, em pé] vencedores de 3ª série

Os participantes agraciados com medalhas de ouro (segunda e terceira séries) receberam também prêmios em dinheiro. Além das três medalhas de ouro

também foram atribuídas sete medalhas de prata e quinze de bronze para vencedores de segunda série (ou anterior) e igual número para a terceira série.



Contemplados com Medalha de OURO + Prêmio em dinheiro: [2ª série] Pedro Theodoro Capella, Col. Bandeirantes, São Paulo (Prêmio Geraldo Vicentini); Gabriel Stephano Santos, Col. Objetivo Integrado, São Paulo; Matheus Franco Siqueira, Col. Vital Brazil, São Paulo. [3ª série]: Vinícius Figueira Armelin, Col. Etapa, Valinhos (Prêmio Talentos); João Vítor Chau Bernardino, Col. Etapa, São Paulo; Pedro Kuntz Puglia, Col. Palmares, São Paulo.



Pela primeira vez foi concedido o Prêmio “Mulheres para a Química” (certificado e valor em dinheiro) nas modalidades 2ª e 3ª série, para a aluna com maior nota entre os participantes. Também foi atribuído o Prêmio “Destaque” a um estudante de 2ª e um de 3ª série com a



**Vencedoras do Prêmio “Mulheres para a Química” [foto superior]: Melissa Mieko Nobetan (3ª série), Col. Etapa, São Paulo e Sophia Massafelli Battistuta, Col. Etapa, São Paulo. Vencedores do Prêmio Destaque: Gabriel Gonçalves da Silva, EE. João de Moraes Goes, Piracaia, Profa. Regiane Cristina Gomes e Isabela Agnes de Andrade Moreira, EE. Antonio de Almeida Prado, Iepê, Profa. Salete Battilani**

melhor nota entre os finalistas matriculados em escolas da rede da Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo (certificado e valor em dinheiro para o aluno e o professor).

A Olimpíada de Química do Estado de São Paulo é realizada por uma equipe de cerca de 65 professores Doutores em Química e muitos outros colaboradores, com o apoio do Instituto de Química da USP, da FUVEST e da Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Coordenação da OQSP e coordenação estadual da OBQ: Ivano G. R. Gutz, Fernando Silva Lopes e Lucas C. V. Rodrigues. Copatrocinadores da OQSP-2018: ABICLOR, Associquim/Sincoquim, Braskem, CLARIANT, CRQ-IV, DOW e Univ. Presbit. Mackenzie. Diretoria da ABQ-SP (01/09/2017-2019): Márcia L. A Temperini (Presid.), Jairo J. Pedrotti (Vice-Presid.), Lucas C. V. Rodrigues (Dir. Secret.), Mauro Bertotti (Dir. Tesour.), Lúcio Angnes (Vice-Dir. Tesour.). Conselho Consultivo da ABQ-SP (01/09/2017-2019): Assis Vicente Benedetti (IQ-UNESP), Elisabete Frollini (IQSC-USP), Fábio Rodrigo Piovezani Rocha (CENA-USP), Ivano G. R. Gutz (IQ-USP), Koshun Iha (CTA-ITA), Márcia Guekezian (Univ. Presb. Mackenzie), Marco Aurélio Zezzi Arruda (IQ-UNICAMP), Massao Ionashiro (IQ-UNESP) e Omar El Seoud (IQ-USP).



No início de julho a ABQ-SP apoiou, pelo sétimo ano consecutivo, a Escola Olímpica de Química (EOQ), um curso imersivo de seis dias de aprofundamento em Química que serve de preparação de medalhistas da OQSP para a Olimpíada Brasileira de Química e para as olimpíadas internacionais, mas também aberto a outros estudantes classificados em prova online. A EOQ é organizada por antigos participantes de olimpíadas de química e realizada com apoio da ABQ-SP e do IQ-USP, através de uma Comissão de Cultura e Extensão.

Da programação, além de aulas e resolução de exercícios, constam palestras de professores, visitas e experimentos em laboratórios, como ilustrado em <http://www.eoquimica.com/p/galeria/> e na foto acima, em que aparece em destaque, Amanda Farhat, aluna do Instituto de Química da USP e medalhista da OQSP que coordenou a EOQ em 2017 e 2018, com supervisão de coordenadores de anos anteriores e de professores do IQ-USP.



# ABQ-RJ e Diretoria Regional Sudeste promovem 2º Encontro de Professores de Química do Ensino Médio

## Diretoria ABQ-RJ

A Diretoria Regional Sudeste e a Regional Rio de Janeiro realizaram no dia 29 de junho de 2018 o "2º ENCONTRO DE PROFESSORES DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO" cujo tema foi "*Química verde no currículo escolar*". O evento foi realizado no Instituto de Macromoléculas Eloisa Biasotto Mano (IMA) da UFRJ.

A palestra de abertura foi feita pelo Presidente da Regional Rio de Janeiro da ABQ, Prof. Dr. Raphael Salles Ferreira Silva (IFRJ-Campus Rio de Janeiro) com o tema "Química e Cidadania". Em sua fala o palestrante abordou os aspectos sobre qual o impacto que o ensino de química tem na vida dos cidadãos e na sociedade de modo geral.

A segunda atividade ficou a cargo do Diretor Regional Sudeste da ABQ, Prof. Frederico Anderson



Raphael Salles, Frederico Schoene e professores

Passos Schoene (Escola Sesc) sob o tema "Métricas em Química Verde", discutindo a estrutura curricular do ensino de Química e alternativas de inserção da química verde nesse currículo.



Raphael Salles

A terceira e última parte do evento foi uma proveitosa troca de experiências entre os professores presentes, onde todos puderam discutir problemas, apresentar soluções e experiências exitosas e refletir sobre Química Verde e Ensino de Química.

As Diretorias externam seus sinceros agradecimentos ao Instituto de Macromoléculas Eloisa Biasotto Mano da UFRJ, à Escola de Química da UFRJ e à Escola Brasileira de Química Verde pelo apoio dado ao evento.



# Associação Brasileira de Química Seção Regional Mato Grosso

Diretoria ABQ-MT

Em 2017 esta Regional realizou várias atividades para prospecção de recursos e de extensão contribuindo para a divulgação da Química na sociedade e no seguimento produtivo, visando a melhoria da qualidade de produtos e processos.

Atualização da Nomenclatura Orgânica; Atualizações Inorgânicas; Tabela Periódica Moderna

com Atualização da Nomenclatura Inorgânica; Construção de Modelos Moleculares; Química Ambiental; e Produção de Cachaça.

Já em 2018, foram realizados os cursos de Atualização da Nomenclatura Orgânica (Ministrado por Luiz Both) e de Produção Prática de Licores (ministrado por José Masson).



Acima: Curso de Nomenclatura Orgânica; Luiz Both, ao centro



Ao lado e acima: Curso de Produção de Licores; José Masson, de camisa preta

Em novembro de 2017 em Assembleia Geral da Associação Brasileira de Química Seção Regional Mato Grosso foi eleita a nova diretoria, sendo estes os membros para gestão no período novembro/2017 a novembro/2018. Presidente: José Masson; Vice-presidente: Evandro José da Silva; Diretor Secretário: Oalas Aparecido Moraes dos Santos; Diretor Tesoureiro: Luiz Both.



# SINEQUI chega ao interior do Rio Grande do Norte



A Associação Brasileira de Química em seu trabalho de promover a cada ano uma série de eventos com o objetivo desde a difusão de trabalhos de pesquisas nas diversas áreas da química, até a capacitação de profissionais por meio de cursos, palestras e discussões, e o intercâmbio entre profissionais e estudantes dos vários estados brasileiros, chegou neste ano ao interior do Rio Grande do Norte. Mais precisamente a Mossoró, segunda cidade em população do estado, situada ao norte, quase divisa com o Ceará. Lá existem várias instituições universitárias, muitas com cursos de química, engenharia química e áreas afins.

De 18 a 20 de julho de 2018, no Campus Mossoró da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, ocorreu o 4º Simpósio Nordestino de Química – SINEQUI que teve como tema “*Química e as Potencialidades no Semi-Árido*”.

A solenidade de abertura contou com a presença da Presidente da Associação Brasileira de Química e Presidente do evento, Maria de Fátima Vitória de Moura;

do Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da UFERSA, Jean Berg Alves Silva; do Diretor do Centro de Engenharias da UFERSA, Alan Martins de Oliveira; do Chefe do Departamento de Engenharia e Tecnologia da UFERSA, Manoel Quirino da Silva Junior; da Presidente da Comissão Organizadora do evento, Monica Rodrigues de Oliveira. Ainda na abertura apresentaram-se o músico Hermenegildo Félix – o Muriçoca da Sanfona e o poeta cordelista Antonio Francisco.

Em seguida o Prof. Dr. Nildo da Silva Dias, ministrou palestra sob o tema “*Recursos hídricos no Semiárido Brasileiro: Potencialidades e limitações de uso na agricultura*”. Após foi servido um coquetel.

Nos dois dias seguintes, a programação científica contou com as palestras *O sal e suas potencialidades no semiárido*, ministrada por Gildson Souza Bezerra, da UFERSA; *O desenvolvimento da fruticultura no semiárido*, ministrada por Josivan Barbosa Menezes Feitoza, da UFERSA; *A contribuição da indústria petrolífera no semiárido potiguar*, ministrada por Jardel Dantas da

Cunha, da UFERSA; *Síntese de catalisadores a partir de minerais do Seridó potiguar*, ministrada Cleonilson Mafra Barbosa, do IFRN-Campus Nova Cruz; *A importância da pesquisa na formação dos profissionais da Química*, ministrada por Clodomiro Alves Junior, da UFERSA.

Ocorreram ainda duas mesas redondas: 1ª) *A potencialidades das indústrias do semiárido*, com a participação de Francisco Girolando de Freitas Júnior, da Crop Agrícola; José Junior Bezerra, da CIMSAL; Marcelo Caetano Rosado Maia Batista, da BQMIL, sob a moderação de Monica Rodrigues de Oliveira, da UFERSA; 2ª) *Reflexos da interiorização dos cursos de licenciatura em química no Nordeste do Brasil*, com a participação de Kelânia Freire Martins Mesquita, da UERN; Késia Kelly Vieira de Castro, da UFERSA; Leonardo Alcantara Alves, do IFRN-Campus Apodi, tendo como moderadora Maria de Fátima Vitória de Moura, da UFRN.

Foram oferecidos dois mini-cursos, ambos com 8 horas: *Técnicas de produção de cervejas artesanais*, ministrado por Emanuel da Silva Vieira, da Cervejaria Bacurim, e *Química forense: A importância das técnicas analíticas em perícias*, ministrado por Shirlene Kelly Santos Carmo, da UFERSA-Campus Paus dos Ferros. No curso de cerveja ocorreu ao seu término uma visita às instalações da Cervejaria.

O Simpósio reuniu 122 participantes. Recebeu 118 trabalhos, 110 dos quais aprovados. As áreas temáticas foram: Química Analítica e Físico-química, Química Inorgânica, Ensino de Química e Química



**Marciano e Mônica entregam os prêmios a Francisco Edmilson (ao centro) e Rafael (a direita)**

Orgânica. Dos trabalhos aceitos, 18 foram convidados a fazer Comunicações Orais e os demais foram apresentados em pôsteres.

Também ocorreu a 4ª Jornada de Iniciação Científica - JORNEQUIM, com o aceite de 17 trabalhos apresentados por seus autores. A Comissão de Avaliação contou com os Profs. Drs. Jailson Vieira de Melo, da UFRN; Marciano Henrique de Lucena Neto, da UFCG; Maria de Fátima Vitória de Moura, da UFRN. Os dois primeiros colocados foi:

1º) Dessalinização de água utilizando técnicas combinadas de plasma e eletrodialise - **Francisco Edmilson Rodrigues Júnior**, da UFERSA.

2º) Avaliação da resistência à corrosão de eletrodepósitos de cromo duro obtidos de eletrólitos à base de cromatos e com adição de agentes complexantes - **Rafael Dias dos Santos**, da UFERSA.

Para a realização do 4º SINEQUI a ABQ contou com a parceria da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA.

No encerramento do simpósio a Presidente da ABQ, Maria de Fátima Vitória de Moura, indicou que o 5º SINEQUI deverá ocorrer em maio de 2019 na cidade de Aracaju. Os detalhes e prazos estarão disponíveis no *site* do evento.



**Membros das comissões e monitores. Ao centro Marciano Lucena (Presidente da Científica), Mônica Oliveira (Presidente da Organizadora) e Fátima Moura (Presidente do Evento)**



# Aconteceu no Amapá

**Cleydson Breno Rodrigues dos Santos<sup>1</sup>, Roberto Messias Bezerra<sup>1</sup>,  
Heliana Marques de Oliveira<sup>1</sup>, Vitor Hugo da Silva Sanches<sup>1</sup>, Kelton Luis Belém dos Santos<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dirigentes da ABQ-AP e <sup>2</sup> Coordenador Estadual das Olimpíadas de Química

A Semana do Químico 2018 (<http://abq-ap.org.br/semanadoquimico/>), organizada e promovida pela Associação Brasileira de Química Regional Amapá (ABQ-AP), foi realizada mais uma vez nas dependências da Universidade do Estado do Amapá nos dias 14 a 17 de agosto de 2018. A organização da semana contou com a presença dos professores-pesquisadores da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Universidade do Estado do Amapá (UEAP), Secretaria de Estado da Educação do Amapá (SEED-AP) e apoio do Programa de Pós-graduação em Química Medicinal e Modelagem Molecular (PPGQM3) da Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas (PPGCF/UNIFAP), Programa de Pós-graduação em Inovação Farmacêutica (PPGIF-Amapá) e Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia (Rede BIONORTE).

A escolha do local para promover o evento “Semana do Químico 2018”, foi em virtude de termos o primeiro curso de química do estado do Amapá na UEAP, e assim congregamos os participantes nos diversos ambientes,

tal como a movimentação e presença constante dos participantes nas diversas atividades programadas, visto que a localização da referida universidade é no centro da cidade, facilitando o acesso dos participantes.

A abertura oficial foi realizada às 19:30 horas tendo à mesa solene (foto abaixo) as autoridades e convidados a Profa. Me. Ana Julia de Aquino Silveira, representante do Curso de Licenciatura em Química da Universidade do Estado do Amapá (UEAP); o Prof. Me. Kelton Luis Belém dos Santos, representante da UNIFAP em nome do Curso de Licenciatura em Química e Coordenador Estadual das Olimpíadas de Química no Amapá-OQ/AP; a Profa. Me. Carla Alice Theodoro Batista Rios, representante do Instituto Federal do Amapá (IFAP) em nome do Curso de Licenciatura em Química; e o Prof. Dr. Cleydson Breno Rodrigues dos Santos, Presidente da ABQ-AP.

A solenidade iniciou com uma palavra da Profa. Me. Carla Alice Theodoro Batista Rios reafirmando a importância da ciência química dentro de um contexto social e profissional. A Profa. Me. Ana Julia de Aquino



Silveira reiterou o papel da semana do químico para os acadêmicos enfatizando a sua importância e troca de conhecimento. Assim como, o Prof. Me. Kelton Luis Belém dos Santos que também reafirmou seu compromisso na divulgação e capacitação dos acadêmicos da Ciência Química para os próximos anos. O presidente da Associação Brasileira de Química Regional Amapá comentou sobre a importância, obrigações, metas e anseios com a comunidade acadêmica e seus associados no estado do Amapá.



O convidado para esta solenidade foi o Prof. José Jeová Freitas Marques (na foto ao lado, à direita) dos cursos da área de saúde da UNIFAP, membro da Academia Brasileira de Farmácia e um dos pioneiros da construção da

olimpíada amapaense e da ABQ-AP, que apresentou um histórico da evolução da química no estado do Amapá.

Nos dias 15 a 17 de agosto, pela manhã, tarde e noite, ocorreram as atividades científicas. No total foram oferecidos 7 minicursos: (1) **Métodos Físicos em Química Orgânica** – ministrado pelo Prof. Dr. Darlan Coutinho dos Santos (UEAP); (2) **Química de Produtos Naturais e a Farmacologia moderna** (foto abaixo) – ministrada pela Profa. Dra. Sheylla Susan Moreira da Silva de Almeida (UNIFAP/PPGFC/BIONORTE/PPGIF);



(3) **Química Quântica do Átomo de Hidrogênio** – ministrado pelo convidado Prof. Me. Everton Pinheiro Pinto (UNIFAP); (4) **Uso Potencial Biotecnológico por Fungos Endofíticos** – ministrado pelo Prof. Dr. Irlon Maciel Ferreira (UNIFAP/PPGCF/PPGIF/Bionorte); (5) **Reações Orgânicas de Substituição e Adição: Mecanismo e uso do Software Chemsketch** – ministrado pelo Prof. Esp. Antônio João Cordeiro Barbosa Júnior (UNIFAP/UEAP); (6) **Química Computacional Aplicada: Triagem Virtual Baseado em Ligante** (foto abaixo) – ministrado pelo Prof. Dr. Cleydson Breno Rodrigues dos Santos (ABQAP/PPGQM3-UFPA/Bionorte/PPGIF);



(7) **Espectroscopia de Absorção Atômica** – ministrado pelo Prof. Dr. Roberto Messias Bezerra (ABQ-AP/UNIFAP/PPGCS).

O evento teve seis trabalhos aprovados, distribuídos áreas de conhecimento: Química Medicinal e Modelagem Molecular; Ensino de Química; Química Analítica; Físico-Química, de um total de 15 submetidos. O trabalho premiado foi da bolsista de Iniciação Científica Luciane Barros Silva (foto abaixo, a direita), do Curso de Licenciatura em Química da UNIFAP, intitulado “Aplicação da técnica HCA para validação de modelo farmacofórico: um estudo de caso sobre a Galantamina” .





A programação da SQ 2018 foi completada com Palestra, Oficina e Mesa Redonda. A palestra teve o tema “Primeiros Passos do Programa de Residência Pedagógica em Química da UNIFAP” foi proferida pelo Prof. Me. Alex Bruno Lobato Rodrigues, docente do curso de Licenciatura em Química da UNIFAP. A oficina, como nos anos anteriores, foi oferecida aos alunos do Ensino Médio, intitulada “Fazendo química com materiais caseiros ou de fácil acesso” ministrada pelo Prof. Me. Clemilson Carneiro dos Santos (SEED – Amapá).



Já na mesa redonda intitulada “Estágio supervisionado em química: troca de experiências entre as instituições”, os membros foram: Profa. Me. Adriana Lucena de Sales (IFAP); Prof. Me. Kelton Luis Belém dos Santos (UNIFAP - Mediador) e Prof. Esp. Heliana Marques de Oliveira (ABQ-AP/SEED Amapá).

A Semana do Químico 2018 teve 105 participantes, constituindo-se no principal evento de Química no Estado do Amapá. O número de trabalhos apresentados, em relação a Semana do Químico 2017, foi menor e acredita-se que isso ocorreu devido ao prazo estipulado e ao término do prazo para envio de trabalhos ao Congresso Brasileiro de Química, que ocorrerá em São Luís, Maranhão, no período de 6 a 9 de novembro de 2018.

A SQ 2018, realizada pela ABQ-AP, mostrou mais uma vez que consegue realizar um evento de porte regional apesar das dificuldades enfrentadas. Contudo, a busca de recursos e novos parceiros que venham auxiliar nesse tipo de evento é uma missão da ABQ-AP para os próximos anos, bem como aumentar o número de participantes e associados em eventos futuros

promovidos pela ABQ-AP. Este evento vem sendo realizado a três anos consecutivos e levantando a bandeira da Associação Brasileira de Química no estado, fato este que precisa ser avaliado para que possamos aprimorar os eventos futuros e tornar a Semana do Químico um importante elo de integração entre participantes do estado do Amapá e as diversas instituições de ensino-pesquisa-empresas. Esta edição da Semana do Químico teve como um dos objetivos estimular os alunos de ensino médio, acadêmicos de graduação, pós-graduação e profissionais da área e afins, ampliar as trocas de conhecimentos da Ciência Química e assim avistar novos horizontes para os anos vindouros valorizando a nossa região e solucionar problemas da área da química.

A solenidade de encerramento foi realizada no dia 17 de agosto, às 20h, tendo a mesa o Prof. Dr. Cleydson Breno Rodrigues dos Santos, Presidente da ABQ-AP, o Prof. Dr. Roberto Messias Bezerra, Vice-Presidente da ABQ-AP e a Profa. Esp. Heliana Marques de Oliveira, Diretora Administrativa da ABQ-AP. Por fim, a diretoria da ABQ-AP realizou um agradecimento especial a todos os apoiadores, tais como: a Universidade Federal do Amapá (UNIFAP); a Universidade do Estado do Amapá (UEAP); Instituto Federal do Amapá (IFAP), o Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas (PPCCF); o Programa de Pós-Graduação em Química Medicinal e Modelagem Molecular (PPGQM3); o Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde (PPGCS); Laboratório de Modelagem e Química Computacional (LMQC/UNIFAP), Secretaria de Estado da Educação do Amapá (SEED-AP) e à equipe de colaboradores da SQ 2018 (foto abaixo).





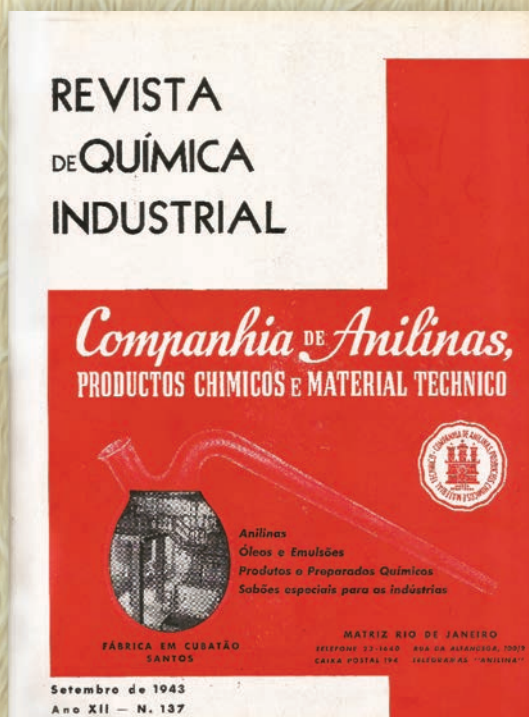
# Aconteceu na RQI ...

Há 75 anos atrás (Ano 12, número 137, setembro de 1943)

## DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA PAPELEIRA

(por Jayme da Nóbrega Santa Rosa, Editor)

É notório o progresso, nestes últimos anos, da indústria de papel no Brasil. Certamente, se não fosse o estado de adiantamento em que ela se encontrava quando rebentou esta guerra, grandes e deploráveis teriam sido os prejuízos nas atividades dependentes de papel, entre as quais sobreleva a da imprensa. Em 1939 existiam no país 29 fábricas de papel. (...) No ano passado [1942] operavam ativamente 38 estabelecimentos. Estima-se em 20%, aproximadamente, apesar de todas as dificuldades que tiveram de ser vencidas, o aumento da produção geral, verificado o ano passado em relação a 1939. (...) A grande produção de cartões e cartolinas em 1942, de mais de 12 milhões de quilos, deve correr por conta, sem dúvida, do incremento observado no serviço de fichários em escritórios. (...)



## A GLICERINA SINTÉTICA

A glicerina, há muito, é usada em quantidades cada vez maiores na indústria, de conformidade com as disponibilidades deste produto (Chem Ztg., 11 de junho de 1941, segundo Ion, janeiro de 1942). Isto levou a intensificar a investigação sobre sua produção sintética em escala industrial. Relativamente à extração ou preparação dos produtos do metabolismo animal ou vegetal, têm especial interesse aqueles processos que, partindo de hidrocarbonetos facilmente acessíveis (propano e propileno), fornecem glicerina, passando através de derivados clorados. (...) A síntese total da glicerina foi realizada em 1872 por Friedel y Silva partindo do propileno (obtido do acetato de cálcio, passando pela acetona e álcool propílico) transformando-o em 1,2,3-tricloridrina e depois em glicerina. A. Pictet obteve diretamente a glicerina condensando o aldeído glicólico com nitrometano, reduzindo o grupo nitro e transformando com ácido nitroso a amina formada em glicerina. Pode-se separar, por último, com prévia eliminação do álcool, mediante ácido clorídrico concentrado, partindo da dietilina obtida por hidrogenação com Ni-Raney em solução alcoólica de dietoacetona. A preparação industrial da glicerina partindo do propileno e passando pelo tricloropropano foi proposta por Heinemann. Segundo o processo deste autor, com propileno e cloro chega-se ao dicloropropano, que por eliminação de ácido clorídrico dá o cloreto de alila, o qual se transforma em tricloropropano por adição de cloro. Este, por aquecimento com água e álcali, dá glicerina. (...)



# Aconteceu na RQI ...

Há 50 anos atrás (Ano 37, número 437, setembro de 1968)

## AGRICULTURA PRÓSPERA, NAÇÃO RICA

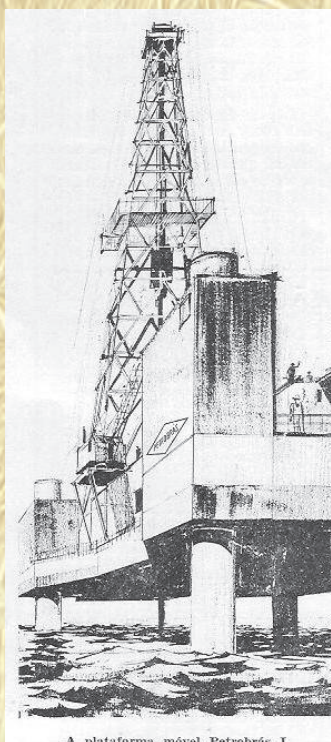
(por Jayme da Nóbrega Santa Rosa, Editor)

A agricultura bem cuidada e produtiva é necessária para assegurar o desenvolvimento industrial. (...) Deve-se dispensar à agricultura a mesma atenção concedida à indústria. (...) A produção de alimentos para essa imensa multidão de empregados e seus familiares é uma necessidade, uma imposição do atual sistema de vida. Os alimentos vegetais procedem diretamente da terra pelo cultivo; os alimentos animais derivam também da terra, mas de modo indireto. Só pequeníssima parte das substâncias alimentares pode hoje ser obtida por meios puramente industriais. Então, torna-se evidente a importância da agricultura moderna, que em síntese é um processo nas qual poucas pessoas têm de trabalhar para muitas, que se encontram em outros ofícios ou misteres. E a terra - como a água, como o ar - é o instrumento efetivo com que se realiza o bem comum. (...) A terra, que seja dotada de condições agrícolas, pode-se considerar como imensurável instalação fabril para a produção de alimentos e matérias-primas. Deve ser trabalhada em benefício da coletividade, e seu uso condicionado a quem dela retire, com a aplicação de técnicas aprimoradas, os bens necessários a todos.



## PLATAFORMA NO MAR COM SONDA PARA PETRÓLEO

(A primeira ilha artificial nas costas do Brasil)



Construída nos estaleiros Mauá da Cia. Comércio e Navegação, vai operar nos mares da costa do Brasil até a profundidade de 30 metros, uma plataforma de natureza móvel, equipada com uma sonda capaz de perfurar poços de até 4.000 metros de profundidade. Esta plataforma destina-se a realizar pesquisas de petróleo sob o mar no programa de trabalho da Petróleo Brasileiro S.A., Petrobrás. É a primeira plataforma a ser empregada em nosso país, tendo sido denominada Petrobrás 1. Possui instalações para nela se acomodarem e trabalharem cerca de 40 homens, integrantes de duas equipes de sonda e turmas de apoio. (...) Ela deixou a Baía de Guanabara no dia 7 de agosto último, com rumo norte.

## QUINTO SEMINÁRIO DO IBP: TEMA CORROSÃO

Promovido pelo Instituto Brasileiro de Petróleo, realizar-se-á na cidade do Rio de Janeiro na semana de 14 a 18 de outubro próximo o seu quinto seminário. Desta vez, o tema é corrosão. O assunto reveste-se de grande importância para a indústria brasileira em geral e particularmente para as indústrias petrolífera, química e petroquímica. (...) O IBP visa estabelecer intercâmbio de idéias e informações a propósito de corrosão, com discussão dos meios técnicos de combatê-la. O seminário será efetuado no Hotel Glória. Cerca de 20 trabalhos serão apresentados e discutidos. (...) Também se realizará ao mesmo tempo uma exposição industrial. (...)



# Aconteceu na RQI ...

Há 25 anos atrás (Ano 61, número 693, julho a setembro de 1993)



## QUÍMICA DA AMAZÔNIA: ÚLTIMOS PREPARATIVOS

A ABQ está ultimando providências para o 1º Simpósio Internacional Sobre Química na Amazônia, que terá lugar em Manaus de 21 a 25 de novembro. O evento é uma promoção conjunta da American Chemical Society, Centro de Tecnologia Mineral e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, além da ABQ. (...) O evento tem por objetivo reunir e comparar toda a informação possível sobre a química da Amazônia e examinar alternativas para o desenvolvimento da região com a menor interferência possível nos processos naturais que ocorrem no ecossistema. (...) Serão apresentados ~50 trabalhos, abordando tópicos como efluentes industriais, atividades extrativas, rios grandes e pequenos, lagoas naturais e artificiais, água da chuva, ciclos biológicos, novos produtos naturais, química e preservação, ecologia química, investigação de produtos bioativos e proteínas de plantas, elaborados a convite por pesquisadores da Alemanha, Colômbia, EUA, França, Itália, Peru, Reino Unido e grande número de estados brasileiros. (...)

## ADITIVOS PARA ALIMENTOS

(por Thais Cavalcante)

A maturidade de alguns segmentos e o dinamismo de outros fazem da produção de aditivos para alimentos um negócio muito atraente; tanto mais atraente quanto mais alta for a renda *per capita* dos consumidores dos bens finais. Aditivos alimentícios são substâncias ou misturas de substâncias, inócuas ao homem, adicionadas aos alimentos com a finalidade de reconstituir, na sua totalidade, as características apresentadas pelos mesmos antes de sofrerem processamento. Estão presentes no alimento em decorrência do processo de produção, estocagem ou empacotamento. (...)

Paulo Sérgio Pereira (esq.) e Estevão Freire

## EXERCÍCIO DE CIDADANIA

(...) Impossível viver sem a química. Necessário conviver com os problemas resultantes de suas aplicações em expansão (e buscar superá-los): poluição, degradação ambiental e devastação de ecossistemas. Química e Cidadania, tema central do XXXIII Congresso Brasileiro de Química, abordará o papel do profissional químico frente a esse quadro, a imagem que o cidadão comum faz da química, e as formas de ambos trabalharem juntos para superar problemas e ampliar benefícios. A ABQ e a RQI saúdam os congressistas e agradecem o apoio de pessoas, instituições e entidades - em particular ao Governador do Estado do Ceará, **Ciro Ferreira Gomes**, e ao Presidente da Federação das Indústrias do estado, **Fernando Cirino Gurgel**, anfitriões que vêm dando todo o apoio ao evento.



O Governador **Ciro Gomes** (à direita), **Fernando Cirino da FIEC** (à esquerda) e o **Vice-Governador Lúcio Alcântara** selam o apoio ao Congresso



# Aconteceu na RQI ...

Há 1 ano atrás (Ano 85, número 756, 3º trimestre de 2017)

## MEGATENDÊNCIAS: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O FUTURO DA QUÍMICA

(por Elsa Lesaria Nhuch e Marcus Vinícius de Araújo Fonseca)

A respeito dos maiores desafios para se alcançar a chamada sustentabilidade ambiental, Marcus Vinícius acredita que "As oportunidades nesse âmbito são várias e, a maioria delas, centradas na correção dos danos causados pelo desenvolvimento industrial que por décadas descartou tudo no meio ambiente. Optamos por estabilizar e descartar ao invés de imobilizar e aproveitar – um equívoco que nos custará caro! Esse é o maior desafio... Limpar o planeta!" Elsa prosseguiu: "Em primeiro lugar focar na educação ambiental, no resgate de valores éticos, morais e culturais, pois sustentabilidade é um conceito que está relacionado com a forma de intervenção do homem com o meio ambiente. Incentivar a produção respeitando os princípios ambientais, minimizando os danos ao meio ambiente, utilizando tecnologias e materiais ecologicamente corretos. Muitas ações vêm sendo tomadas como por exemplo, o aumento do uso da energia solar em detrimento da energia fóssil. O uso dos carros elétricos irá aumentar gradativamente, e haverá uma redução dos carros movidos a gasolina, são algumas ações em favor da sustentabilidade ambiental." De acordo com Elsa, "A tecnologia mudou a vida das pessoas, como o desenvolvimento de máquinas que ajudaram nas tarefas domésticas, na agricultura e na indústria. As inovações têm causado muitas mudanças na vida dos seres humanos, inclusive no comportamento. Antigamente as pessoas se comunicavam através de cartas, hoje em dia com a Internet, se comunicam instantaneamente através de vários aplicativos, no computador, *tablets* ou telefones celulares. A tecnologia da informação desenvolveu vários programas amplamente utilizados pela humanidade. Até 2020 surgirão *apps* que poderão analisar a expressão facial de uma pessoa e dizer se ela está mentindo, e será muito útil para a polícia. As inovações mudam o modo como as pessoas vivem e enxergam o mundo." Marcus Vinícius ponderou que "Esse cotidiano, frente ao conceito de Ambiente 21, não deixará de ser alterado de forma acelerada. A diferença entre como nossos avós enfrentaram as inovações e como nós as enxergamos não está nas inovações em si, mas na velocidade como elas estão surgindo. Essa velocidade – nova fronteira organizacional – nasceu da colaboração em rede em nível global. Estamos iniciando o aprendizado de que é possível unir destino e desejo". (...)

## ACONTECEU NO AMAPÁ

(por Cleydson Breno Rodrigues dos Santos, Presidente da ABQ-AP)

A 2ª edição da Semana do Químico, organizada e promovida pela Associação Brasileira de Química Regional Amapá, foi realizada na Universidade do Estado do Amapá de 22 a 24 de junho de 2017. A organização da semana contou com a participação da UNIFAP (Universidade Federal do Amapá), UEAP (Universidade do Estado do Amapá), IFAP (Instituto Federal do Amapá) e o apoio do Programa de pós-graduação em Química Medicinal e Modelagem Molecular (PPGQM3) da Universidade Federal do Pará e Conselho Regional de Química VI Região (PA/AP). (...) A Semana do Químico mostrou mais uma vez que se consegue realizar um evento de porte regional apesar das dificuldades de aporte de recursos financeiros. A Semana do Químico é um importante elo de integração entre participantes do estado do Amapá. Destacamos que a segunda edição da Semana do Químico apresentou uma logística mais bem estruturada em relação à primeira, devido ao arranjo e qualidade dos minicursos, palestras, mesas redondas e oficinas, bem como às instalações da UEAP, sendo um importante estímulo para enfrentar as dificuldades e trocas de conhecimentos que se avistam no horizonte para os anos vindouros. (...)



# Agenda *Eventos*

## Nacionais

### **17th BMOS - Brazilian Meeting on Organic Synthesis**

Salvador, BA, 21 a 24 de outubro de 2018  
Info: <https://bmos2018.ufba.br>

### **1st International Conference of Nanoscience and Nanobiotechnology**

Brasília, DF, 23 a 25 de outubro de 2018  
Info: <https://www.iconnano.com>

### **VIII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde**

Três Lagoas, MS, 6 e 7 de novembro de 2018  
Info: [www.ms.senai.br](http://www.ms.senai.br)

### **58º Congresso Brasileiro de Química CBQ**

São Luís, MA, 6 a 9 de novembro de 2018  
Info: [www.abq.org.br/cbq](http://www.abq.org.br/cbq)  
Trabalhos: 23 de agosto

### **II SNNB - Simpósio Nacional de Nanobiotecnologia**

São Bernardo do Campo, SP, 6 e 7 de dezembro de 2018  
info: [www.nanobiomrg.com/snnb](http://www.nanobiomrg.com/snnb)

## Internacionais

### **1st Brazilian Symposium on Sustainable Chemistry (BSSC)**

São Pedro, SP, 1 a 3 de outubro de 2018  
Trabalhos: 31 de julho  
info: <https://bssc.faiufscar.com/>

### **27th EuCheMS Conference on Molten Salts and Ionic Liquids | EuCheMSIL 2018**

Lisboa, Portugal, 7 a 12 de outubro de 2018  
Info: [www.spq.pt/agenda/event/376](http://www.spq.pt/agenda/event/376)

### **33º Congreso Latinoamericano de Química (33-CLAQ)**

### **X Congreso de Ciencias, Tecnología e Innovación Química**

Havana, Cuba, 9 a 12 de outubro de 2018  
info: <http://www.chemistrycuba.com/>

### **XXIX Interamerican Congress of Chemical Engineering Incorporating the 68th Canadian Chemical Engineering Conference**

Toronto, Canada, 28 a 31 de outubro de 2018  
Info: <http://csche2018.ca/>

### **14º Encontro Nacional de Química dos Alimentos**

Viana do Castelo, Portugal, 6 a 9 de novembro de 2018  
Info: [www.spq.pt/agenda/event/309](http://www.spq.pt/agenda/event/309)

### **VII Encontro da Divisão de Ensino e Divulgação da Química**

Vila Nova de Gaia, Portugal, 16 e 17 de novembro de 2018  
Info: [www.spq.pt/agenda/event/382](http://www.spq.pt/agenda/event/382)



## Aplicação industrial de matérias-primas renováveis

### *Industrial application of renewable raw materials*

Adriana K. Goulart<sup>1</sup>, Ana Karolina M. Figueiredo<sup>1,2</sup>, Deiseane L. Mendonça<sup>1</sup>, Flávia R. Drummond<sup>3</sup>, Geane P. Oliveira<sup>1</sup>, Juliana P. Targueta<sup>1</sup>, Mariana S. Lemos<sup>1</sup>, Ozana A. Lessa<sup>1</sup>, Paulo H. M. Cardoso<sup>3</sup>, Peter R. Seidl<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química da UFRJ  
<sup>2</sup>Agência Nacional do Petróleo (ANP)

<sup>3</sup>Engenharia Metalúrgica e de Materiais, COPPE, UFRJ

### INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2018), apenas a “economia circular” pode ser responsável pela criação de 6 milhões de empregos até 2030, ao substituir práticas de “extração, fabricação, uso e descarte” de produtos pela “reciclagem, reparos, aluguel e remanufatura” dos mesmos. Já a geração renovável de eletricidade, 2,5 milhões de postos de trabalho.

Ao todo, a Economia Verde deve criar 24 milhões de novos empregos no mundo, sendo 620 mil apenas no Brasil. De acordo com o estudo, uma das áreas impactadas pela implantação de medidas sustentáveis será a agricultura, com a diversificação de seus mercados consumidores. Assim, a edição atual do Caderno de Química Verde abordará sobre possíveis aplicações industriais para algumas matérias-primas renováveis nacionais.

#### Resíduo da Produção de Fécula de Mandioca

No Brasil, a produção de fécula de mandioca em 2016 foi de 616 mil toneladas, sendo os Estados do Paraná, Mato Grosso e São Paulo os três maiores produtores de fécula de mandioca do país. Após a secagem, sua composição média apresenta 10% de umidade, 15% de fibras e 75% do amido que não foi extraído durante o processamento, além de uma porcentagem ínfima de proteínas, lipídios e cinzas.

O resíduo (ou bagaço) da produção de fécula de mandioca é obtido na etapa de separação do amido. Esse resíduo representa aproximadamente 93% da raiz



processada, além de apresentar uma elevada umidade (85%), o que gera dificuldades de transporte, armazenamento e descarte desse subproduto. Em 2016, calcula-se que em torno de 8 mil toneladas de bagaço foram geradas. Ademais, seu baixo valor de mercado também se apresenta como uma desvantagem, sendo vendido normalmente para alimentação animal a R\$15,00 a tonelada.

Muitos pesquisadores vêm estudando esse subproduto para diversas aplicações, sendo a principal como aditivo de alimentos, já que é uma fonte fibrosa e possui vantagens ecológicas inerentes. Versino et al. (2015) também utilizou o bagaço como um dos componentes de um biocompósito, ao inseri-lo como reforço na matriz de amido termoplástico (TPS). Com isso houve um aumento de 260% no módulo de elasticidade e de 128% na tensão máxima com a adição

de 1,5% m/m do resíduo em relação ao TPS produzido sem o bagaço. Portanto, o material renovável é uma alternativa promissora às fibras sintéticas tradicionais.

### Resíduos do Caju

O caju (*Anacardium occidentale L.*) é nativo da região Nordeste Brasileira sendo constituído pela castanha de caju (fruto) e pelo pedúnculo (pseudofruto). Segundo dados da CONAB (2016) a produção anual Brasileira de castanha de caju foi de 79.765 toneladas em 2016. Os estados responsáveis pelas maiores safras são Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí, com as respectivas produções no ano de 2016 de 30.763 toneladas, 20.651 toneladas e 11.189 toneladas. O potencial econômico deste produto destaca-se devido a sua produção ocorrer no período de entressafra das demais culturas anuais, gerando assim cerca de 250 mil empregos diretos e indiretos. O principal produto comercializado é a amêndoa da castanha de caju (extraída do fruto) que deve ser submetida a etapas de corte, cozimento e estufagem. São gerados como resíduos desse processo a película da amêndoa e a casca da castanha de caju. Esta película é essencialmente constituída por taninos, os quais podem ser extraídos pela aplicação de um sistema *switchable* com base em solventes hidrofílicos. O tanino gerado pode ser aplicado para a produção de enzima extracelular (tanase) e no curtimento de couro. Já a casca da castanha de caju é rica no líquido da casca da castanha de caju (LCC) cuja extração pode ser realizada pelo emprego de CO<sub>2</sub> supercrítico com etanol.



Os principais produtos gerados nessa etapa são o ácido anacárdico e cardol. O uso de uma destilação a vácuo permite a separação do ácido anacárdico que ao sofrer uma reação de descarboxilação na presença de catalisador de prata produz o cardanol, que pode ser aplicado industrialmente no preparo de blendas com diesel, uso em tintas isolantes/anticorrosivas e espumas rígidas de poliuretano.

Estima-se que para cada tonelada de castanha de caju são produzidos entre 10 e 15 toneladas de pedúnculo, dos quais 75% não são aproveitados. Uma das limitações no beneficiamento do pedúnculo deve-se a necessidade da implementação de sistemas de produção em grande escala, pois o pedúnculo perece rapidamente, devendo ser todo aproveitado e armazenado até a próxima safra. Dentre os possíveis destinos do pedúnculo estão a produção de doces, cajuína, vinhos e licores. Por fim, ainda pode-se aproveitar o bagaço do pedúnculo ao enriquecê-lo proteicamente para a produção de ração animal.

### Subproduto Agroindustrial do Processamento da Manga

A fruta da manga (*Mangifera indica L.*) pertence à família *Anacardiaceae* e é uma das mais importantes frutas cultivadas no mundo, principalmente em países tropicais, sendo mais de 1000 variedades disponíveis. O Brasil é um dos oito maiores produtores de manga no mundo com uma produção de mais de mil toneladas por ano, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013).

No entanto, a indústria da manga para polpas e sucos gera em torno de 1t por ano de subprodutos como cascas e caroços (sementes), o que representa aproximadamente 30-60% do peso total da fruta. A casca de manga é uma fonte rica de fibra dietética, celulose, hemicelulose, lipídios, proteínas, enzimas e pectina, enquanto que os caroços são basicamente compostos por celulose,



hemicelulose, lignina, amido, proteínas e ácidos graxos.

Assim, uma alternativa cabível é o processamento dos subprodutos da manga como cargas para a fabricação de materiais plásticos, que passariam a apresentar novas estruturas e propriedades melhoradas, além de serem biodegradáveis.

Fonte: Divulgação/Embrapa



pureza para a indústria de computadores e manufatura de semicondutores, como suporte de catalisadores metálicos na síntese de zeólitas, na produção de diferentes tipos de silicatos.

Além disso, a pirólise da casca de arroz (decomposição térmica direta da matriz orgânica na ausência de oxigênio) gera voláteis e um sólido. Os voláteis podem ser divididos em condensáveis e não-condensáveis. Os não-condensáveis são geralmente:  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$ , e outros hidrocarbonetos leves, já os condensáveis são compostos orgânicos líquidos à temperatura ambiente, chamados também de “tar” em inglês. Estes líquidos contêm muitos compostos químicos que podem ser usados na síntese de fertilizantes, adesivos e na química fina, além de servir como combustível. O sólido formado constitui-se num resíduo sílico-carbonoso denominado “char”, o qual pode ser empregado na produção de carvão ativado.

### Casca de Arroz

A safra brasileira de arroz em 2016 foi de 10,8 milhões de toneladas. Cerca de 2,16 milhões de toneladas de casca foram geradas neste ano (20% do peso do arroz). Sabe-se que este resíduo é utilizado no Brasil como fonte energética e adubo.

A casca de arroz possui alto teor de sílica (87-97% em peso de  $SiO_2$ ), alta porosidade, baixa densidade e área de superfície externa elevada. Sendo assim, algumas aplicações de alto valor agregado da casca de arroz e suas cinzas vêm sendo estudadas, tais como: na composição de tintas epóxi, como revestimento de aço, na síntese de pigmentos,

na produção de cimento e uso em concreto, como matéria-prima para isoladores térmicos, na produção de sílica de alta



### Farelo de Cacau

O Brasil esteve em 5º lugar em 2017. O farelo de cacau, também conhecido como casca ou testa da amêndoa, é o único resíduo gerado na produção de seus derivados: chocolate, cacau em pó e manteiga de cacau. Ele representa de 10 a 12% deste grão, e estima-se uma produção mundial de 700 mil toneladas por ano.

Em termos de composição química o farelo apresenta em média 16% de proteína bruta, 2,5% de extrato etéreo, 17% de fibra bruta, 8% de matéria mineral e teor máximo de 1,5% de teobromina. Ele é rico em compostos bioativos, ácidos graxos, compostos fenólicos e apresenta alta atividade antioxidante.

Tentativas de reaproveitamento desse resíduo como ração animal foram limitadas devido à presença de componentes potencialmente tóxicos como metilxantinas e micotoxinas. Por ter cor e cheiro parecidos com o chocolate existem patentes de [aplicação do farelo de cacau em alimentos como aditivos e produção de aromas, ou para a extração de

teobromina e compostos fenólicos. Pesquisas têm sido desenvolvidas com sucesso utilizando o farelo de cacau como suporte na fermentação em estado sólido para a produção de enzimas, e de antioxidantes, extração de pectina, briquetes energéticos.



### **Cama de Frango**

A cama de frango, por exemplo, são fontes de nitrogênio, cálcio, fósforo e magnésio, entre outros minerais comumente empregados como fertilizante agrícola em lavouras e pastos e na recuperação física de solos e pastagens degradadas. Estudos têm direcionado aplicação como biocarvão, substitutos do cimento Portland na produção de compósitos fibrosos e concreto leve.

A cama recobre o piso dos aviários para absorver efluentes e incorporar excrementos, urina, penas, descamações da pele e restos de alimento caídos dos comedouros. Inúmeras matérias-primas podem ser utilizadas para compor a cama, a mais comum é a maravalha ou raspas de madeira, no entanto é possível a utilização de sabugo de milho triturado, casca de amendoim, resto de cultura de soja, bagaço de cana e feno de gramínea triturado. A quantidade de cama de frango gerada, após o ciclo de 40 dias de engorda de pintinhos, é de cerca de dois quilos por animal alojado. Um lote de 50 mil aves gera aproximadamente 100 mil toneladas de esterco. Isso representa um volume significativo de rejeitos considerando que, 12,90 milhões de toneladas de frangos de corte foram produzidos no Brasil em 2016,

tornando-o terceiro maior exportador de aves no mundo.



### **REFERÊNCIAS**

ABPA. **Associação Brasileira de Proteína Animal**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/mercado-mundial>> Acesso em: jan. 2018.

AGEITEC (2014). **Cadeia produtiva do caju: subsídios para pesquisa e desenvolvimento**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/caju/catalogo/REC000g058xcal02wx5ok0q43a0r2396ray.html> acesso em 28 fev. 2018.

AMORIM, G. M. et al.. Solid-state fermentation as a tool for methylxanthine reduction and simultaneous xylanase production in cocoa meal. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 11, p. 34-41, 2017.

AVICULTURA INDUSTRIAL. Resíduos na avicultura. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/residuos-na-avicultura/20091022-093328-c203>>; Acesso em: jan. 2018.

ÁVILLAV.S. et al.. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2008;37(2):273-277.

ÁVILLA V.S. et al.. Materiais alternativos, em substituição a maravalha como cama de frango. n465. Brasília: Embrapa, Comunicado Técnico; 2007. 5p. Portuguese. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58061/1/CUsersPiazzonDocuments465.pdf>>. Acesso em: jan. 2018.



- ÁVILLA, MAC, MAZZUCO, H, FIGUEIREDO, EAP. Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante. n16. Brasília: Embrapa, *Circular Técnica*, p. 38, 1992.
- BATTESTIN, V; MATSUDA, L; MACEDO, G. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. *Alimentos e Nutrição*. v 15, n.1, p.63-72, 2004.
- BRADBURY, A.; Kopp, G. (2006). Polyphenol-enriched composition from cocoa shell extraction. EP Patent 0879946A2, Germany.
- CARDOSO, S.A.; Silva, I.T.; Rocha, B.R.P.; Silva, I.M.O. Utilização de resíduos de cacau para a produção de energia no Estado do Pará, 2012.
- CARVALHO JUNIOR, J. N.; Pires, A. J. V.; Veloso, C. M.; Silva, F. F.; Reis, R. A.; Carvalho, G. G. P. (2010). Digestibilidade aparente da dieta com capim-elefante ensilado com diferentes aditivos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62(4), 889e897.
- CHAN, S. Y., Choo, W. S. Effect of extraction conditions on the yield and chemical properties of pectin from cocoa husks. *Food Chemistry*, v.141, p. 3752– 3758, 2013.
- CHATTERJEE, S; DHANURDHAR; ROKHUM, L. Extraction of a cardanol based liquid bio-fuel from waste natural resource and decarboxylation using a silver-based catalyst. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. v.72, p.560-564, 2017.
- CONAB (2016). Castanha de Caju. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_02\\_01\\_16\\_14\\_48\\_castanha\\_de\\_caju\\_dezembro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_01_16_14_48_castanha_de_caju_dezembro_2016.pdf)> acesso em 28 fev. 2018.
- DAS, I; ARORA, A. Post harvest processing technology for cashew apple – A Review. *Journal of food Engineering*. v.194, p.87-98, 2017.
- ESCARAMBONI, Bruna et al. Ethanol biosynthesis by fast hydrolysis of cassava bagasse using fungal amylases produced in optimized conditions. *Industrial Crops and Products*, v. 112, p. 368-377, 2018.
- FIORDA, F. A., SOARES Jr., M. S., SILVA, F. A., et al. “Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca”, *Pesq. Agropec. Trop.* v. 43, n. 4, pp. 408-416, 2013.
- FOLETTI, E.L., HOFFMANN, R., HOFFMANN, R. S., PORTUGAL JR, U, L., JAHN, S. L. (2005). Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. *Química Nova*, 28, 1055-1060.
- FU, D; FARAG, S; CHAOUKI, J; JESSOP, P. Extraction of phenols from lignina microwave-pyrolysis oil using a switchable hydrophilicity solvent. *Bioresource Technology*. v. 154, p. 101-108, 2014.
- GROXKO, M. “Prognóstico mandioca 2017/18”, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB) – Departamento de Economia Rural (DERAL), 2017.
- JAHURUL, M. H. A. et al. Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review. ***Food chemistry***, v. 183, p. 173-180, 2015.
- HENRIQUE, Mariana Alves et al. Valorization of anagro-industrial waste, mango seed, by the extraction and characterization of its cellulose nanocrystals. ***Journal of environmental management***, v. 121, p. 202-209, 2013.
- INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. Production of cocoa beans. ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, XLII, 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola de 2016 - Arroz**. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_%5Bmensal%5D/Comentarios/lspa\\_2016\\_06comentarios.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Comentarios/lspa_2016_06comentarios.pdf). Acesso em 28 de abril de 2018.
- KAWABATA, Celso Yoji. Aproveitamento de cinzas da queima de resíduos agroindustriais na produção de compósitos fibrosos e concreto leve para a construção rural. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- LAZZARI, Eliane et al. Production and chromatographic characterization of bio-oil from the pyrolysis of mango seed waste. *Industrial Crops and Products*, v. 83, p. 529-536, 2016.
- LESSA, O.A; Reis, N.S; Leite, S.G.F; Gutarra, M.L.E; Souza, A.O.; Gualberto, S.A.; Oliveira, J.R.; Aguiar-Oliveira, E.; Franco, M. Effect of the Solid State

Fermentation of Cocoa Shell on the Secondary Metabolites, Antioxidant Activity and Fatty Acids. *Food Science and Biotechnology*, 2017.

LUCAS JR., J.; SANTOS, T. M. B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. In: SIMPÓSIO RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia. Anais... Concórdia: CNPSA, 2000. p. 27-43.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/saude-animal>>. Acesso em: jan. 2018.

MATSUI, Kátia Nicolau et al. Cassava bagasse-Kraft paper composites: analysis of influence of impregnation with starch acetate on tensile strength and water absorption properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 55, n. 3, p. 237-243, 2004.

NAWAB, Anjum et al. Effect of guar and xanthan gums on functional properties of mango (*Mangifera indica*) kernel starch. *International journal of biological macromolecules*, v. 93, p. 630-635, 2016.

OIT (2018). World Employment and Social Outlook 2018: Greening with jobs. Disponível em: <[http://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS\\_628654/lang--es/index.htm](http://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_628654/lang--es/index.htm)>. acesso em 17 maio. 2018.

PASQUINI, D., TEIXEIRA, E. M., CURVELO, A. A. S., et al. "Extraction of cellulose whiskers from cassavabagasse and their applications as reinforcing agent in natural rubber", **Industrial Crops and Products**, v. 32, pp. 486-490, 2010.

PANDEY, A., SOCCOL, C. R., NIGAM. P., et al. "Biotechnological potencial of agro-industrial residues. II: Cassava bagasse", **Bioresource Technology**, v. 74, pp. 8-87, 2000.

PRITHIVIRAJAN, R.; JAYABAL, S.; BHARATHIRAJA, G. Bio-based composites from waste agricultural residues: mechanical and morphological properties. *Cellulose Chemistry and Technology*, v. 49, n. 1, p. 65-68, 2015.

REVISTA GLOBO RURAL. Cama de frango vira adubo. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI246995-18289,00-CAMA+DE+FRANGO+VIRA+ADUBO>

html> Acesso em: jan. 2018.

RIOZI, L; ARAÚJO, L; AGUIAR, E; PINHEIRO, L; NASCIMENTO, D. Revisão sobre a potencialidade do pedúnculo do caju na alimentação animal. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*. v.5, n.3, p.53-59, 2011.

SERRANO, L. A; PESSOA, P. Sistema de Produção Embrapa. Aspectos econômicos da cultura do cajueiro. 2016. Disponível em: <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducao16\\_1ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=7705&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoid=10308](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7705&p_r_p_-996514994_topicoid=10308)>. acesso em 28 fev. 2018.

SILVA, T.P.; Souza, L.O.; Reis, N.S.; Assis, S.A.; Ferreira, M.L.O.; Oliveira, J.R.; Aguiar-Oliveira, E. Franco, M. Cultivation of penicillium roqueforti in cocoa shell to produce and Characterize its lipase extract. *Revista Mexicana de Ingeniería Química Vol. 16, No. 3 (2017) 745-756*.

SOLTANI N, BAHRAMI A, PECH-CANUL M.I, GONZÁLEZ L.A. Review on the physicochemical treatments of rice husk for production of advanced materials. *Chemical Engineering Journal* 264 (2015) 899–935.

VERSINO, F., LÓPEZ, O. V., GARCÍA, M. A. "Sustainable use of cassava (*Manihot esculenta*) roots as raw material for biocomposites development", *Industrial Crops and Products* v. 65, pp. 79-89, 2015.

YAMAN S. Pyrolysis of biomass to produce fuels and chemical feedstocks. *Energy Conversion and Management*. 45. 651-671, 2004.

WANG, J. (2015). Use of cocoa shells for preparing chocolate flavor by preparing enzymatic hydrolyzate of cocoa shells, adding cocoa shells enzyme solution with amino acids, reducing sugar, solvent, reacting, cooling and filtering. Patent CN104187539-A, China.

WALTER J.P, ROSSATO M.V. Destino do resíduo casca de arroz na microrregião de restinga seca - rs: um enfoque à responsabilidade sócio ambiental. Congresso nacional de excelência em gestão. Disponível em: <[http://www.inovarse.org/sites/default/files/T10\\_0261\\_1040.pdf](http://www.inovarse.org/sites/default/files/T10_0261_1040.pdf)>. acesso em 17 mai. 2018.



# Produção, aplicação e caracterização em microescala de biocombustível derivado dos resíduos do peixe *colossoma macropomum* (cuvier, 1818)

*Production, application and characterization in microscale of biofuel derived from the fish residues colossoma macropomum (cuvier, 1818)*

Roger Pereira Alves<sup>\*a</sup>, Julião Pereira<sup>a</sup>, Lucas Oliveira Gomes<sup>a</sup>, Aline Silva Muniz<sup>a</sup>,  
Maria Isabel Ribeiro<sup>a</sup>, Igor Savioli Flores<sup>b</sup>, Nelson Roberto Antoniosi Filho<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de Goiás, Laboratório de Métodos de Extração e Separação,  
Instituto de Química, Goiânia-GO, Brasil.

<sup>b</sup> Universidade Federal de Goiás, Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear,  
Instituto de Química, Goiânia-GO, Brasil.

[\\*rogerokuringa@hotmail.com](mailto:rogerokuringa@hotmail.com)

Submetido em 31/01/2018; Versão revisada em 29/06/2018; Aceito em 27/07/2018

## Resumo

Com o crescimento exponencial de fontes de energia menos agressivas ao meio ambiente e possível escassez de combustíveis não renováveis, busca-se possibilidades promissoras, como o biodiesel, para minimizar problemas ambientais causados pelos derivados de petróleo, além de proporcionar inúmeras oportunidades no ramo industrial. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a síntese de biodiesel derivado do óleo de peixe *Colossoma macropomum*, verificando seus parâmetros físico-químicos e comparando-os com limites estabelecidos pela resolução ANP 45/2014. Para obtenção de óleo fez-se uma extração de barbatanas, cabeças e vísceras, seguida das etapas de trituração/secagem, extração via soxhlet, lavagem/filtração e separação de fases. Após essas etapas, procedeu-se a síntese de biodiesel via transesterificação. Os resultados obtidos apresentaram seguintes parâmetros: índice de acidez, teor de éster, massa específica, viscosidade cinemática e enxofre total em concordância com a resolução, apresentando apenas a estabilidade oxidativa abaixo do limite estabelecido pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

**Palavras-chave:** combustível renovável, meio ambiente, biodiesel.

## Abstract

With exponential growth of different forms of less aggressive energy sources and a possible scarcity of fuels from non-renewable sources, biodiesel becomes a promising product to minimize the environment threats caused by petroleum derivatives, besides providing innumerable opportunities in the industrial sector. The present work evaluated the production of biodiesel from *Colossoma macropomum* fish. Its physicochemical parameters were compared to the minimum limits set by ANP 45/2014 resolution. The extraction was done from the fins, head and viscera, followed by grinding/drying steps, soxhlet extraction, washing/filtration and phase separation. Biodiesel synthesis was carried out via transesterification. The acidity index, ester content, specific mass, kinematic viscosity and total sulfur are in agreement with the above resolution; the oxidative stability was only slightly below the minimum limit established by the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP).

**Keywords:** environment, renewable fuel, biodiesel.

## INTRODUÇÃO

No século XX, combustíveis fósseis derivados de petróleo foram as principais fontes de energia utilizadas em todo planeta (TASHTOUSH, AL-WIDYAN e AL-JARRAH, 2004). Atualmente, com o alto custo, possível escassez e elevado consumo de petróleo e seus derivados, além de preocupações políticas e ambientais sobre o uso de combustíveis não renováveis, destaca-se a necessidade de se desenvolver tecnologias alternativas em processos econômicos e energéticos para a produção sustentável de biocombustíveis, biolubrificantes e outros produtos químicos pertinentes (HUBER, IBORRA e COMA, 2006). A região nordeste do Brasil apresenta grande desenvolvimento comercial de pescado, proporcionando assim, elevada quantidade de descarte de partes dos constituintes do peixe que podem ser submetidas à extração de óleo animal, e conseqüentemente poderá ser empregado na produção de biocombustível. O óleo presente nas vísceras de peixes de água doce apresenta elevada capacidade para produção de biodiesel, pois contém cadeia carbônica longa e altos teores de ácidos graxos saturados (GUNSTONE, HARWOOD e PADLEY, 1994) sendo matéria-prima de elevada abundância, geralmente tratada como resíduos de produção industrial, apresentando um custo irrisório no Brasil.

Grande parte desse material vem sendo descartado pelas indústrias e/ou cooperativas, gerando prejuízos de produção, por tratar-se de uma alternativa muito valiosa para a geração de energia. Com nível de produção extremamente elevado, os resíduos gerados no beneficiamento de pescado causam grande impacto ambiental, visto que na maioria dos casos os despejos da indústria pesqueira são tratados como rejeitos, sendo jogados em recursos hídricos sem tratamento prévio, devendo ser dispostos de forma adequada em aterros sanitários ou reaproveitados.

Tais resíduos constituem toda estrutura do peixe, exceto as partes do filé, podendo representar até 50 % (m/m) de toda matéria-prima, variando de acordo com processamento industrial e tipo de espécie (FELTES, 2010).

Dessa forma, tecnologias de reaproveitamento de resíduos sólidos da indústria pesqueira, tais como a produção de biodiesel e energia, implicará na redução de resíduos no meio ambiente e minimizará a emissão de poluentes, agregando valor comercial ao setor de pesca. Além disso, a farinha de pescado pode ser utilizada na indústria alimentícia por ser rica em gorduras digeríveis e proteínas de elevada qualidade, proporcionando crescimento efetivo das espécies quando empregadas como ração animal. As indústrias de beneficiamento de pescado (tratado e processado), na formulação de diversos produtos geram resíduos com elevado teor de substâncias orgânicas e inorgânicas. Essas porções geradas estão relacionadas com o rendimento em massa de peixe que podem variar em função de sua estrutura, como: tamanho, peso, idade, formato e tipo de espécie, além de variar conforme a forma de processamento (VIDOTTI, 2011).

Originário da bacia Amazônica o peixe *Colossoma macropomum* (Tambaqui) é pertencente à família *Characidae*, cresce rapidamente e, por ser reofílico, precisa realizar migrações tróficas e reprodutivas rio acima, percorrendo distâncias que podem chegar a 1000 km (URENHA-JÚNIOR, 2012). Encontrado nos principais rios da Bacia do Orenoco, o Tambaqui está entre os peixes mais conhecidos da Amazônia, sua carne é muito contemplada pelos cozinheiros no preparo de diferentes pratos da cozinha regional/nacional, apresentando pequena quantidade de espinhas e grande quantidade de filé (INOUE e BOIJINK, 2011). A espécie *Colossoma macropomum* (Figura 1) pode atingir até 40 kg em massa e 1 m de comprimento; alimenta-se de sementes e frutos, fazendo migrações de alimentação e reprodução das calhas



principais dos rios para igapós e lagos amazônicos (INOUE e BOIJINK, 2012).



**Figura 1.** Imagem do peixe *Colossoma macropomum* adquirido em Goiânia-GO.

O Tambaqui apresenta sazonalidade específica e bem definida, com acúmulo de gordura em regiões viscerais que variam em relação ao comportamento reprodutivo, apresentando baixa variação de carne no período de um ano (VIEGAS e GUZMAN, 1998). Devido a não linearidade de crescimento deste tipo de peixe durante a produção e o desenvolvimento, poderá haver descartes de material no período de classificação e despescas quando não conseguem atingir o tamanho próprio para o comércio, viabilizando sua aplicação como um resíduo da produção industrial (VIDOTTI, 2011). Os resíduos provenientes do pescado gerados pelas indústrias também devem ser destinados para diferentes áreas de produção e reutilização, como: fertilizantes, indústria de alimentos, indústria de biolubrificantes, e ainda, aproveitá-los no desenvolvimento de produtos químicos como quitosana, óleos graxos com alto teor de ômega 3 e demais componentes orgânicos que proporcionem valor agregado ao setor e minimize os custos de processamento (BERY *et al.*, 2012). Estudos mostram que a produção de biodiesel metílico obtido a partir do óleo extraído das vísceras do peixe Tilápia tem rendimento (m/m) da ordem de 0,48 % (DIAS, 2009). O sebo bovino obtido em matadouros, também representa uma opção de matriz graxa para a produção direta de biodiesel, considerando a elevada demanda e o baixo custo. Cada gado abatido fornece, em média, 15 kg de sebo aproveitável (RBB, 2006), com o abate de 30,2 milhões de cabeças de gado no ano de 2006, o Brasil apresentou capacidade

para produzir mais de 450 milhões de litros de biodiesel (IBGE, 2000). Esse resíduo gorduroso é constituído majoritariamente por triacilglicerídeos, com 6,91 % de ácido láurico, 6,73 % de ácido mirístico, 20,09 % de ácido palmítico, 15,78 % de ácido oleico e 12,74 % de ácido linoleico (GAIOTTO *et al.*, 2000). Pesquisas realizadas pela Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC) verificaram que a produção de biodiesel a partir das vísceras representam uma alternativa promissora atual para a produção de energia em larga escala (MARTINS, 2012). Em uma amostra de peixe contendo 1,0 kg em massa, 0,100 kg representa a massa visceral média (10 % m/m), onde é possível extrair 0,050 kg de óleo (50 % m/m), produzindo até 0,045 kg de biodiesel de peixe (90 % m/m). Desta forma, a produção do biodiesel de peixe contribui para o fornecimento de novas matérias-primas na geração de biocombustível na tentativa de minimizar os impactos ambientais causados pelos resíduos não utilizados, trazendo vantagens econômicas e sustentáveis para a piscicultura em âmbito regional e nacional (NUTEC, 2009). Considerando os aspectos de síntese, tipo de matriz, como também as características físicas-químicas do óleo, o rendimento de produção do biodiesel depende de inúmeros fatores, tais como: rota sintética, tempo de reação, razão molar (óleo : álcool), tipo de álcool utilizado, qualidade e quantidade de catalisador empregado.

Diante do que foi exposto, necessita-se de mais informações sobre o biodiesel de *Colossoma macropomum*, sendo uma matriz promissora e pouco explorada pelo meio científico/industrial na produção em larga escala de bioproduto e farelos de pescado. O presente trabalho busca avaliar a eficiência da conversão de resíduos de óleo de peixe Tambaqui em biodiesel, analisando as características físico-químicas do biocombustível, comparando os resultados obtidos com os disponíveis na literatura e os estabelecidos pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2014).

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

### Extração do óleo de peixe

O óleo de peixe foi extraído de resíduos do *Colossoma macropomum*, comumente conhecido como Tambaqui ou Pacu vermelho, proveniente da pesca em lagoa localizada na cidade de Goiânia, estado de Goiás, Brasil. As partes do peixe utilizadas foram: cabeça, vísceras e barbatanas. Os resíduos foram triturados em um processador de alimentos de 2L da marca *Skymesen*<sup>®</sup>, secados em estufa à 90 °C (366 K) ± 5 °C (5 K) por 24 horas. A extração foi feita em *soxhlet* separadamente, utilizando solvente n-hexano de acordo com o método da *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC, 1979).

A partir da composição percentual em ácidos graxos do óleo de peixe Tambaqui foi possível calcular a sua massa molar média, utilizando a Equação 1.

$$MM = \left( \sum \frac{\%AG \cdot MMAG}{100} \right) \times 3 + 41,0 \quad (1)$$

**Equação 1.** Massa molar média do óleo de *Colossoma Macropomum* (Tambaqui).

O cálculo de rendimento foi realizado com base na massa de óleo obtido na extração com solvente em relação a massa do peixe *in natura*, e também à massa seca.

### Produção de biodiesel

Pesou-se 0,135 kg de óleo de peixe (858,3 g mol<sup>-1</sup>), adicionou-se metanol, 99,8 % (Neon<sup>®</sup>), com razão molar de 1:9 e em seguida H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 2,0 % m/m (Synth<sup>®</sup>), a reação de esterificação ocorreu em refluxo por 6 horas consecutivas. O produto foi lavado até que o pH obtido para água de lavagem estivesse neutro, e em seguida a mistura foi rotoevaporada por 2 horas.

O processo de transesterificação foi realizado via catálise básica utilizando o KOH 2,0 % (Neon<sup>®</sup>) e razão molar 1:9 (óleo : álcool metílico). Pesou-se 0,135 kg de óleo de peixe esterificado em um erlenmeyer, adicionou-se à solução de metóxido de

potássio, (MeOK), sendo a reação realizada a 60 °C (333 K) durante 2 horas a 200 rpm em agitador Nova Ética<sup>®</sup> modelo 430A. Em seguida, o produto foi colocado em funil de separação de 2 L para isolamento de glicerol e água. O resíduo de catalisador básico (KOH) foi neutralizado adicionando-se 50,0 mL de uma solução ácida de HCl a 2,0 % (Synth<sup>®</sup>) por 6 vezes.

O biodiesel foi lavado com água destilada aquecida à 60 °C (333 K) por 6 vezes, submetido à rotoevaporação seguido de destilação por 2 horas. Por fim, o produto de reação foi filtrado em Sulfato de sódio anidro (Tedia<sup>®</sup>).

### Composição em ésteres metílicos de ácidos graxos

A análise da composição de biodiesel de Tambaqui foi realizada por cromatografia gasosa, utilizando coluna capilar *Carbowax* de polietilínoglicol com as seguintes dimensões 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm. O cromatógrafo a gás empregado na análise foi o modelo 7890A da marca *Agilent*<sup>®</sup> com detector por ionização em chama (HRGC-FID). A temperatura do injetor e detector FID foi de 250 °C (523 K). O forno operou com a seguinte rampa de aquecimento: temperatura inicial 60 °C por 2 min, aquecimento a 10 °C min<sup>-1</sup> até 200 °C (473 K), aquecimento por 7 minutos a 15 °C min<sup>-1</sup> até 240 °C (513 K). A razão de *split* no injetor foi 1:50 com volume de injeção de 1 µL.

O biodiesel de peixe foi diluído em n-heptano na concentração de 35 mg mL<sup>-1</sup>. Os ésteres metílicos de ácido graxos - FAMES (*fatty acids methyl esters*) foram identificados através de padrões de ésteres de marca NuChek<sup>®</sup>, utilizando a Cromatografia Gasosa de Alta Resolução acoplada a Espectrometria de Massas (HRGC-MS).

### Propriedades do biodiesel

O biodiesel foi caracterizado segundo as normas da Associação Americana para Testes e Materiais (ASTM) e pela norma europeia (EN) através



dos ensaios de índice de acidez (ASTM D664, 2017), viscosidade cinemática (ASTM D445, 2011) a 40 °C, ponto de névoa (ASTM D 2500, 2011), ponto de fluidez (ASTM D97, 2011), massa específica (ASTM D4052, 2016), teor de enxofre (ASTM D5453, 2012) e estabilidade oxidativa (EN 14112, 2003). O teor de ésteres, glicerol livre, mono, di- e triacilglicerídeos e glicerol total foi determinado de acordo com o método de Prado (PRADO, 2012). A análise de inúmeros elementos químicos foi determinada utilizando a técnica de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP - OES).

### **Índice de acidez**

O ensaio foi realizado em triplicata na qual determinou-se a quantidade de substâncias ácidas contidas no biodiesel de peixe Tambaqui que reagem com a base hidróxido de potássio. O índice de acidez representa a massa de KOH em miligramas, necessária para neutralizar 1 grama de óleo ( $10^{-3}$  kg KOH  $\text{kg}^{-1}$  óleo). Para avaliar o índice de acidez por titulação potenciométrica foi utilizada a Norma Americana ASTM D664.

### **Viscosidade cinemática a 40 °C**

A análise segundo a norma ASTM D445 é feita escoando-se, sob influência da gravidade, uma quantidade controlada de amostra, através de um viscosímetro de tubo capilar específico, sob temperatura previamente fixada e mantida sob fino controle e ajuste. O teste foi efetuado em triplicata no equipamento de marca Tanaka® modelo AKV-202.

### **Ponto de névoa**

O ensaio de ponto de névoa foi realizado em triplicata segundo a norma ASTM D2500, submetendo-se uma dada quantidade de amostra a resfriamento sob taxa específica, até que haja o aparecimento, pela primeira vez, de uma área turva no fundo do tubo. Tal análise foi feita em equipamento de marca Tanaka® modelo MPC-102 S.

### **Ponto de fluidez**

De acordo com a norma ASTM D97 o ponto de fluidez é a menor temperatura na qual o óleo teste flui quando sujeito a resfriamento sob condições determinadas. É principalmente controlado e monitorado para avaliar o desempenho em condições de uso em que o óleo é submetido a baixas temperaturas. O teste foi reproduzido em triplicata em um equipamento Tanaka® de modelo MPC-102 S.

### **Massa específica**

A análise de massa específica foi realizada em triplicata, em concordância com a norma ASTM D4052, feita pela relação entre a massa e o volume da substância injetada a uma determinada temperatura e pressão. O equipamento utilizado para essa análise foi da marca *Anton Paar*®, modelo DMA 4500.

### **Estabilidade oxidativa**

A estabilidade oxidativa de gorduras e óleos pode ser estimada utilizando alguns testes acelerados nos quais são empregado fluxo intenso de oxigênio e elevadas temperaturas que favorecem as alterações na matriz graxa em um período curto. Assim a avaliação desse parâmetro foi realizada em triplicata em equipamento *Biodiesel Rancimat* da marca *Metrohm*® modelo 873 conforme a norma europeia EN 14112 e a resolução específica da ANP.

### **Determinação de metais**

A análise de metais foi realizada utilizando a técnica de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado ao Analisador. O equipamento utilizado foi o ICP-OES iCAP 6300 Duo, *Thermo Fisher Scientific*®, utilizando os seguintes parâmetros instrumentais: potência na fonte de 1250 W, com velocidade da bomba de 25 rpm, vazão do gás auxiliar igual a 1,5 L  $\text{min}^{-1}$  e pressão do gás de nebulização de 0,15 MPa. O modo de observação do plasma foi o de vista axial com maior sensibilidade na detecção dos

comprimentos de onda. Os comprimentos de onda dos metais, fósforo e silício foram:

Ag - 328,068 nm; Al - 396,152 nm; B - 208,959 nm; Ba - 233,527 nm; Ca - 317,933 nm; Cd - 228,802 nm; Cr - 283,563 nm; Cu - 324,754 nm; Fe - 259,941 nm; Mg - 285,213 nm; Mn - 257,60 nm; Mo - 204,598 nm; Ni - 221,647 nm; P - 178,284 nm; Pb - 220,353 nm; Si - 251,611 nm; Sn - 283,999 nm; Ti - 334,941 nm; V - 309,311 nm; Zn - 213,856 nm.

A amostra de biodiesel foi diluída em querosene com elevado grau de pureza sendo quantificada a partir dos padrões organometálicos de múltiplos elementos da Conostan®, diluição em solução de óleo mineral com 10 % em querosene comum.

### Teor de enxofre

A técnica para a determinação do teor de enxofre total foi realizada em triplicata; para analisar o biodiesel utilizou-se a fluorescência no ultravioleta em equipamento Analisador de Enxofre de marca Antek®, modelo Multitek em concordância com a norma ASTM D5453.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Processo de síntese do biodiesel

A quantidade de resíduos coletados do peixe Tambaqui correspondeu a 25 % de sua massa total, da qual se extraiu aproximadamente 30 % de óleo (m/m). O processo de transesterificação reduziu a acidez inicial do óleo de peixe de 9,05 para 0,35 mg KOH/g óleo, devido à esterificação dos ácidos graxos livres presentes na matriz. A eficiência do processo de produção de biodiesel de peixe foi de aproximadamente 68 % (m/m). A Tabela 1 apresenta dados que mostram a efetividade de conversão em relação ao conteúdo de ésteres formados, assim como os resíduos de acilglicerídeos e glicerol livre. Observa-se que o biodiesel apresentou alto teor de ésteres (98,90 %), os teores de acilglicerídeos e glicerol livre estão abaixo dos limites estabelecidos

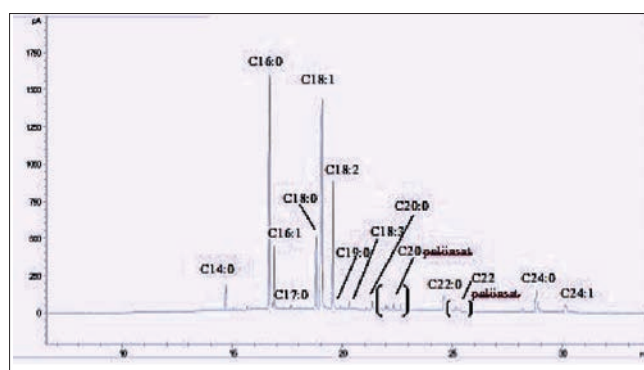
pela resolução nº 45 de 2014 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2014).

**Tabela 1**

Conteúdo em ésteres e acilglicerídeos do biodiesel de *Collossoma Macropomum*.

Características	Resultados	Especificação ANP nº 45, 2014
Teor de éster	98,90%	96,50 %
Mono	0,050 %	0,80 %
Di	0,010 %	0,20 %
Glicerol livre	0,001 %	0,02 %
Glicerol Total	0,004 %	0,25 %

O óleo extraído de resíduos do peixe analisado apresentou como principais constituintes em massa os ácidos graxos: palmítico (C16:0; 21,03 %), esteárico (C18:0; 9,01 %), oleico (C18:1; 33,25 %) e linoléico (C18:2; 13,6 %), conforme mostra a seguir o cromatograma obtido por HRGC-FID apresentado na Figura 2 e a composição percentual de cada ácido graxo presente no óleo de Tambaqui representado na Tabela 2.



**Figura 2.** Cromatograma dos FAMES por HRGC-FID.

**Tabela 2**

Teor em ácidos graxos (AG) dos resíduos de Tambaqui por HRGC-MS.

Tipo de ácido graxo	Estrutura química	Massa (%)
Mirístico	C14:0	1,30
Palmitico	C16:0	21,03
Palmitoleico	C16:1	5,13
Esteárico	C18:0	9,01
Oleico	C18:1	33,25
Linoleico	C18:2	13,60
Linolênico	C18:3	0,60
Nonadecílico	C19:0	0,22
Araquídico	C20:0	0,17
Poliinsaturados (C20)	----	1,20
Behênico	C22:0	5,32
Poliinsaturados (C22)	----	2,51
Lignocérico	C24:0	4,50
Nervônico	C24:1	2,16

Fonte: Autores



O biodiesel apresentou percentual de ácidos graxos saturados de 44,71 %, valor abaixo do teor de saturados presentes no biodiesel de sebo bovino 68,12 % e semelhante à composição do biodiesel de palma 48,05 % (LIN e LI, 2009). A presença de altos teores de AG poli-insaturados tem como consequência a baixa estabilidade oxidativa do biodiesel, que sofre reações químicas de adição causando a formação de precipitados que reduzem a qualidade do biocombustível e o tempo de vida útil no motor. Os resíduos de peixe Tambaqui apresentaram baixo teor de ácidos graxos poliinsaturados (2,7% m/m) quando comparados com biodiesel obtido de resíduos de peixe marinho que apresentam teor de ácidos graxos poliinsaturados muito superior, sendo aproximadamente igual a 28 % em massa (LIN e LI, 2009)

O biodiesel produzido a partir do óleo extraído dos resíduos de peixe Tambaqui apresentou características físico-químicas mostradas na Tabela 3. O ponto de fluidez realizado em triplicata foi menor que o ponto de fluidez encontrado no biodiesel de palma que foi de 12 °C (BENJUMEA, AGUDELO e AGUDELO, 2008) e mostrou-se com valor superior ao biodiesel de algodão de 6 °C (ALPTEKIN e CANAKCI, 2008), devido ao teor considerável de ésteres saturados presente no óleo avaliado representando cerca de 41,55 % (m/m).

O ponto de névoa (Tabela 3) corresponde à temperatura inicial de cristalização do óleo, havendo turvação do mesmo. Vale ressaltar que para qualquer amostra o ponto de névoa é sempre maior que o ponto de fluidez. Esse parâmetro influencia de forma negativa o sistema de combustão do motor e o filtro de combustível, sobretudo quando o motor é utilizado sob condições de baixas temperaturas oriundas de regiões temperadas e frias, sendo esta, portanto, uma propriedade que desfavorece o uso direto de óleos vegetais em geral, pois, apresentam pontos de névoa superiores a derivados do petróleo (MIC, 1985).

**Tabela 3**

Características físico-químicas do biodiesel de peixe Tambaqui.

Ensaio	Biodiesel de Tambaqui	Especificação nº 45, 2014
Aspecto	10 °C	----
Ponto de fluidez	8 °C	----
Estabilidade oxidativa	5,2 h	mín. 8h
Viscosidade cinemática 40°C	5,4 – 5,5 mm <sup>2</sup> /s	3,0 – 6,0 mm <sup>2</sup> /s
Enxofre Total	9,17 – 9,28 mg/kg	10 mg/kg
Massa específica a 20°C	878,93 – 879,11 kg/m <sup>3</sup>	850 – 900 kg/m <sup>3</sup>
Índice de acidez	0,35 – 0,38 mg KOH/g	< 0,80 mg KOH/g

O biodiesel de peixe *Colossoma Macropomum* apresentou-se com coloração clara, aspecto límpido, sendo líquido e isento de material particulado. A Figura 3 representa imagens do biodiesel de peixe e do óleo de girassol comercial, demonstrando um aspecto visual bastante semelhante entre ambos.



**Figura 3.** Imagem comparativa entre o biodiesel de peixe e o óleo de girassol.

A estabilidade oxidativa do biodiesel de Tambaqui foi de 5,2 h, semelhante ao resultado obtido para o biodiesel de sebo bovino de 5,3 h a 120 °C (SANTOS, 2010). A estabilidade oxidativa é inferior ao resultado sugerido pela resolução da ANP, pois apresenta quantidade considerável de ésteres insaturados C18:1 e C18:2, e presença de poliinsaturados, além de conter íons metálicos de cobre (matriz), sódio (secagem) e potássio (transesterificação) que eleva a condutividade no

equipamento *Biodiesel Rancimat*, provocando reações de oxidação indesejáveis que acabam reduzindo a vida útil do biocombustível nos tanques de armazenamento. Sanford *et al.* (2009) obtiveram uma estabilidade oxidativa de biodiesel de óleos residuais de apenas 1,0 hora; já para o óleo de soja refinado o valor encontrado foi de 2,1 h. Já Schneider *et al.* (2011) produziram biodiesel metílico a partir de óleos residuais com estabilidade oxidativa entre 0,7 e 0,8 horas.

Assim, comparando os valores relatados na literatura com os obtidos pelo processo, pôde-se concluir que o processo produz um biodiesel metílico com melhor estabilidade oxidativa quando comparado a outras matrizes. Vale ressaltar que faz-se necessário o emprego de agentes antioxidantes de baixo custo ao biodiesel com o objetivo de corrigir este parâmetro que não se encontra em conformidade com a resolução brasileira vigente (ANP, 2014). Um reagente que se mostrou eficiente para se elevar a estabilidade oxidativa de biodiesel de óleos de frituras residuais (OGR) apresentando um baixo custo e fácil obtenção foi o ácido cítrico na concentração de  $0,3 \text{ mol L}^{-1}$  (AZEREDO, 2014).

A presença de ácido sulfúrico empregado como catalisador do processo produz um aspecto escurecido e cheiro desagradável ao óleo de peixe, gerando problemas no descarte correto do efluente devido à sua natureza corrosiva. Assim, é necessário o monitoramento do pH das águas de lavagem para verificar completa remoção do catalisador, o qual pode causar danos ao motor, elevar a acidez e reduzir a qualidade do biodiesel sintetizado (GAN, CHAN, LEONG, 2012).

A Tabela 4 apresenta o nível de elementos metálicos além de determinar a quantidade de silício e fósforo presentes na amostra pela técnica de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES).

A maioria dos metais encontrados no biodiesel é proveniente da matéria-prima utilizada sendo transferida para o óleo, durante os processos de

extração e rotoevaporação e, conseqüentemente, para o biodiesel sintetizado. Além disto, o biodiesel pode vir a ser contaminado por resíduos de catalisadores utilizados nos processos de esterificação e transesterificação, pelas águas de lavagem, secagem e estocagem (KNOTHE e STEIDLEY, 2009) e (CASTRO, 2009).

**Tabela 4**

Níveis de elementos químicos identificados por ICP-OES.

Elementos	Biodiesel de Tambaqui	Biodiesel Comercial
Ag	<LQ	<LQ
Al	<LQ	<LQ
Ba	$0,1 \pm 0,06$	<LQ
Ca	$3,7 \pm 0,17$	$0,4 \pm 0,02$
Cd	$0,05 \pm 0,02$	<LQ
Cr	$0,1 \pm 0,004$	<LQ
Cu	$23,1 \pm 0,221$	$0,1 \pm 0,001$
Fe	$0,4 \pm 0,01$	<LQ
Mg	$0,8 \pm 0,03$	$0,1 \pm 0,01$
Mn	$0,1 \pm 0,02$	<LQ
Mo	<LQ	<LQ
Ni	$0,1 \pm 0,01$	<LQ
P	$2,2 \pm 0,24$	<LQ
Pb	$5,0 \pm 0,03$	<LQ
Si	$0,3 \pm 0,05$	$0,4 \pm 0,07$
Sn	<LQ	<LQ
Ti	<LQ	<LQ
V	$0,1 \pm 0,01$	<LQ
Zn	$6,0 \pm 0,04$	<LQ

Fonte: Autores

A elevada concentração de metais encontrada no biodiesel de *Colossoma macropomum* é proveniente da matéria-prima utilizada, ou seja, vísceras, cabeça e barbatanas do peixe. Os peixes podem acumular em seus tecidos grandes quantidades de metais, comida e/ou sedimentos, podendo ser ou não essenciais (SILVA, 2015). Elementos químicos como Pb, Ni, Co, Cr e Cd não são essenciais e a presença está relacionada à poluição ambiental, tendo efeito significativo na qualidade ecológica. A presença de metais em biocombustíveis é indesejável visto que estão relacionados ao baixo desempenho, oxidação do combustível, levando à corrosão do motor, formação de precipitados, além de impactar o meio ambiente (SCHNEIDER, 2011). A alta concentração de metais



no biodiesel mostra a necessidade de purificar o óleo antes de realizar o procedimento de obtenção do biocombustível. A degomagem é o processo mais conhecido para este fim, e consiste basicamente em lavar o óleo vegetal aquecido com água, removendo boa parte dos fosfolipídeos, ceras, substâncias coloidais e os íons metálicos (LÔBO, FERREIRA, da CRUZ, 2009).

A principal desvantagem do uso direto dos óleos vegetais nos motores são os problemas na parte interna da máquina, causados principalmente pela elevada viscosidade (KNOTHE e STEIDLEY, 2009) que varia entre 28 e 40 mm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> e baixa volatilidade que levam a formação de depósitos no sistema de injeção dos veículos causados pela queima incompleta de óleo (FERELLA *et al.*, 2010). Além disso, esta combustão incompleta leva a formação de substâncias voláteis e tóxicas, como por exemplo, a substância acroleína (SANTOS, 2010).

Por meio de uma reação de transesterificação, os óleos graxos de peixe Tambaqui se transformaram em um produto de viscosidade e massa específica em concordância com a resolução da ANP (ANP, 2014), podendo substituir o diesel de origem fóssil em qualquer uma de suas aplicações (BIODIESELBR, 2013). Analisando o resultado referente ao índice de acidez pôde-se observar que o processo de remoção de ácido sulfúrico utilizado na síntese do biocombustível deu-se de forma eficiente, garantindo um resultado satisfatório inferior ao limite máximo sugerido pela agência reguladora (ANP, 2014). Uma das vantagens da utilização de biodiesel perante o diesel é o seu baixo teor de enxofre, visto que a combustão desse componente provoca a formação dos gases SO<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub> que além de serem muito poluentes, são responsáveis pela formação de chuva ácida na atmosfera (LÔBO, FERREIRA, da CRUZ, 2009). A concentração de enxofre no biodiesel de peixe encontra-se abaixo do teor de enxofre presente no diesel S-10 e do nível máximo permitido pela resolução da Agência Nacional do Petróleo, Gás

Natural e Biocombustíveis (ANP, 2014).

## CONCLUSÕES

O processo de extração via soxhlet do óleo de peixe Tambaqui apresentou rendimento satisfatório quando comparado a outros métodos de extração presentes na literatura. A etapa de lavagem, destilação e neutralização do catalisador empregada na produção do biodiesel foi adequada visto que garantiu baixa concentração de íons metálicos em solução e boas propriedades físico-químicas para ser empregado como biocombustível/bioproduto.

O biodiesel sintetizado através das reações de esterificação/transesterificação, apresentou especificações satisfatórias segundo as normas da ANP, com exceção da estabilidade oxidativa, podendo ser corrigida com adição de um agente antioxidante de baixo custo comercial como o ácido cítrico, sendo empregado na etapa de lavagem e neutralização pós etapa de transesterificação. Após reação de transesterificação do óleo de peixe, observou-se que os parâmetros massa específica, aspecto físico, viscosidade cinemática, índice de acidez e teor de enxofre, apresentaram-se em conformidade com a resolução, sendo fatores de extrema relevância para se garantir um produto final de boa qualidade, gerando um biocombustível menos tóxico para o meio ambiente.

Em relação ao ponto de névoa e fluidez o biodiesel apresentou-se com valores superiores ao diesel por ser constituído de ácidos graxos de cadeia longa e saturada. Tais análises não discordam dos parâmetros previstos pela agência reguladora, visto que esses parâmetros não são contempladas pela resolução ANP 45/2014.

O restante de óleo de peixe que não convertido em biodiesel pode ser isolado e transformado em farelo de peixe rico em ômega 3 e de elevado valor agregado, além de poder ser empregado na síntese de biolubrificantes menos agressivos ao meio ambiente.

## AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa concedida e Laboratório de Métodos de Extração e Separação – LAMES/UFG pelo auxílio estrutural e material.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Disponível em: [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br). Resolução Nr. 45, de 25 de agosto de 2014.

ALPTEKIN, E.; CANAKCI, M.; *Determination of the density and the viscositie of biodiesel-diesel fuel blends. Renewable Energy*, v. 33, p. 2623-2630, 2008.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. *Standard Test Method for Cloud Point of Petroleum Products*. ASTM D2500, 2011.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. *Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration*. ASTM D664, 2017.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. *Standard Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter*. ASTM D4052, 2016.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. *Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity)*. ASTM D445, 2011.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. *Standard Test Method for Pour Point of Petroleum Products*. ASTM D97, 2011.

AZEREDO, W. A.; Otimização da produção de biodiesel metílico a partir de óleos de fritura residuais (OFR). Dissertação de Mestrado em Química. Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, p. 113, 2014.

BENJUMEA, P.; AGUDELO, J.; AGUDELO, A.; *Basic properties of palm oil biodiesel-diesel blends. Fuel*, v.87, p. 2069-2075, 2008.

BERY, C. C. S.; NUNES, M. L.; SILVA, G. F.; SANTOS, J. A. B.; BERY, C. S.; *Feasibility study of oil marine fish guts sold in Aracaju up for the production of biodiesel. Rev. Geintec – ISSN: 2237-0722; v. 2, n° 3, p. 297-306, São Cristóvão - SE, 2012.*

BIODIESELBR; Biodiesel,: Disponível: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/brasil/biodiesel-brasil.htm>>, Acesso em: 11 de novembro de 2013.

CASTRO, B. C. S.; Otimização das Condições da Reação de Transesterificação e Caracterização dos Rejeitos dos Óleos de Fritura e de Peixe para Obtenção de Biodiesel Dissertação de Mestrado em Ciências – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

CHAVES, E. S.; SANTOS, E. J., ARAÚJO, R. G. O.; OLIVEIRA, J. V.; FRESCURA, V. L. A., CURTIUS, A. J.; *Microchem. J.* 96, v.71, 2010.

DIAS, F. P.; Aproveitamento de vísceras de tilápia para produção de biodiesel. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2009.

EUROPEAN STANDARDS – EN. *Fat and oil derivatives. Fatty acid methyl esters (FAMES). Determination of oxidation stability*. EN 14112, 2003.

FELTES, M. M. C.; *et al.*; Alternativas para agregar valor para os resíduos de processamento de pescado. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.* vol.14, n° 6, p. 669-677, Campina Grande – PB, 2010.

FERELLA, F.; Di CELSO, G. M.; De MICHELIS, I.; STANISCI, V.; VEGLIÒ, F.; *Optimization of the transesterification reaction in biodiesel production.. Fuel*, v. 89, p. 36-42, 2010.

GAIOTTO, J. B.; MENTEN, J. F. M.; RACANICCI, A. M. C.; IAFIOLIOLA, M.C.; Óleo de Soja, Óleo Ácido de Soja e Sebo Bovino Como Fontes de Gordura em Rações de Frangos de Corte. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* v.2, n°3, Campinas - SP, set. 2000.



- GAN, S. N. H. K.; CHAN, P. H.; LEONG, F. L.; *Heterogeneous free fatty acids esterification in waste cooking oil using ion-exchange resins, Fuel Processing Technology*, v. 102, p. 67–72, 2012.
- GUNSTONE, F. D.; HARWOOD, J. L.; PADLEY, F. B.; *Marine oils: fish and whale oils. In: Gunstone, F.D. The lipid handbook. London: Chapman & Hall, p. 167-171, 1994.*
- HUBER, G. W.; IBORRA, S.; COMA, A.; *Synthesis of transportation fuels from biomass: chemistry, catalysis, and engineering. Chemical Reviews*, 106, p. 4044-4098, 2006.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2000. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acessado em: 15 de fevereiro de 2008.
- INOUE, L. A. K. A.; BOIJINK, C. L. Manaus a capital do Tambaqui, 2011. Artigo Disponível em: [http://www.infobibos.com/artigos/2011\\_1/tambaqui/index.htm](http://www.infobibos.com/artigos/2011_1/tambaqui/index.htm). Acessado em: 21/03/2017.
- INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). *Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives.*, 6. ed. Oxford, p. 1360, 1979.
- KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; *The Biodiesel Handbook*. Illinois: AOCS Press, 2005.
- KNOTHE, G.; STEIDLEY, K. R. A.; *comparison of used cooking oils: A very heterogeneous feedstock for biodiesel. Bioresource Technology*, v. 100, p. 5796-5801, 2009.
- LIN, C.; LI, R.; *Engine performance and emission characteristics of marine fish-oil biodiesel produced from discarded parts of marine fish. Fuel Processing Technology*, v.90, p. 883-888, 2009.
- LÔBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C.; da CRUZ, R. S. Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos. *Química Nova*, v.32, n 6, p. 1596-1608, 2009.
- MARTINS, G. I.; Potencial de Extração de Óleo de Peixe para Produção de Biodiesel. Dissertação de Mestrado. Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel -PR, p. 81, 2012.
- MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO, MIC.; Produção de Combustíveis Líquidos a Partir de Óleos Vegetais. Secretaria de Tecnologia Industrial. Coordenadoria de Informações Tecnológicas, Brasília - DF, 1985.
- NUTEC – Fundação Núcleo de Tecnologia industrial do Ceara. NUTEC viabiliza produção de biodiesel de gordura de peixe, 2009. Disponível em: <http://www.nutec.ce.gov.br/categoria2/nutec-viabiliza-producao-de-biodiesel-de-gordura>. Acesso em: 30 jan. 2010.
- OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. Ed. Manole, 2006.
- PRADO, C.P.; REZENDE, D.R.; BATISTA, L.R.; ALVES, M.I.R.; ANTONIOSI, N. R. F.; *Simultaneous gas chromatographic analysis of total esters, mono-, di- and triacylglycerides and free and total glycerol in methyl or ethyl biodiesel. Fuel*, v. 96, p. 476-481, 2012.
- RBB - Rede Baiana de Biocombustíveis. Informativo nº 119. Bahia, junho de 2006, Disponível em: [www.redebaianadebiocombustiveis.ba.gov.br](http://www.redebaianadebiocombustiveis.ba.gov.br). Acesso em: fev. 2007.
- SANFORD, S. D.; WHITE, J. M.; SHAH, P.; WEE, C.; VALVERDE, M. A.; MEIER, G. R. *Feedstock and Biodiesel Characteristics Report, Renewable Energy Group*, 2009.
- SANTOS, Anne Gabriella Dias. Avaliação da estabilidade térmica e oxidativa do biodiesel de algodão, girassol, dendê e sebo bovino. Dissertação de Mestrado em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2010.
- SCHNEIDER, R. C. S.; DOS SANTOS, E.; KRIZE, D. J.; LIPKE, R. J.; Produção de óleos e gorduras residuais no Município de Arroio do Tigre, Estado do Rio Grande do Sul, visando à produção de biodiesel. *Acta Scientiarum Technology*, v. 33, nº 1, p. 71-79, 2011.
- SILVA, A. L.; SANTOS, A. G. D.; SOUZA, L.;

CALDEIRA, V. P. S.; LUZ, G. E. J.; ARAÚJO, A. S. *Orbital: Electron. J. Chem.* 7 (1), p. 21-27, 2015.

TASHTOUSH, G. M.; AL-WIDYAN, M. I.; AL-JARRAH, M. M. *Experimental study on evaluation and optimization of conversion of waste animal fat into biodiesel. Energy Conversion and Management*, 45, p. 2697-2711, 2004.

URENHA-JÚNIOR, A. Tambaqui. *Revista Pesca & Companhia*, fevereiro 2012, Peixes do Brasil - Água Doce. Disponível em:

<<http://revistapescaecompanhia.uol.com.br/peixes-do-brasil/agua-doce>> Acesso em: 25 fev. 2012.

VIDOTTI, R. M. Silagem de pescado. Capítulo de livro: *Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. Editor Alex Augusto Gonçalves. São Paulo – SP, Editora Atheneu, 2011.

VIEGAS, E. M. M.; GUZMAN, E. C.; *Effect of sources and levels of dietary lipids on growth, body composition, and fatty acids. World Aquaculture*, v.29, n.10, p. 66-70, 1998.



## **Efeitos da ação fotolítica em células de *Microcystis aeruginosa* e remoção de microcistina**

*Effects of photolytic action on *Microcystis aeruginosa* cells and microcystin removal*

**Ielena Eulália Matias Cavalcante Rocha Souto<sup>1\*</sup>, Janiele França Nery<sup>2</sup>,  
Flávia Morgana Monteiro<sup>3</sup>, Raul Rosenhaim<sup>4</sup>, Rennio Senna<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Química, CCEN, LACOM, Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa, PB, Brasil.

<sup>2</sup> Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, PB, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Bioquímica, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil.

<sup>4</sup> Departamento de Engenharia Química, CT, Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa, PB, Brasil.

\* ielena20@hotmail.com

**Submetido em 14/06/2018; Versão revisada em 20/07/2018; Aceito em 27/07/2018**

### **Resumo**

O lançamento descontrolado de resíduos urbanos nos corpos d'água acentua o processo de eutrofização sendo propícia para o desenvolvimento das cianobactérias, que podem representar sérios riscos a saúde. Técnicas convencionais de tratamento de água apresentam limitações para remoção desses compostos. Este trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade de remoção da *Microcystis aeruginosa* e sua toxina a microcistina-LR a partir de um reator fotoquímico com radiação UV em 254 nm. Foram avaliadas as densidades da espécie, integridade celular, concentração da toxina e carbono orgânico total (COT). Os resultados obtidos indicaram, para as soluções com pH 9 e concentração de 20.000 cel/mL, uma remoção de 100% nos maiores tempos estudados; já a remoção do COT chegou a 80,77%. Verificou-se que o tratamento utilizado foi capaz de liberar o conteúdo intracelular da espécie e diminuir a sua densidade celular.

**Palavras chaves:** Fotólise, cianotoxina, integridade celular.

### **Abstract**

The uncontrolled release of urban waste in water bodies accentuates the eutrophication process and is conducive to the development of cyanobacteria, which can pose serious health risks. Conventional water treatment techniques have limitations for removal of these compounds. This work aims to evaluate the ability of *Microcystis aeruginosa* and its toxin to microcystin-LR from a photochemical reactor with UV radiation at 254 nm. The density of the species, cell integrity, toxin concentration and total organic carbon (TOC) were determined. The results indicated that 100% of the cells were removed from the solutions at pH 9 and concentration of 20,000 cells/mL in the longest studied times. TOC removal was 80.77%. The treatment developed was able to release the intracellular content of the species and decrease their cell density.

**Key words:** Photolysis, cyanotoxin, cell integrity.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, os eventos de florações de cianobactérias têm aumentado em intensidade e frequência, sendo possível visualizar um cenário de dominância destes organismos no fitoplâncton de muitos ambientes aquáticos, em especial durante os períodos de maior biomassa e/ou densidade (BERNARDO, MINILLO e DANTAS, 2010). A ocorrência desses florescimentos constitui fenômeno natural em ecossistemas de águas continentais em muitos países (MEREL et al., 2013), porém, o lançamento indiscriminado de resíduos urbanos nos corpos d'água acentuam o processo de eutrofização (LIU et al., 2002).

A eutrofização dos corpos aquáticos ocasiona um desenfreado aumento na cadeia trófica de um manancial diretamente relacionado com a elevação da concentração de nutrientes primários como nitrogênio e fósforo, que são abundantes nos efluentes industriais e urbanos (STROKAL et al., 2017). O Nitrogênio e o fósforo tem papel significativo no crescimento das células de cianobactérias devido à participação do nitrogênio para síntese proteica, enquanto o fósforo é necessário para transferência de energia (CAI, PARK e LI, 2013). O processo de eutrofização de algumas águas naturais favorece o crescimento exagerado de cianobactérias, que são denominadas como florações ou "*blooms*". O florescimento de algas pode ser classificado segundo a densidade de células, duração do evento e espessura da massa celular na superfície da água. As florações, quando evidenciadas no ambiente, podem apresentar densidades celulares variadas, que ultrapassam valores da ordem de  $10^3$  a  $10^4$  cel/ml. Estes eventos podem apresentar um período de poucas horas, dias, semanas e até meses em casos mais específicos (BLEDZKA, GRYGLIK e MILLER, 2009).

A maior preocupação relacionada às florações de cianobactérias está associada a algumas espécies produzirem as cianotoxinas, que são metabólitos tóxicos para humanos e animais

(MEREL, CLÉMENT e THOMAS, 2010). As cianotoxinas podem constituir um grupo quimicamente heterogêneo com propriedades toxicológicas diversas (MEREL et al., 2013). Esses compostos são definidos como endotoxinas e podem ser formados em todos os estágios do crescimento das células quando atingem a fase de senescência ou quando sofrem algum tipo de estresse que causem danos a parede celular, liberando quantidades significativas da toxina intracelular para a coluna d'água (YUNES et al., 2003; AZEVEDO e BRANDÃO, 2003).

O tratamento convencional da água baseado nas etapas de coagulação, floculação, sedimentação e filtração mostram-se pouco eficientes para remoção de compostos dissolvidos (fração extracelular das cianotoxinas), porém apresentam eficiência na remoção de células de cianobactérias (fração intracelular das cianotoxinas) (FREITAS, 2008). Esse fato tem incentivado o desenvolvimento de novas técnicas, que podem ser utilizadas, sozinhas ou em conjuntos, para minimizar a problemática ambiental causada pela eutrofização. Uma das técnicas que pode ser utilizada é a fotólise, sendo uma tecnologia simples, limpa, de baixo custo e com uma gama de aplicações, podendo ser útil tanto na degradação de contaminantes ambientais como na eliminação de microrganismos patogênicos (OU et al., 2011). Vários estudos relatam o uso de agentes oxidantes na liberação de cianotoxinas produzidas por espécies tóxicas de cianobactérias (HOEGER, HITZFELD e DIETRICH, 2005; MIAO e TAO, 2009; LI et al., 2010; WERT, DONG e ROSARIO-ORTIZ, 2013; FAN et al., 2014). Atualmente, o oxidante que tem maior utilização para desinfecção das estações de tratamento é o cloro, onde sua aplicação pode ser feita antes, durante ou após o tratamento convencional (FAN et al., 2013). Dependendo das condições de aplicação, pode causar a lise celular e promover a liberação da toxina para o meio. Outro inconveniente que está relacionado é a formação de subprodutos tóxicos, oriundos da



reação do cloro com a matéria orgânica do ambiente contaminado (ZAMYADI et al., 2010).

O uso da radiação UV apresenta-se como uma tecnologia promissora, já que pode gerar a degradação total dos compostos orgânicos sem os inconvenientes dos subprodutos da etapa da oxidação. As cianobactérias são fotossensíveis e dependem fortemente da disponibilidade da luz solar. Alguns estudos demonstraram danos diretos a esses organismos, outros avaliaram não só a inativação, mas o potencial de reativação de algumas espécies após a irradiação (RASTOGI et al., 2014; SAKAI et al., 2007).

Embora alguns estudos tenham mostrado que a fotólise induz ao dano direto das células de cianobactérias via ruptura do DNA ou mutações citotóxicas (SAKAI et al., 2007), são limitadas as informações quanto ao uso dessa técnica para o risco de lise celular e liberação da toxina para o meio. Assim, é importante considerar os efeitos desse tratamento sobre a integridade da membrana celular juntamente com a liberação da toxina liberada. Logo, novos estudos relacionados às etapas de tratamento que atuem na remoção desses metabólitos são de extrema importância. O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da ação fotolítica na densidade e viabilidade celular das cianobactérias e remoção da sua toxina microcistina.

## PARTE EXPERIMENTAL

### Preparação do cultivo de Cianobactérias

O cultivo de *Microcystis aeruginosa* foi realizado com a cepa isolada a partir de amostras coletadas no Reservatório do Rio Tietê (Barra Bonita/São Paulo) e cedida pelo Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos/SP, que possui capacidade de produção de toxinas do tipo MC-LR em 98% do total. A cepa foi mantida em culturas descontínuas em garrafões (5 L), com duplicata, em meio ASM-1, sob aeração constante, para evitar a formação de colônias, temperatura de 25 °C ( $\pm$  2° C) e fotoperíodo de 12 h. Ao final da fase

de crescimento exponencial das culturas (3 semanas), os cultivos foram homogeneizados para confecção da água de estudo, sendo obtida uma densidade celular na ordem de  $10^6$  cel/mL.

### Água de estudo

As culturas foram homogeneizadas em recipiente com capacidade de 10 L e efetuada contagem de células em câmara de Neubauer, obtendo-se uma solução com densidade na ordem de  $10^6$  cel/mL. Aliquotas de 40 e 500 mL foram transferidas para recipientes estéreis contendo água ultrapura, com pH 6 e 9 obtendo-se soluções com concentração de 20.000 cel/mL e 250.000 cel/mL, respectivamente, com volume final de 2 L. Posteriormente, foi realizada nova medida de pH, e quando necessário o pH foi novamente ajustado.

### Fotólise direta

As irradiações foram realizadas utilizando um equipamento adaptado com lâmpadas germicidas, emissão de luz monocromática a  $\lambda_{max} = 254$  nm. A amostra foi colocada com um volume de 50 mL com os tempos de 10, 20 30 e 60 minutos, 12 e 24 horas, sendo a capacidade de remoção avaliada, a partir dos parâmetros descritos a seguir. O esquema do reator fotolítico está apresentado conforme figura 1.



Figura 1 – Representação esquemática do reator fotolítico.

### Parâmetros analisados

Determinação número de células de *M. aeruginosa*

Aliquotas de 1,5 mL da água de estudo, submetidas aos tratamentos de fotólise, foram preservadas em solução de lugol 2%, em microtubos tipo *ependorf* para estimativa da densidade de

células. A quantificação das células deu-se através de contagem realizada em câmara de Neubauer não espelhada, em microscópio óptico, com aumento e 400X (LOURENÇO, 2006). A contagem das células foi efetuada em todo o quadrado central da área de contagem da câmara. Após contagens foi calculada a proporção de células removidas em cada um dos tratamentos.

### **Microcistinas**

Uma alíquota de 10 mL da amostra, sem exposição à fotólise, foi coletada para a determinação da concentração extracelular de microcistina na água de estudo. Estas não sofreram qualquer tipo de preparo, sendo congeladas até a análise. Para estimar a quantidade de microcistina intracelular, uma alíquota de 10 mL da água de estudo, não exposta à catálise, foi congelada e descongelada (três vezes), para promover a lise celular e liberar a toxina intracelular para o meio, e posteriormente filtrada em membranas com poros de 0,45 µm (Milipore GFC/Fibra de vidro). O filtrado foi homogeneizado e congelado para a posteriormente serem analisados. Alíquotas de 10 mL foram coletadas após tratamento fotolítico e congeladas para análise. A determinação das microcistinas foi efetuada por meio de kit ELISA comercial Microcistina ADDA, fenecido pela ABRAXIS. Este kit foi escolhido, por apresentar menores níveis de detecção, facilidade e rapidez na execução da análise sem a necessidade de concentração da amostra, seguindo-se as recomendações analíticas que acompanham o kit. A leitura das microplacas foi efetuada em Leitora ELISA Celer (modelo Polaris).

### **Carbono orgânico total**

As determinações de carbono orgânico total foram obtidas através da absorção do espectro UV das amostras a partir de um fotômetro portátil, com faixa espectral entre 200 e 300 nm. As vidrarias utilizadas para o recolhimento do material foram colocadas em forno mufla a 500 °C por

aproximadamente 4 horas, sendo as amostras coletadas e mantidas sob refrigeração até a hora da análise.

### **Integridade celular**

A integridade da membrana celular de *M. aeruginosa* foi indicada pela coloração da célula com Eritrisina B (marca). 1 mL de solução aquosa de eritrosina B 0,5% foi adicionado a 1 mL da água de estudo após tratamentos e incubadas por 15min, ao abrigo da luz. Após incubação uma gota da suspensão foi analisada em microscópio óptico com aumento de 400 vezes (MARKELOVA; VLADIMIROVA; KUPTSOVA, 2000). Cem células de cada réplica foram examinadas, sendo consideradas afetadas aquelas que apresentaram coloração rosada.

### **Análise de dados**

Uma análise de variância (ANOVA) two-way, seguida de teste de Turkey foi usada para verificar a influência do pH e tempo de exposição ao tratamento fotolítico, as densidades de *M. aeruginosa*, integridade celular e concentração de cianotoxinas. Os resultados foram considerados significativamente diferentes se o valor de p fosse menor que 0,05. Todas as análises foram realizadas utilizando o software Estatística 7.0® (STATSOFT, 2005).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A influência da fotólise foi avaliada em diferentes concentrações, valores de pH e tempos, sendo os resultados discutidos em razão da emissão da luz sobre os seguintes pontos: Densidade de *M. aeruginosa*; Integridade celular; Microcistina e Carbono orgânico total (COT)

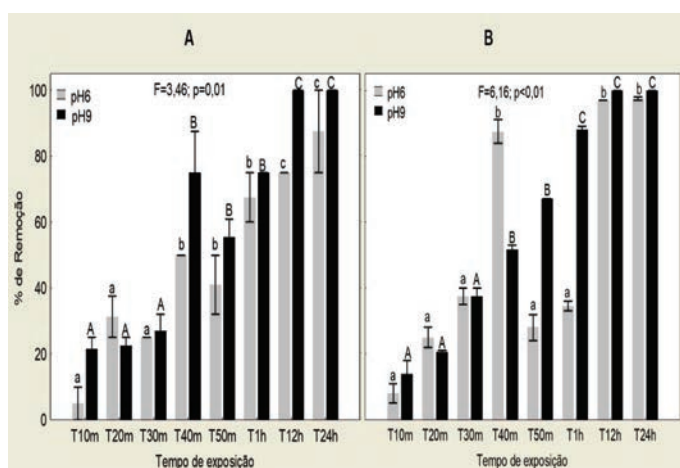
### **Densidade de *M. aeruginosa***

Nos dois experimentos foi observado redução no número de células de *M. aeruginosa*, nas proporções médias de 61,4% (± 29) e 51,7% (± 36)



para os experimentos I e II, respectivamente. Segundo Giordanino et al. (2011), a radiação UV configura comportamentos distintos para diferentes espécies de cianobactérias, em geral as amostras apresentaram diminuição das taxas de recuperação de rendimento quântico fotoquímico, onde o aumento da radiação comprometeu o desempenho fotossintético de *M. aeruginosa*.

Para o experimento I, a densidade de células de *M. aeruginosa* sob influência do pH diferiram em relação ao tempo de exposição à radiação UV ( $F = 3,46$ ;  $p = 0,01$ ), ou seja, há diferenças significativas na interação entre o pH e tempo de exposição (Figura 2A). O teste Turkey indica que a densidade de células diminui significativamente, ao longo do tempo de exposição, contudo, a solução com pH 6 apresenta melhores resultados a partir de 40 min de exposição. Para a solução com pH 9 observa-se remoção de 100% das células nos tempos de 12 e 24 h. Para o experimento II, maior número de células, também foi observado diferenças significativas para a interação pH e tempo de exposição (Figura 2B), contudo, observa-se maior eficiência de remoção celular (menor densidade) para a solução de pH9 nos tempos de 12 e 24 h.



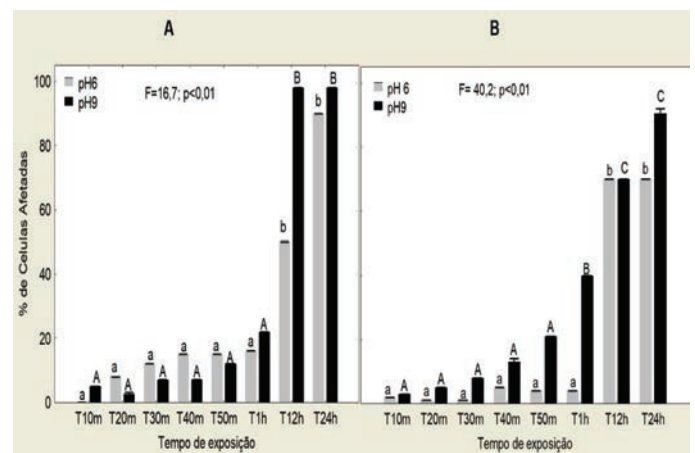
**Figura 2-** Variação da densidade de cianobactérias ao longo da exposição de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 min, 12 e 24 h nas concentrações de 20.000 cel/mL (A) e 250.000 cel/mL(B), em pH 6 e 9. (As letras indicam diferenças entre os tempos de exposição apontados pelo teste de Turkey).

Esses resultados sugerem que, para os maiores tempos de exposição, o ambiente com o

maior pH foi propício para a fotodegradação das células de *M. aeruginosa*, atingindo uma remoção de 100 % de células viáveis. Com o aumento de pH, na maior presença de íons hidroxila, a velocidade de fotodegradação aumentou. Li et al. (2010), em um estudo para inativação de *M. aeruginosa*, teve nesse mesmo pH a menor concentração da espécie estudada, onde sua remoção chegou a 87,6 %. As menores taxas de remoção de densidade celular foram correspondentes ao menor pH.

### Integridade celular

Ao longo do experimento, nenhuma das células apresentou coloração quando aplicado eritrosina B nas soluções iniciais. Diferenças significativas foram observadas na interação entre pH e tempos de exposição a luz UV para esta variável, nos dois experimentos (Figura 3).

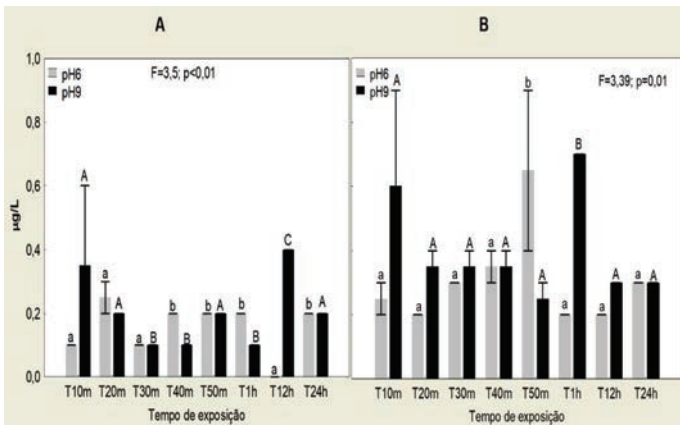


**Figura 3 –** Avaliação da integridade celular de *M. aeruginosa* ao longo da exposição de 10, 20, 30, 40, 50 min, 1, 12 e 24 h na concentração de 20.000 cel/mL (A) e 250.000 cel/mL(B).

Para o experimento I (Figura 3 A), observou-se maior número de células afetadas nos tempos de exposição 12h e 24 h, destacando-se a solução de pH 9, onde 98% das células apresentaram coloração (afetadas) nos tempos finais. Para o experimento II (Figura 3B), o maior número de células afetadas também foi observado nos tempos finais de exposição, no entanto, para a solução de pH9, o teste Turkey apontou diferenças significativas no número de células afetadas no tempo de 40 min.

## Concentração intracelular e extracelular da microcistina

Para avaliar o efeito da fotólise na lise da célula com liberação da toxina e na sua possível degradação, foi determinada tanto a fração intracelular da toxina quanto a fração extracelular. A exemplo das demais variáveis foram observadas diferenças na interação pH e tempo de exposição a luz UV, para a concentração de microcistina, nos dois experimentos (Figura 4).



**Figura 4** – Variação da concentração de microcistina ao longo da exposição de 10, 20, 30, 40 e 60 min, 12 e 24 h na concentração de 20.000 cel/mL (A) e 250.000 cel/mL (B).

Considerando as concentrações de cianotoxinas iniciais, observa-se liberação de toxina ao longo do processo fotolítico (Figura 4A), no entanto, nos maiores tempos de exposição estima-se remoção também de cianotoxinas.

Para o experimento II, não foi observado um decaimento nas concentrações de microcistina ao longo do tempo de exposição (Figura 4B). De acordo com Ho et al. (2008), o pH pode afetar a protonação de aminoácidos, alterando os locais de ataque dentro de moléculas de microcistina.

A degradação de produtos químicos orgânicos pode ser altamente dependente das espécies dominantes em matriz (CHELME-AYALA; EL-DIN; SMITH, 2010). Trabalhos como o de HE et al 2015, evidenciaram a destruição de diferentes grupos de microcistina por fotólise direta (UV-254 nm), tendo como resultados os subprodutos de isomerização e os subprodutos de hidratação.

Apesar de ser observada uma tendência na relação aumento da concentração de microcistina e número de células com integridade afetada, esta relação não foi significativa (Exp1: pH 1 -  $r = 0,13$ ;  $p > 0,05$ ; pH 2 -  $r = 0,21$ ,  $p > 0,05$ ; Exp. 2: pH 1 -  $r = 0,14$ ,  $p > 0,05$ ; pH 2 -  $r = 0,10$ ,  $p > 0,05$ ).

## COT

A influência da fotólise foi avaliada em diferentes concentrações, valores de pH e tempos para os parâmetro do COT (carbono orgânico total). A Variação do carbono orgânico total ao longo da exposição dos diferentes tempos utilizados, para menor concentração trabalhada, está representada na tabela 1.

**Tabela 1**

Variação da % de remoção do COT na menor concentração em pH 6 e 9.

Tempos	pH 6	pH 9
10 min	9,68 %	11,57 %
20 min	16,13 %	19,24 %
30 min	64,52 %	73,08 %
40 min	32,26 %	76,93 %
50 min	25,81 %	80,77 %
60 min	48,39 %	84,62 %
12 h	58,07%	88,47 %
24 h	61,30%	92,31 %

Para menor concentração e pH utilizado pode-se observar uma redução do carbono orgânico total mais pronunciada nos primeiros 30 min. Desse tempo até as vinte e quatro horas analisadas, ocorreram pequenas variações do parâmetro avaliado. Essa exposição à incidência luminosa ocasiona danos celulares a espécie de Microcysties, resultando na diminuição da matéria orgânica e conseqüentemente a diminuição da densidade celular (SAKAI, et al 2007), resultando na redução do COT. Para menor concentração pode-se observar uma redução do carbono orgânico total mais pronunciada nos primeiros 10 min. Ocorreram diminuições dessa variável até os 50 min de exposição. Observa-se uma diminuição da matéria orgânica no tempo de 24 h, com uma remoção de até 92,31%.



Ocorreram diminuições dessa variável até os 50 min de exposição. Observa-se uma diminuição da matéria orgânica no tempo de 24 h, com uma remoção de até 92,31%.

A variação do carbono orgânico total ao longo da exposição dos diferentes tempos utilizados, para maior concentração trabalhada, está representada na tabela 2.

**Tabela 2**

Varição da % de remoção do COT na maior concentração em pH 6 e 9.

Tempos	pH 6	pH 9
10 min	38,2 %	21,88 %
20 min	35,3 %	53,13 %
30 min	47,1 %	56,25 %
40 min	50,0 %	59,38 %
50 min	65,1 %	50,0 %
60 min	67,6 %	46,88 %
12 h	70,59%	43,75 %
24 h	29,42%	6,25 %

Para maior concentração utilizada, pode-se observar uma redução do carbono orgânico total mais pronunciada nos 10 min de processo, assim houve um maior impacto em um curto intervalo de tempo. Considerando a faixa de tempo de 10 min até 12 h, ocorreu um menor decaimento do COT, sendo um pequeno aumento verificado no tempo de 40 min. Observa-se uma mineralização de aproximadamente 67,5% até 12 h de exposição. Para maior concentração trabalhada, quanto maior o tempo de exposição, maior a redução de COT ao longo das doze horas de exposição à radiação UV, atingindo uma redução de aproximadamente 43,75% até 12 h. LIU et al., 2011, evidenciou a importância da matéria orgânica proveniente das células de cianobactérias, considerando-a favorável para formação de subprodutos.

Ao observarmos as diferentes concentrações, podemos perceber que a diminuição do COT é bem mais pronunciada na menor concentração

trabalhada, isso ocorre devido à estabilização ser mais lenta para soluções mais concentradas. Nas soluções mais concentradas as moléculas estão mais próximas umas das outras e isso resulta na dificuldade de interação entre a radiação e as moléculas (BLEDZKA et al., 2009), assim, tem-se uma dificuldade maior para manter uma distribuição da luz de forma uniforme com o aumento da concentração dos compostos de interesse.

## CONCLUSÕES

A influência da fotólise com o uso de lâmpadas germicidas ocasiona danos à membrana celular da *M. aeruginosa* contribuindo para liberação de componentes intracelulares através do aumento da permeabilidade das células. Foi observada uma remoção de 100% da densidade celular, no maior pH e tempos trabalhados. Para a menor concentração utilizada, observou-se a liberação da microcistina ao longo de todo processo fotolítico, onde em doses mais altas teve-se a degradação tanto da fração extracelular quanto da interna. É importante considerar o efeito da fotólise na concentração do COT, Contudo, o método utilizado mostrou resultados satisfatórios para diminuição da densidade da espécie estudada, com limitações para remoção da toxina total.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido nas dependências do Laboratório de combustíveis e materiais (LACOM), localizado na Universidade Federal da Paraíba. O laboratório ofereceu toda infraestrutura física e instrumentação necessária para realização do desenvolvimento da pesquisa.

Os autores expressam seus agradecimentos ao CNPQ pelo aporte financeiro, ao INSA (Instituto Nacional do Semi-Árido) e LEaq (Laboratório de Ecologia Aquática), pelas análises e conhecimentos compartilhados ao longo da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, S.M.F.O.; BRANDÃO, C.C.S.B. Cianobactérias Tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e Processos de Remoção em Água para consumo humano. FUNASA, 2003.

BERNADO, Luiz D.; MINILLO, Alessandro; DANTAS, Angêla D. Bernardo. Florações de Algas e de Cianobactérias: Suas influências na qualidade da água e nas tecnologias de tratamento. São Carlos: LDiBe, 2010.

BIEDZKA, Dorota; GRYGLIK, Dorota; MILLER, Jacek S.. Photodegradation of butylparaben in aqueous solutions by 254 nm irradiation. *Journal Of Photochemistry And Photobiology A Chemistry*, [s.l.], v. 203, n. 2-3, p.131-136, abr. 2009.

CAI, Ting; PARK, Stephen Y.; LI, Yebo. Nutrient recovery from wastewater streams by microalgae: Status and prospects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 19, p.360-369, mar, 2013.

CHELME-AYALA, Pamela; EL-DIN, Mohamed Gamal; SMITH, Daniel W.. Degradation of bromoxynil and trifluralin in natural water by direct photolysis and UV plus H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> advanced oxidation process. **Water Research**, [s.l.], v. 44, n. 7, p.2221-2228, abr. 2010.

FAN, Jiajia et al. Impact of potassium permanganate on cyanobacterial cell integrity and toxin release and degradation. **Chemosphere**, [s.l.], v. 92, n. 5, p.529-534, jul. 2013.

FAN, Jiajia et al. The effects of various control and water treatment processes on the membrane integrity and toxin fate of cyanobacteria. **Journal Of Hazardous Materials**, [s.l.], v. 264, p.313-322, jan. 2014.

FREITAS, Adriane Martins de. **Utilização de processos oxidativos avançados para remediação de águas contaminadas por toxinas produzidas por cianobactérias**. 2008. 93 f. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

GIORDANINO, M. Valeria Fiorda; Strauch, Sebastian M.; Villafañe, Virginia E.; Helbling, Walter. Influence of

temperature and UVR on photosynthesis and morphology of four species of cyanobacteria. **Journal Of Photochemistry And Photobiology B: Biology**, [s.l.], v. 103, n. 1, p.68-77, abr. 2011.

HO, Lionel et al. Differences in the chlorine reactivity of four microcystin analogues. **Water Research**, [s.l.], v. 40, n. 6, p.1200-1209, mar. 2006.

HOEGER, Stefan J.; HITZFELD, Bettina C.; DIETRICH, Daniel R.. Occurrence and elimination of cyanobacterial toxins in drinking water treatment plants. **Toxicology And Applied Pharmacology**, [s.l.], v. 203, n. 3, p.231-242, mar. 2005.

LI, Hongjing et al. Effect of pH on inactivation of *Microcystis aeruginosa* by ozonation air in sequencing batch reactor. **Journal Of Chemical Technology & Biotechnology**, [s.l.], v. 86, n. 3, p.468-471, 17 nov. 2010.

LIU, W et al. Investigation of assimilable organic carbon (AOC) and bacterial regrowth in drinking water distribution system. **Water Research**, [s.l.], v. 36, n. 4, p.891-898, fev. 2002.

LIU, Zhiquan et al. The role of nitrobenzene on the yield of trihalomethane formation potential in aqueous solutions with *Microcystis aeruginosa*. **Water Research**, [s.l.], v. 45, n. 19, p.6489-6495, dez. 2011.

LOURENÇO, S. O. Cultivo de microalgas marinhas: Princípios e aplicações. São Paulo: Rima, 2006.

MARKELOVA, A. G.; VLADIMIROVA, M. G.; KUPTSOVA, E. S. A comparison of cytochemical methods for the rapid evaluation of microalgal viability. **Plant Physiol**, [s.l.], v.47, p.815-819. 2000.

MEREL, Sylvain; CLÉMENT, Michel; THOMAS, Olivier. State of the art on cyanotoxins in water and their behaviour towards chlorine. **Toxicon**, [s.l.], v. 55, n. 4, p.677-691, abr. 2010.

MEREL, Sylvain et al. State of knowledge and concerns on cyanobacterial blooms and cyanotoxins. **Environment International**, [s.l.], v. 59, p.303-327, set. 2013. Elsevier BV.

MIAO, Hengfeng; TAO, Wenyi. The mechanisms of ozonation on cyanobacteria and its toxins removal. **Separation and Purification Technology**,



[s.l.], v. 66, n. 1, p.187-193, abr. 2009.

OU, Huase et al. Inactivation and degradation of *Microcystis aeruginosa* by UV-C irradiation. **Chemosphere**, [s.l.], v. 85, n. 7, p.1192-1198, nov. 2011.

RASTOGI, Rajesh Prasad et al. Ultraviolet radiation and cyanobacteria. **Journal Of Photochemistry And Photobiology B: Biology**, [s.l.], v. 141, p.154-169, dez. 2014.

SAKAI, Hiroshi et al. Effects of low- or medium-pressure ultraviolet lamp irradiation on *Microcystis aeruginosa* and *Anabaena variabilis*. **Water Research**, [s.l.], v. 41, n. 1, p.11-18, jan. 2007.

STATSOFT. Statistica 7.0 Software. Tucks: USA, 2005.

STROKAL, Maryna et al. Reducing future river export of nutrients to coastal waters of China in optimistic

scenarios. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 579, p.517-528, fev. 2017.

YUNES, J. S. et al. Cyanobacterial Neurotoxins from Southern Brazilian Freshwaters. **Comments On Toxicology**, [s.l.], v. 9, n. 2, p.103-115, mar. 2003. Informa UK Limited.

WERT, Eric C.; DONG, Mei Mei; ROSARIO-ORTIZ, Fernando L.. Using digital flow cytometry to assess the degradation of three cyanobacteria species after oxidation processes. **Water Research**, [s.l.], v. 47, n. 11, p.3752-3761, jul. 2013.

ZAMYADI, Arash et al. Release and Oxidation of Cell-Bound Saxitoxins during Chlorination of *Anabaena circinalis* Cells. **Environmental Science & Technology**, [s.l.], v. 44, n. 23, p.9055-9061, dez. 2010. American Chemical Society (ACS).

# NOVAS NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS À REVISTA DE QUÍMICA INDUSTRIAL

(aprovadas pelo Conselho Editorial em 14 de setembro de 2014)

A Revista de Química Industrial (RQI) publica artigos técnico-científicos relacionados à área industrial e à pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I), inclusive o desenvolvimento de técnicas analíticas. Também publica resenhas de livros e outros tópicos das áreas de engenharia química e da química industrial.

Serão aceitos estudos de caso quando contribuírem para aumentar o entendimento acerca de aspectos como riscos à saúde, impactos ambientais, ecoeficiência, emprego de novos materiais etc.

São também bem-vindos artigos versando sobre Educação e História da Química que estabeleçam um elo com a área industrial.

## INSTRUÇÕES GERAIS

a) A submissão de um artigo à RQI implica que ele não foi previamente publicado, salvo na forma de resumo ou parte de um trabalho acadêmico (monografia, dissertação, tese), não está sendo submetido simultaneamente a outra revista e não será submetido futuramente, caso aceito para publicação na RQI. Subentende-se que o autor responsável pela submissão tem o consentimento dos demais coautores e das respectivas instituições a que pertençam. Os autores ficam desde já cientes de que todos os direitos autorais do artigo submetido pertencerão à Associação Brasileira de Química, caso o mesmo seja aceito para publicação.

b) Os artigos poderão ser escritos em Português ou Inglês. No caso de artigos em língua inglesa, o texto que não possuir qualidade mínima apropriada a uma publicação em periódico será devolvido aos autores.

c) Todos os artigos devem ser digitados em fonte Arial corpo 11, espaçamento 1,5 entre linhas, margens 2,5 cm e alinhamento justificado. O arquivo deve estar em um dos formatos .doc, .docx ou .rtf e não pode conter qualquer tipo de marcação.

d) A primeira página deverá conter na parte superior o título do artigo (em português e inglês), os nomes completos dos autores e suas respectivas instituições de vínculo (nome e endereço completo, incluindo cidade, estado e país). O autor responsável pelo artigo deve incluir um e-mail de contato. A seguir, deverá constar o resumo, limitado a 150 palavras, três palavras-chave (separadas por vírgulas) e a tradução de ambos para a língua inglesa (abstract, keywords). O resumo deve citar sucintamente o propósito do artigo, os resultados mais relevantes e as conclusões principais.

e) Os artigos submetidos devem enquadrar-se em uma das categorias abaixo:

**Artigo completo:** refere-se a estudos completos e inéditos. Deve ser estruturado de acordo com a ordem: Introdução - Materiais e métodos - Resultados e discussão - Conclusões - Agradecimentos - Referências.

**Comunicação:** também se refere a estudo inédito, mas com uma quantidade reduzida de dados experimentais que, contudo, possuem impacto significativo para justificar uma publicação.

**Nota técnica:** seção destinada à divulgação de métodos analíticos, técnicas laboratoriais ou industriais e aparelhagens desenvolvidas pelos autores do artigo. Deve seguir a mesma estrutura apresentada para os artigos completos.

**Revisão:** serve à divulgação do estado da arte de uma determinada área da química pertinente ao escopo da RQI.

**Opinião:** pesquisadores e profissionais renomados de uma determinada área da química abrangida pela RQI podem, a exclusivo convite do Editor, ser convidados a redigir um artigo versando sobre pontos específicos de suas áreas, tais como: política industrial, perspectivas econômicas, mercado de trabalho, investimentos em P&D&I etc.

Para a preparação de seu artigo, a íntegra das normas de submissão pode ser consultada acessando <http://www.abq.org.br/rqi/instrucoes-para-submissao-de-artigos-tecnicos-cientificos.html>.





# SINDIQUIM/RS

## Conduzindo o desenvolvimento da Indústria Química do Rio Grande do Sul

Atualmente nossas indústrias estão comprometidas com a sustentabilidade do planeta através da Química Verde que provém da natureza e de onde surge a química para o nosso cotidiano.



**SINDICATO DAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Avenida Assis Brasil, 8787 – Sistema FIERGS/CIERGS

Fone: (51) 3347-8758 – Fax: (51) 3331-5200 – CEP 91140-001 – Porto Alegre – RS

e-mail: [sindiquim-rs@sindiquim.org.br](mailto:sindiquim-rs@sindiquim.org.br) – site: [www.sindiquim.org.br](http://www.sindiquim.org.br)