



Edição Eletrônica 19 do Nº 761

Revista de Química Industrial

58º CBQ

Química, Sociedade e
Qualidade de Vida

FLAQ
Conversa com
Olga Lock Sing

AUREMN

30 anos da Associação
de Usuários de Ressonância
Magnética Nuclear

Pioneiros da Química
Ataliba Renault Lepage
Leopoldo Americo M. de Mello
Fritz Feigl

Química Farmacêutica





ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA

Eventos 2019



Simpósio Nacional
de Biocombustíveis

São Luis - MA

24 a 26 de abril de 2019

Trabalhos: 15 de março



Simpósio
Brasileiro de
Educação
Química

IMPEQUI

Porto Alegre- RS

5 a 7 de agosto de 2019

Trabalhos: 29 de junho



Encontro Nacional
de Tecnologia Química

Teresina - PI

11 a 13 de setembro de 2019

Trabalhos: 13 de agosto



Congresso Brasileiro
de Química

João Pessoa - PB

5 a 8 de novembro de 2019

Trabalhos: 9 de agosto

Informações: www.abq.org.br

1 *Sumário*

2 *Expediente*

3 *Editorial*

4 *Aconteceu*

58º CBQ

São Luis capital dos químicos do Brasil

16 *Capa*

Química Farmacêutica

27 *Pioneiros da Química*

Ataliba Renault Lepage

Leopoldo Americo Miguez de Mello

Fritz Feigl

28.1 *Caderno de Química Verde*

38 *Acontecendo*

Entreouvindo a FLAQ

39 *Regionais da ABQ*

Divulgando a Química no Brasil

45 *Aconteceu na RQI ...*

49 *Artigo de Opinião*

30 anos da Associação de Usuários de Ressonância Magnética Nuclear (AUREMN)

56 *Agenda*

Eventos

Artigos Técnicos

57 **Obtenção e purificação de derivados carbonílicos a partir de formaldeído (HCHO), acetaldeído (CH₃CHO) e propanona (CH₃COCH₃)**

Obtaining and purifying carbonylic derivatives from formaldehyde (HCHO), acetaldehyde (CH₃CHO) and propanone (CH₃COCH₃)

65 **Análise do ensino de programação nos cursos de graduação no Rio de Janeiro e como utilizar VBA/Excel. Uma pesquisa aplicada à química e à engenharia química**

Evaluation of programming teaching in undergraduate courses in Rio de Janeiro and how use VBA/Excel. A focused research on chemistry and chemical engineering

85 **Perspectivas da área de inibidores de corrosão verdes**

Perspectives of the green corrosion inhibitor area

Expediente

RQI – Revista de Química Industrial

(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

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

© 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.



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
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

Vice-Presidente

Silvana Carvalho de S. Calado silcalado@yahoo.com.br

Diretor Administrativo

Henrique Eduardo B. da Silva hebsquim@globo.com

Diretor Financeiro

Luis Carlos Abreu Gomes luisabq.gomes@gmail.com

Diretor de Ass. Internacionais

Agnaldo Arroio agnaldoarroio@yahoo.com

Diretor de Ass. Olimpíadas

Sergio Maia Melo obquimica@gmail.com

Diretor de Educação

Jorge Cardoso Messeder jorge.messeder@gmail.com

Diretor de Eventos

Airton Marques da Silva airton.marques@uece.br

Diretor de Relac. Interno

Jean Carlo Antunes Catapreta jcac889@hotmail.com

Diretor Técnico-Científico

Robério Fernandes A. de Oliveira roberio@skydome.net

Diretores Regionais (mandato dezembro 2017 a novembro de 2019)

Centro-Oeste

Renato Candido da Silva renatocandido_1@hotmail.com

Nordeste

Marciano Henrique de L. Neto marcianohn@gmail.com

Norte

Ana Carolina Duarte ana.carolina@crq14.org.br

Sudeste

Frederico Anderson P. Schoene fapschoene@gmail.com

Sul

Elsa Lesaria Nhuch enhuch@gmail.com

Coordenação, Gerencia e Secretaria

Coordenadora de Cursos

Adriana dos Santos Lopes cursos@abq.org.br

Gerente de Eventos

Celso Augusto Fernandes abqeventos@abq.org.br

Secretaria Geral

Fabício Antonio Costa secretaria@abq.org.br



O último editorial de 2018 começa com o planejamento anual traçado pelo Editor e pelo Conselho Editorial para o ano de 2019 durante a reunião presencial por ocasião do 58° CBQ de São Luís. As seguintes temáticas centrais (matéria de capa) serão: RQI 762 (1° trimestre de 2019): Tabela Periódica e a Química no Ensino e na Indústria; RQI 763 (2° trimestre de 2019): O acidente de Mariana; RQI 764 (3° trimestre de 2019): Química, Energia e Sustentabilidade (tema do 59° CBQ de João Pessoa); RQI 765 (4° trimestre de 2019): Grafeno. O primeiro dos temas selecionados tem íntima relação com o Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos. 2019 marcará também outros centenários relevantes para a Química: a fundação da IUPAC e a criação dos cursos de química industrial agrícola em nosso país.

O 58° CBQ é passado em revista nesta edição. Depois de sete anos, São Luís voltou a sediar o evento nacional de química líder de audiência nos últimos anos. A capital maranhense acolheu com muito carinho os cerca de 1,6 mil congressistas de todas as unidades da federação e mesmo do exterior para, mais uma vez, celebrar a Química em um clima de confraternização e cordialidade. Este CBQ se caracterizou por mudanças tanto em sua formatação quando de sua organização espacial, o que evidenciaram uma das marcas mais fortes do CBQ: a integração. A relação do público participante com as atividades oferecidas foi muito positiva, merecendo destaque por seu carisma especial a Profa. Olga Lock Sing, pesquisadora da PUC do Peru e Secretária Executiva da Federação Latino Americana de Química, sempre receptiva ao carinho de todos os que assistiram às suas palestras.

Além do CBQ, as atividades da ABQ são destacadas no espaço dedicado à atuação de suas regionais Amazônia Ocidental, Rio de Janeiro, Pernambuco (onde foi realizado o 1° ENHTEC - 1° Encontro Nacional de Hidrotecnologia) e Paraíba, a mais nova regional.

A seção “Pioneiros da Química” escalou um trio muito conhecido pelas atividades em suas áreas de atuação, trazendo ainda novas informações biográficas: Ataliba Lepage, Fritz Feigl e Leopoldo Miguez. Fonte de inspiração e exemplos de superação para todos os jovens que dão seus primeiros passos na Química.

A matéria de capa resgata um assunto dos mais antigos abordados nesta revista: a Química Farmacêutica. Um elenco de pesquisadores de renome foi convidado a falar sobre os diversos aspectos desse apaixonante assunto, de grande interesse estratégico considerando-se seus objetivos e a nossa biodiversidade. Um texto que pode despertar em muitos jovens o interesse e a vocação para atuar tanto em pesquisa, como em desenvolvimento e na área industrial.

Quatro artigos figuram neste número, sendo um deles relativo ao 30° aniversário da Associação de Usuários de Ressonância Magnética Nuclear (AUREMN). O Editor e o Corpo Editorial da RQI parabenzam esta Associação pela sua brilhante trajetória e por sua contribuição concreta ao desenvolvimento da ciência no Brasil.

Não nos esqueçamos do Caderno de Química Verde, um dos pontos que alicerça esta Revista para patamares mais elevados. Com denso conteúdo e matérias de grande impacto, faz jus a uma leitura atenta face à atualidade das mesmas. Um Caderno que pode e deve ser usado como referência em trabalhos e demais formas de produção intelectual.

Ao finalizar, este Editor aproveita o momento para desejar a todos os nossos caros leitores um maravilhoso Natal e um Ano Novo repleto de realizações em todos os campos da vida. Em 2019, a RQI continuará evoluindo, focando a diversificação de seu conteúdo e a sua indexação.

RQI: o passado e o presente da química aplicada no Brasil passa por aqui!



58º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA

Química, Sociedade e
Qualidade de Vida.

São Luís, Capital dos Químicos no Brasil



O 58º CBQ, tendo como promotora e organizadora a Associação Brasileira de Química e sua Regional Maranhão foi realizado no Centro Pedagógico Paulo Freire da Universidade Federal do Maranhão, na cidade de São Luís, de 6 a 9 de novembro de 2018. A organização do Congresso contou com a participação, como patrocinadores e apoiadores, das seguintes instituições: CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; Conselho Federal de Química - CFQ; FAPEMA – Fundação de Apoio à Pesquisa do Maranhão; Conselho Regional de Química - XI Região; Astro34; Camisas feitas de PET; Água Mineral Lui; Psiu Indústrias de Bebidas. Estiveram presentes com estandes na Expoquímica 2018 a Livraria e Editora da Física, Astro34, Camisas feitas de PET, Superlab e as

Universidades Federal e Estadual do Maranhão.

Este CBQ foi organizado de uma forma diferente da habitual face ao espaço disponibilizado para ele. Em um único caminho quase retilíneo, era possível andar da extremidade onde se localizavam a Secretaria e a área gerencial do evento até a outra, onde se situava o restaurante. No meio do caminho, havia duas amplas áreas de alocação de pôsteres separadas pelos estandes, auditório, acessos às salas de cursos e palestras e uma lanchonete. Essa disposição refletiu muito positivamente para congregar os participantes nos diversos ambientes do evento: movimentação e presença constante de todos eles nas diversas atividades programadas. Mas não foi só de inovação de espaço que caracterizou este CBQ. Duas alterações foram destaques em relação às edições

anteriores. Em primeiro lugar, a formatação geral foi modificada. O congresso teve seu início na terça-feira às 10 h da manhã com a solenidade de abertura seguindo-se a palestra inicial; em segundo, a pesquisa aos participantes sobre o evento, sua organização e expectativas passou a ser *on line*, aumentando assim a quantidade de respostas obtidas. Outro fator de suma importância foi a preocupação com a sustentabilidade. Foram tomadas as seguintes providências: distribuição de canecas aos participantes de modo a reduzir o uso de copos descartáveis; as bolsas oferecidas aos participantes foram mochilas que podem ser utilizadas em outras atividades pós-CBQ; todos os banners de lona utilizados no 58º CBQ e os banners que foram deixados pelos apresentadores foram doados ao projeto “Recicla IFMA” que realiza ações de coleta seletiva e promove oficinas de reaproveitamento e reciclagem. Por fim, o logo e o banner deste CBQ foram dos mais bonitos dos últimos anos, perfeitamente coerentes com a cidade-sede.

Face ao novo formato do CBQ, a Secretaria foi aberta no dia 6 de novembro às 7 h para retirada de material dos pré-inscritos e a realização de novas



FOTO: ASCOM-UFMA

inscrições.

A abertura oficial do evento contou com a Presidente da ABQ, Maria de Fátima Vitória de Moura (na foto acima, 1ª a direita); o Presidente do Conselho Federal de Química, José de Ribamar Oliveira Filho (1º a esquerda); o Vice-Reitor da UFMA, Fernando de Carvalho Silva (2º a esquerda) e a Presidente do Evento, Gilza Maria Piedade Prazeres (2ª a direita).

Na sessão de abertura o Presidente de Honra do CBQ 2018, Joacy Batista de Lima, foi homenageado (na foto do lado esquerdo).

Em seguida, foi proferida a palestra “*Química, sociedade e qualidade de vida*”, tema deste CBQ, ministrada pela Profa. Dra. Cristina Maria Assis Lopes Tavares da Mata Hermida Quintella, do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia (foto a direita).

A p e s a r d o horário diferente, conforme o costume, o auditório do Centro Pedagógico Paulo Freire estava tomado por centenas de participantes.

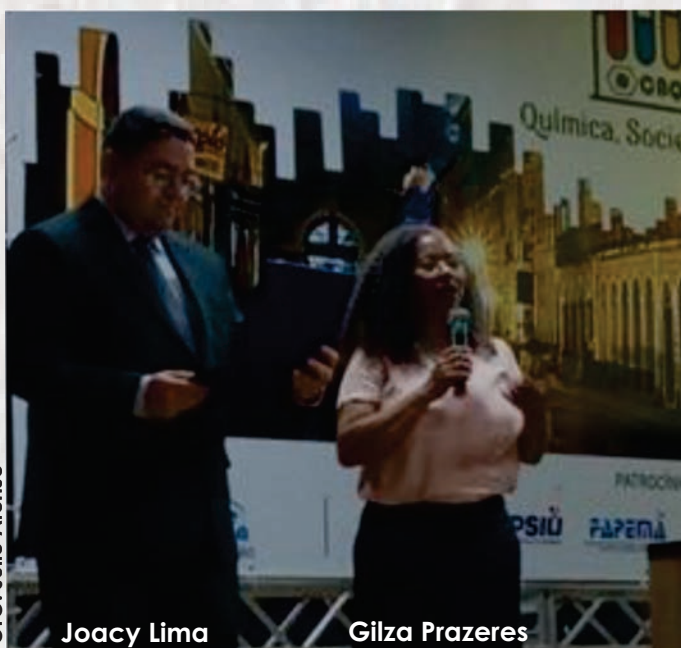
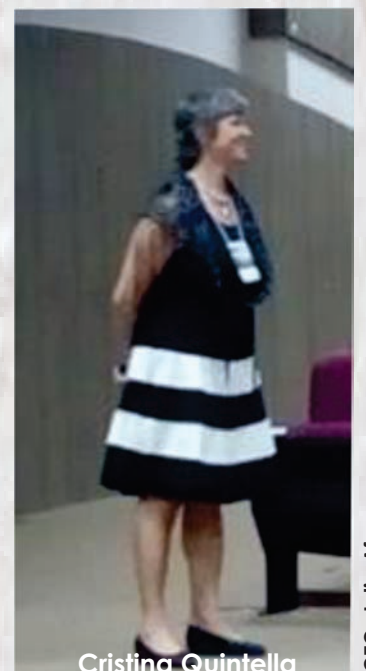


FOTO: Julio Afonso

Joacy Lima

Gilza Prazeres



Cristina Quintella

FOTO: Julio Afonso



Aspecto do curso "Técnicas computacionais para o planejamento de compostos bioativos", ministrado por Cleydson Breno Santos

Na parte da tarde do dia 6 tiveram início as atividades científicas. Foram oferecidos neste CBQ 8 cursos, todos com 9 horas. 339 congressistas participaram na qualidade de inscritos nesses cursos. Infelizmente, o Prof. Dr. Valter Stefani, da UFRGS, foi internado em Porto Alegre no sábado, dia 3, acometido de um problema de saúde grave, razão pela qual não pode viajar a São Luís para ministrar o seu consagradíssimo curso de Química Forense. Seria o décimo ano, o décimo CBQ consecutivo! Face à mobilidade do CBQ, este curso girou por todo o país, tornando-se uma marca registrada do congresso. Estava programada uma homenagem ao ilustre Professor pela marca que seria alcançada. A organização e toda a comunidade da ABQ esperam por sua pronta recuperação. Os cursos mostraram uma forte integração com seus participantes, atestado pelas discussões e debates ocorridos em todos os seus dias.

O evento recebeu 1313 trabalhos, tendo sido aprovados 1149 nas 14 áreas, a saber: Química Orgânica, Química Inorgânica, Físico-Química, Química Analítica, Química Ambiental, Ensino de Química, Produtos Naturais, Química Verde, Química Tecnológica, Alimentos, Bioquímica e Biotecnologia, Materiais, Feproquim e IC. Os trabalhos foram apresentados em 8 sessões de comunicações orais e 10 de pôsteres. 51 deles foram selecionados para os Encontros Temáticos das áreas específicas, sendo 47 deles efetivamente apresentados oralmente por seus autores, distribuídos em dois auditórios, sempre com presença de grande



Robério de Oliveira ministra o curso "Gestão de Resíduos"

público, particularmente estudantil.

Como em todos os anos, o CBQ realizou os eventos paralelos Jornada de Iniciação Científica (108 trabalhos aceitos), Feira de Projetos de Química – Feproquim (20 projetos aprovados), e Maratona de Química (50 classificados para a 2ª etapa).

Foram liberados *on line*, na sexta-feira, 9 de novembro, todos os Certificados de cursos, de trabalhos e de participação no evento.

A programação, de alto padrão, contou ainda com palestras nacionais e internacionais, mesas redondas, palestras técnicas e momento com autor. As três palestras internacionais, cujos auditórios estiveram sempre lotados, foram:

→ *Electrochemistry of Lithium: From sustainable extraction to advanced lithium batteries*, proferida pelo Prof. Dr. Ernesto Julio Calvo, pesquisador da Universidade de Buenos Aires, Argentina.

→ *Una mirada a las estructuras químicas de la flora del Perú*, ministrada pela Profa. Dra. Olga Lock Sing, pesquisadora da PUC do Peru e Secretária Executiva da Federação Latino Americana de Química.

→ *The Energy Landscape in the Age of Sustainability*, com o Prof. Dr. Héctor D. Abruña, da Cornell University, EUA.

Dentre as palestras nacionais podemos destacar:

→ *Composição química e atividade biológica de óleos essenciais*, proferida pelo Prof. Dr. José Guilherme Soares Maia, da UFPA.

→ *Materiais para a melhoria da qualidade de vida*,



Acima, Olga Lock Sing, uma das palestrantes internacionais do 58º CBQ, recebe o carinho de vários dos que assistiram à sua palestra



FOTOS: Júlio Afonso

Palestrantes nacionais em ação.
Acima,
José Guilherme Soares Maia (UFPA),
ao lado,
José Walkimar de Mesquita Carneiro (UFF)

ministrada pelo Prof. Dr. Elson Longo da Silva, da UFSCar.

→ *Gases do efeito estufa: captura e conversão de CO₂*, a cargo do Prof. Dr. José Walkimar de Mesquita Carneiro, da UFF;

e ainda três mesas redondas:

→ *Fontes de energias sustentáveis*, em que palestraram a Profa. Dra. Marta Celia Dantas Silva, da UFPB; o Prof. Dr. Nelson Ramos Stradiotto, da UNESP; o Prof. Dr. Osvaldo Ronald Saavedra Mendez, da UFMA, sob a moderação do Presidente da Comissão Científica do CBQ, Prof. Dr. Auro Atsushi Tanaka, da UFMA;

→ *Ensino de química para a sociedade do conhecimento*, em que palestraram o Prof. Dr. Agnaldo Arroio, da FE-USP, e o Prof. Dr. Marlon Herbert Flora Barbosa Soares, da UFG. A moderação foi do Prof. Dr. Jorge Cardoso Messeder, do IFRJ e Diretor de Educação da ABQ;

→ *Produção de alimentos e meio ambiente*, na qual participaram a Profa. Dra. Davina Camelo Chaves, do IFMA; o Prof. Dr. Jorge Diniz de Oliveira, da UEMASUL; a Especialista Rejeane Gonçalves Silva, da ANVISA, sob a

moderação da Profa. Dra. Gilvanda Silva Nunes, da UFMA.

Dois momentos com autores abrilhantaram o CBQ com a apresentação das obras “Um olhar inclusivo sobre o ensino das ciências e da matemática”, da Prof. Me. Regiana Souza Silva, do IFMA; “Gerenciamento sustentável das cinzas da combustão de carvão mineral”, do Prof. Dr. Welkison Chaves Carvalho, do ENEVA.

As três palestras técnicas, com grande afluência de presentes, foram: “La Federación Latinoamericana de Química através de los años”, pela Profa. Dra. Olga Lock Sing, pesquisadora da PUC do Peru e Secretária Executiva da Federação Latino Americana de Química, “Análises químicas na cadeia produtiva do minério de ferro”, pelo Prof. Me. Rossana Bezerra de Azevedo Seabea de Melo, da VALE, e “Processos de reúso na indústria” pela Eng. Quím. Paolla Pereira da Alumar.

Pelo terceiro ano consecutivo, o Congresso Brasileiro de Química foi o evento da área em nível nacional no Brasil que reuniu o maior número de participantes.

O fato traz para a ABQ muita alegria e satisfação, e principalmente, uma maior responsabilidade, que é a de atender aos seus associados e participantes por meio de uma programação cada vez melhor e generalista. Buscar como sempre fez, um ponto de equilíbrio entre as matérias de alto cunho científico e oferecer aos alunos de iniciação científica, que começam sua carreira de pesquisas, e alunos de ensino médio e/ou técnico, que ainda pensam se seguirão a carreira nas áreas da Química, opções sobre mercado de trabalho e novas carreiras. Estamos fazendo isso há algum tempo, e pelo visto vem dando certo. Outro dado da maior relevância é que o 58º CBQ teve participantes oriundos de todas as 27 unidades da federação. Houve ainda congressistas provenientes de três outros países da América do Sul (Colômbia, Chile e Bolívia).

Foi considerável o número de participantes oriundos de universidades privadas de todas as regiões do Brasil, tendência que vem sendo observada nos CBQs dos últimos anos. São Luís acolheu com uma tocante simpatia os participantes deste CBQ. Em todos os cantos da cidade, particularmente no Centro Histórico, shoppings centers e áreas litorâneas, era possível encontrar pessoas com as inconfundíveis mochilas do 58º CBQ.

O 59º CBQ será na cidade de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, de 5 a 8 de novembro de 2019, mais precisamente no Centro de Eventos do Tambaú Hotel. O tema central será *“Química, energia e sustentabilidade”*. Até onde se pôde pesquisar, será a primeira vez que um evento da área da Química em nível nacional ocorrerá na Paraíba. Sua jovem Regional (veja a matéria a respeito na seção Regionais da ABQ deste número da RQI) está preparando tudo para que seja mais uma vez um CBQ marcante, em um lugar inédito e sob os auspícios do Ano Internacional da Tabela Periódica e do Centenário de fundação da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC).

Para os anos que se seguirão, o CBQ irá para Foz do Iguaçu (2020), Natal (2021) e Rio de Janeiro (2022), por ocasião das comemorações dos 100

anos do 1º CBQ e de nossa Associação.

XXXI Jornada Brasileira de Iniciação Científica em Química

Evento paralelo ao CBQ destinado à apresentação de trabalhos de Iniciação Científica. Foram recebidos 128 trabalhos, sendo aceitos 108 que concorreram à premiação máxima. O sistema de avaliação compreendeu uma primeira análise dos trabalhos apresentados por meio de apresentação em forma de pôsteres em que os membros da Comissão, coordenados pelo Prof. Dr. Marcelo Moizinho Oliveira, do IFMA, avaliaram todos os trabalhos (no mínimo dois membros por trabalho), selecionando 10 para a etapa seguinte. Os dez autores dos trabalhos selecionados fizeram apresentação oral podendo utilizar-se de multimídia e sendo arguidos por membros da banca. Após essa etapa da avaliação, a Comissão decidiu pela classificação.

Cinco alunos foram classificados como Menções Honrosas.

Os outros cinco receberam Certificados com a designação da Classificação. Os cinco primeiros colocados receberam prêmios. O 1º colocado recebeu R\$ 3.000,00, patrocínio do Prêmio de Incentivo a Química Professor Arikerne Sucupira e um livro de autoria da Profa. Olga Lock, devidamente autografado.



FOTO: ASCOM-UFMA

Jornada de IC: Augusto (de vermelho), 1º colocado e Rodrigo (de azul), 2º colocado, recebem seus prêmios das mãos de Gilza Prazeres (a esquerda) e Olga Lock (a direita)

A Comissão contou, além do coordenador, com os seguintes membros: Antonio Carlos Coelho, da UFPE; Antonio Carlos Magalhães, da UFC; Elsa Lesaria Nhuch, do CRQ-V; Jailson Vieira de Melo, da UFRN; João Sammy Nery de Souza, da UFPI; Jorge Cardoso Messeder, do IFRJ; José Masson, do IFMT; Nedja Suely Fernandes, da UFRN; Patricia Teresa Souza da Luz, do IFPA; Pedro Campelo de Assis Junior, da UEA; Renato Candido da Silva, da UFG, e Sayonara Andrade Elizário Nunes, da UFPB, que coordenará a atividade em 2019.

A relação de vencedores foi:

1º lugar: **Augusto Fernando Souza de Oliveira**, da UFPA – Avaliação de risco de contaminação populacional por metais tóxicos presentes em água de consumo no Município de Barcarena-PA;

2º lugar: **Rodrigo Vieira Blasques**, da UFMA – Síntese e caracterização de um novo compósito cerâmico altamente eficiente como material condutor: aplicação na construção de biossensores eletroquímicos voltados à detecção de agrotóxicos;

3º lugar: **Ylana Maria Martins Lima**, da UFMA – Comparação de planejamentos experimentais de metodologia de superfície de resposta para otimização do rendimento da síntese de biodiesel;

4º lugar: **João Pedro Bessa de Souza**, da UFC – Pontos quânticos de carbono: Desenvolvimento de uma plataforma para o sensoriamento de açúcares;

5º lugar: **Fernanda de Souza Nascimento**, do IFRJ – Aproveitamento da casca de banana como fonte de antioxidantes.

XIX Feira de Projetos de Química - FEPROQUIM

No dia 6 de novembro, os Projetos foram apresentados à comunidade e à Comissão de Avaliação, em duas sessões, para análise.

A Comissão Avaliadora foi coordenada pela Profa. Dra. Janyeid Karla Castro Sousa, da UFMA, e contou com a participação de Ana Caroline Araujo Duarte da Silva, da SEDUC-AM; André Luiz Menezes de Oliveira, da UFPB (que coordenará em 2019); Djalma Jorge de Santana Nunes, do CRQ-BA; Henrique Eduardo Bezerra da Silva, da UFRN; Jean Carlo Antunes Catapreta, da UFPI; Maurício

de Almeida Schmitt, da ULBRA-RS; Luis Carlos Abreu Gomes, do CPIL; Marciano Henrique de Lucena Neto, da UFCG; Raphael Salles Ferreira Silva, do IFRJ.

Os Projetos foram apresentados em forma de maquetes, pôsteres e dissertação oral tendo recebido por parte dos membros da Comissão questionamentos acerca de suas explicações.

Os três primeiros colocados receberam Certificados alusivos às suas classificações. O prêmio ao primeiro colocado foi no valor de R\$ 1.000,00 (um mil reais).

Os Projetos vencedores foram:

1º) Moleculando: jogo de trilha sobre estruturas moleculares.

Autores: Ana Carla de Moura Luiz, Millena do Prado Vitoriano de Deus, Naysla Garcia Mendes da Silva, Pedro Lucas de Souza Nascimento, Josane do Nascimento Ferreira Cunha (orientadora).

Instituição: IFMT - Campus Bela Vista;

2º) Desenvolvimento e divulgação do aplicativo "DescartaQUI": Informações sobre resíduos eletrônicos e pontos de coleta.

Autores: Joyce Melo Mesquita, Marcelo Henrique Monier Alves Junior, Marília Nunes Arruda, Sara de Lima Silva (orientadora).

Instituição: IFMA;

3º) Tecnologia para pontos de ônibus ecológicos através de materiais não-biodegradáveis.

Autores: Cibele Cristina Campos, Kenderson Gabriel Gonçalves Reis, Kemily Lana da Silva Cruz, Thalita Estefany Miatello Santos, Eduarda Figueiredo Campos, Jandinei Martins Santos (orientador).

Instituição: IFMT - Campus Bela Vista.



XXVI Maratona de Química

Voltada para alunos de ensino médio, a Maratona teve selecionadas 50 redações versando sob o tema do CBQ. Destes, 35 se fizeram presentes a São Luís para participar da segunda etapa do evento.

A Comissão preparou experimentos que foram apresentados aos alunos no Laboratório de Química da UFMA. A prova consistiu de 3 atividades práticas, contendo 4 questões relativas à prática 1, 3 questões referentes a prática 2 e 3 questões relacionadas a prática 3. Vale acrescentar no que diz respeito à sustentabilidade que, nas atividades práticas, todas as soluções utilizadas foram reaproveitadas de aulas de laboratório.

Essas questões foram avaliadas por uma Comissão coordenada pelo Prof. Dr. Paulo Roberto Brasil Marques, da UFMA. Contou ainda com os Profs. Adriana Barbosa Araújo, do IFMA; Aldre Jorge Morais Barros, da UFCG (que coordenará em 2019); Allan Carlos dos Santos Aguiar, da Escola Emésio Dário; Djalma Jorge de Santana Nunes, do CRQ-BA; Frederico Anderson Passos Schoene, da Escola SESC-RJ; Henrique Eduardo Bezerra da Silva, da UFRN; Jaldyr de Jesus Gomes Varela Junior, da UFMA; Luis Carlos de Abreu Gomes, do CPII; Wilton dos Santos Martins do IFMA.

Foram classificados os cinco primeiros colocados. Os três primeiros receberam prêmios em dinheiro: 1º colocado, R\$ 500,00; 2º colocado, R\$ 300,00; 3º colocado, R\$ 150,00.

Os premiados foram:

- 1º) **Emeson Barreto da Silva** do IFPA-Campus Belém.
- 2º) **Patrícia Ferreira Alves Casimiro** do Colégio Objetivo Arujá, SP.
- 3º) **Caio Henrique Silva da Silva** do IFPA-Campus Belém.
- 4º) **Letícia Sofia Rezende** do IFPA-Campus Belém.
- 5º) **Hadassa Miranda** do IFPA-Campus Belém.

O 58º CBQ mostrou, mais uma vez, que se consegue realizar um evento de porte nacional, e mesmo inová-lo e aprimorá-lo, apesar de todas as dificuldades por que passa nosso país.

Este ano, deve-se lamentar a queda no



FOTO: ASCOM-UFMA

Da esquerda para a direita, Patrícia, Emeson, Caio, Letícia e Hadassa, ganhadores da XXVI Maratona de Química, recebem a premiação das mãos de Silvana Calado e Paulo Brasil

atendimento de nosso pleito pelos órgãos oficiais de fomento, quebrando uma tradição de apoio a um dos maiores eventos da Química no país e o mais antigo e tradicional de todos.

Os que vieram ao CBQ de São Luís tomaram parte ativa de suas atividades, tornando-o um importante elo de integração entre participantes de todas as regiões brasileiras e de todos os estados da federação, além de alguns países latino-americanos. Esse testemunho é um importante estímulo para enfrentar as dificuldades que se avistam no horizonte para os anos vindouros.

Quanto ao novo formato de avaliação implementado pela ABQ, o resultado está sendo excelente. Até o ano passado, em média 13% dos formulários impressos eram devolvidos à Secretaria. Com o novo sistema, além do processo ser mais prático, uma vez que o banco de dados faz o trabalho de formatação, a resposta imediata foi muito boa. Uma semana após o término do 58º CBQ, 43% dos participantes haviam respondido, percentual esse elevado para 62% após 20 dias. Os resultados são importantíssimos para o setor de eventos da ABQ. Vão possibilitar melhorias. Pode-se observar que o CBQ está sendo muito bem avaliado, com mais de 75% dos participantes qualificando-o com a nota máxima.

58º Congresso Brasileiro de Química

É sempre tempo de inovação

Este CBQ mostrou, como é de praxe, que se trata de um evento altamente inclusivo, capaz de atrair representantes de todas as regiões do país, mesmo até de localidades tidas como “remotas”. Prova disso é que todos os Estados da federação e o Distrito Federal se fizeram presentes, não só com participantes, mas também com trabalhos. A organização espacial deste CBQ foi de modo a facilitar o trânsito do congressista pelas suas diversas áreas. O "eixo monumental" do CBQ representou bem o que foi este evento: integração. De alguma forma, a todo momento, a Química era celebrada em grande estilo, transformando o CBQ num gigantesco palco de troca de experiências entre seus participantes.

Para muitos dos congressistas, a oportunidade de

participar de um evento de nível nacional (frequentemente se trata da primeira participação), os emociona, principalmente quando mostram os resultados de seus trabalhos. Um momento que significa para eles viver intensamente uma experiência e um evento acima de qualquer expectativa que tiveram antes. A postura de ser o CBQ uma atividade itinerante desde a década de 1940 possibilita levar e pôr a Química ao alcance de todas as regiões do Brasil, mostrando que a interiorização e regionalização da Química são capazes de ações transformadoras e impactantes no público participante, permitindo com isso o cumprimento da missão a que se propõe o CBQ e a própria ABQ (As fotos são de Júlio Afonso).



Três dos ambientes do 58º CBQ: área de exposições da FEPROQUIM (esquerda); centro de convivência (centro), e uma das áreas de exposição dos pôsteres (direita)



Centro de convivência:
ponto de convergência
de muitos congressistas

Apesar de a tradição ser uma marca própria dos CBQs, a inovação sempre pede passagem, e este ano não foi diferente.

Pela primeira vez pôsteres foram apresentados de uma forma não convencional, *em tecido*, permitindo

que o trabalho fosse dobrado e colocado em uma mala sem os transtornos do despacho como bagagem especial. Além disso, o pôster é reutilizável de várias formas, constituindo-se numa interessante prática de sustentabilidade.



Participantes da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), campus Parintins, e seus pôsteres impressos em tecido

Alguns estados participaram do CBQ com um número muito maior de congressistas do que o habitual nas últimas edições.

Destaca-se o Estado de Alagoas, que é muito caro à ABQ porque foi onde nasceu José de Freitas Machado (1881-1955), mentor do 1º CBQ e um dos fundadores da

alma mater de nossa Associação, a Sociedade Brasileira de Química, há quase cem anos atrás.

Há ainda que assinalar os estados de Santa Catarina e Paraná e o Distrito Federal, cujos números de participantes superaram em mais de 500% os verificados em Gramado e Belém.



Participantes do estado de Alagoas, que marcou forte presente neste CBQ

De vários estados, até mesmo onde a ABQ não possui Regional ou Representação, vieram verdadeiras caravanas de estudantes, enfrentando os percalços de

uma viagem de ônibus, mas sem perder a animação e o entusiasmo em participar de um evento de nível nacional.



À esquerda: participantes provenientes de Mato Grosso; à direita, de Nilópolis (RJ)



À esquerda: participantes provenientes de Pernambuco; ao centro, do Mato Grosso do Sul; à direita, do Ceará (Sobral)



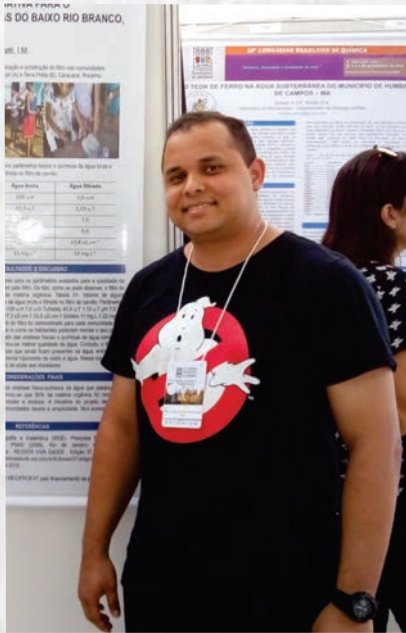
Acima, participantes provenientes de Viçosa (MG);

Ao centro, acima, participantes do Ceará (UECE e UFC)

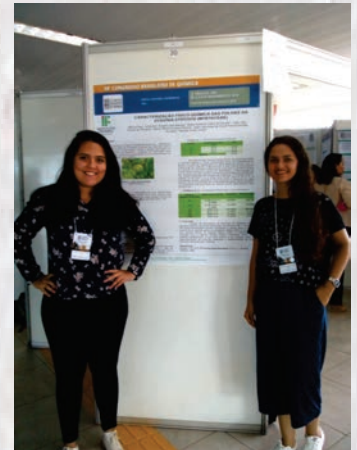
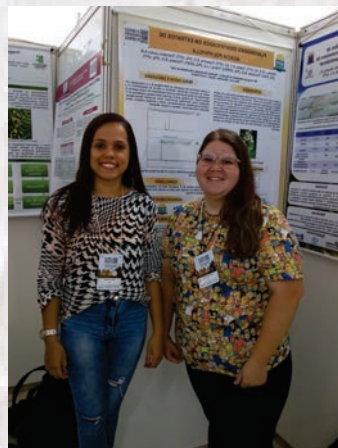
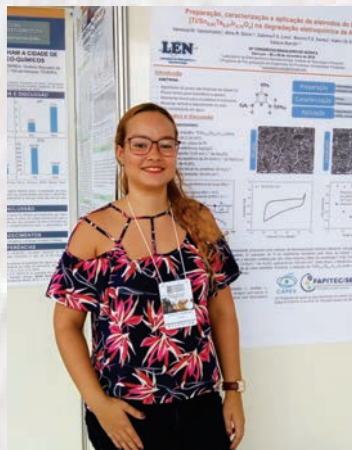


Acima, participantes de São Paulo

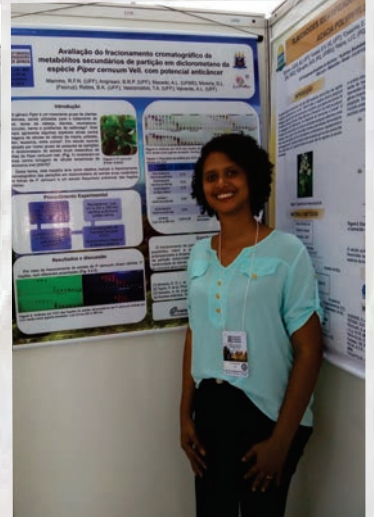
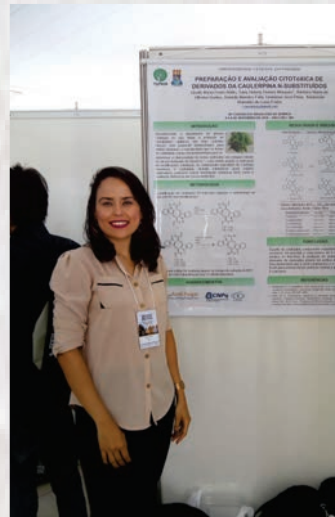
Ao lado, participantes do Piauí



Participantes de Caracará (RR) à esquerda, de Toledo (PR) ao centro e do Rio de Janeiro à direita



Da esquerda para a direita, participantes de Sergipe, Tocantins e Rondônia (as duas)



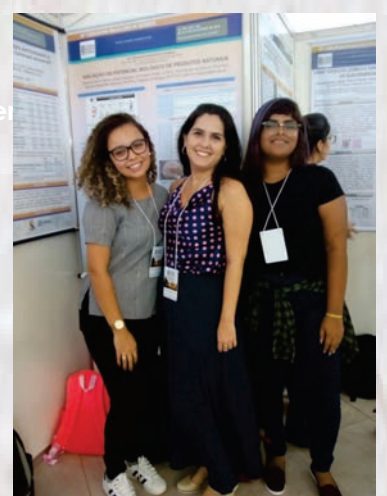
Da esquerda para a direita, participantes de São Paulo, Alagoas, Paraíba e Rio de Janeiro (Niterói)



O próprio Estado do Maranhão compareceu em grande número ao 58° CBQ, como nestes grupos de sua Universidade Estadual (esquerda) e Federal (direita)

Por fim, o Editor desta Revista, que cobriu o CBQ, não pode deixar de resgatar as participações dos grupos abaixo. Visto que se perdeu o registro de suas origens, nem por isso deixará de publicar as imagens que ele mesmo

tomou, exatamente para mostrar uma das características mais saudáveis do CBQ: sua capacidade de congregiar participantes com abrangência nacional. Que assim seja em João Pessoa por ocasião do próximo CBQ!



Química Farmacêutica

Um dos assuntos mais antigos abordados na Revista de Química Industrial, a Química Farmacêutica, segundo a IUPAC, está intimamente relacionada à invenção, descoberta, planejamento, identificação e preparação de compostos biologicamente ativos, a interpretação de seu modo de ação a nível molecular, estudo de seu metabolismo, o estabelecimento das relações estrutura-atividade, interpretação do mecanismo de ação a nível molecular e a construção das relações entre a estrutura química e a atividade farmacológica.

Esta missão complexa envolve uma multiplicidade de fatores responsáveis pela resposta terapêutica de uma substância exógena (p.ex., fármaco) que precisa apresentar elevada eficácia, reflexo das propriedades farmacodinâmicas – aquelas que regem as interações responsáveis pelo reconhecimento molecular do fármaco pelo biorreceptor e resultam na resposta terapêutica desejada – e as farmacocinéticas – aquelas que governam os fatores de absorção, distribuição, metabolismo e eliminação do fármaco na biofase,

resultando no perfil de biodisponibilidade -, além de possuir reduzida toxicidade.

O processo da descoberta de fármacos sofreu profunda reestruturação e mudança de paradigmas quando comparado com o

modelo que predominou da década de 1950 até o final da década de 1980 em relação ao modelo hoje vigente. Ao longo das últimas décadas, o processo da descoberta de fármacos, segundo o paradigma industrial, presenciou e beneficiou-se do advento de várias novas tecnologias, acompanhadas da premissa de que sua introdução levaria à obtenção de um número maior de fármacos, com redução de custos.

A análise da produtividade da indústria farmacêutica, aferida por sua capacidade inovadora, revela uma tendência ao maior número de inovações incrementais em relação às inovações radicais. Entretanto, a descoberta de uma inovação radical aumenta os lucros e serve de modelo para a criação, posterior, de uma ou mais inovações incrementais. Esta nova realidade resulta do reconhecimento dos desafios, riscos e maior incidência de insucessos para a introdução no mercado de fármacos inovadores, utilizando o paradigma industrial de descoberta de fármacos.

Considerando aspectos como a elevação da expectativa de vida e a maior oferta de produtos visando os cuidados com nossa saúde, a RQI retoma este tema clássico convidando especialistas que falarão um pouco desta apaixonante e estratégica área de pesquisa e desenvolvimento. Para facilitar o entendimento por parte dos leitores, esta matéria está dividida em duas partes. Para a primeira delas, abordando aspectos gerais foram convidados: Adelaide Maria de Souza Antunes, Professora Emérita da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Especialista Sênior do INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial); Jorge Lima de Magalhães, Pesquisador Sênior em Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ); e os alunos



Adelaide Antunes



de graduação da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro Juliana de Simone Moraes e Mateus Pinheiro Ramos. Considerando a nossa rica biodiversidade e fonte de inúmeros fármacos em potencial, a segunda parte abordará a área fitoterápica. Para tal, foram convidados Rita de Fátima Favoreto Mendes, pesquisadora e colaboradora na FIOCRUZ, e o cientista e pesquisador sênior do Centro de Produtos Naturais de Farmanguinhos, da FIOCRUZ, o britânico Benjamin Gilbert, radicado no Brasil desde 1958.

Química Farmacêutica - aspectos gerais

A química farmacêutica pode ser entendida como a área 'Química Terapêutica' também chamada 'Química Medicinal' ou 'Farmacoquímica'. Agrega a ciência da análise farmacêutica e a biomédica para os fármacos.

Segundo a ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, o fármaco é definido como o insumo farmacêutico ativo como uma substância química ativa, droga ou matéria-prima que tenha propriedades farmacológicas com finalidade medicamentosa, utilizada para diagnóstico, alívio ou tratamento, empregada para modificar ou explorar sistemas fisiológicos ou estados patológicos, em benefício da pessoa na qual se administra. É o princípio ativo do medicamento.

Considerando a produção industrial

denominada farmoquímica, pode-se definir a química farmacêutica como o conjunto de todas as áreas que compreendem a identificação, análise, design, transformação e produção de um composto químico com propriedades terapêuticas sendo umas das indústrias que mais realizam P&D.

O Potencial do Brasil na área químico-farmacêutica pode ser visto de maneira macro pela estimativa do mercado farmacêutico global que alcançará: US\$ 1,5 trilhões em 2021, uma vez que o Brasil é o sexto mercado global tendo ascendido duas posições no ano de 2017, apesar de toda a crise econômica. O País somente está atrás de EUA, China, Japão, Alemanha e França, pelo IQVIA (multinacional americana que provê informações sobre a saúde, antigo IMS Health).

A importância da química farmacêutica para a sociedade é diretamente proporcional à saúde da população, que pode ser vista pelo número e diversidade de medicamentos genéricos oferecidos à população. Há grande potencial no mercado de genéricos, dado a maior confiança da população e políticas governamentais na área. A política dos genéricos, desde a promulgação da Lei 9787 em 1999, observa-se que as empresas de capital nacional estão capacitadas, e fazem muito bem, à produção de medicamentos genéricos.

Para o país, a importância da indústria farmacêutica também pode ser verificada pela transformação da P&D em tecnologia.

Esta pode ser medida pelo número de patentes depositadas e concedidas por residentes. Neste caso o país é bem incipiente e quem mais possui depósitos são as universidades que precisam de parcerias das empresas ou de Laboratórios Oficiais, para transformar a pesquisa em tecnologia e esta em inovação, com a entrada no mercado do fármaco e do medicamento.

Agrega-se à questão a oportunidade aos medicamentos com o fim da proteção patentária, ou próximos ao final da vigência e daqueles que não são patenteados no Brasil, que possibilitam a cópia e/ou o desenvolvimento de novas rotas químicas, inovações incrementais etc. Há um certo, movimento, mas ainda tímido, de empresas de capital nacional em direção a inovação incremental.

Ressalta-se, dentre as políticas, as Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDP) pois estas constituem-se em ferramenta capaz de atender uma parte da demanda de inovação farmacêutica, pois, além da transferência de tecnologia dos medicamentos, há a transferência do Insumo Farmacêutico Ativo (IFA), fortalecendo tanto a produção nacional do fármaco quanto a produção do medicamento pelos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais. Desta forma, esta Política está voltada para o desenvolvimento e transferência de tecnologia de produtos estratégicos para o Sistema Único de Saúde (SUS). Segundo o Ministério da Saúde, a PDP cumpre o objetivo de: (1) ampliar o acesso da população a produtos estratégicos e diminuir a vulnerabilidade do SUS; (2) reduzir as dependências produtiva e tecnológica para atender as necessidades de saúde da população brasileira a curto, médio e longo, prazos seguindo os princípios constitucionais do acesso universal e igualitário às ações e aos serviços de saúde; (3) racionalizar o poder de compra do Estado, mediante a centralização seletiva dos gastos na área da saúde, com vistas à sustentabilidade do SUS e à ampliação da produção no País de produtos estratégicos; (4) proteger os interesses da Administração Pública e

da sociedade ao buscar a economicidade e a vantagem, considerando-se preços, qualidade, tecnologia e benefícios sociais; (5) fomentar o desenvolvimento tecnológico e o intercâmbio de conhecimentos para a inovação no âmbito das instituições públicas e das entidades privadas, contribuindo para o desenvolvimento do CEIS (Complexo Econômico Industrial da Saúde) e para torná-las competitivas e capacitadas; (6) promover o desenvolvimento e a fabricação em território nacional de produtos estratégicos para o SUS; (7) buscar a sustentabilidade tecnológica e econômica do SUS a curto, médio e longo prazos, com promoção de condições estruturais para aumentar a capacidade produtiva e de inovação do País, contribuir para redução do déficit comercial do CEIS e garantir o acesso à saúde; e (8) estimular o desenvolvimento da rede de produção pública no País e do seu papel estratégico para o SUS.

Nestes aspectos surgem as oportunidades para a P&D para o futuro, uma vez que é vital diminuir a dependência crescente e preocupante de fármacos, adjuvantes farmacêuticos (insumo, excipiente com função organolépticas, adicionado na formulação do medicamento) e principalmente de medicamentos importados pelo Brasil.

Em 2017, segundo ABIQUIFI (Associação Brasileira da Indústria Farmoquímica e de Insumos Farmacêuticos), no Brasil, a produção de fármacos e adjuvantes farmacotécnicos alcançou US\$ FOB 1.075,3 milhões e a exportação US\$ 752,5 milhões. Por outro lado, as importações destes alcançaram US\$ FOB 2.709,7 milhões. Já em termos de medicamentos, as exportações registraram um crescimento de 5,6% em relação ao ano de 2016, alcançando US\$ FOB 1.006,7 milhões mas as importações de medicamentos somaram US\$ FOB 6.196,9 milhões.

Cabe destacar, o esforço feito pelos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia do MCTI/CNPq (INCT). Estes possuem metas ambiciosas e abrangentes em termos nacionais nas diversas

áreas estratégicas que visa mobilizar e agregar, de forma articulada, os melhores grupos de pesquisa em prol do desenvolvimento desde escala da bancada à entrega para produção. Exemplifica-se aqui um caso na saúde – o INCT INOFAR coordenado pelo professor Eliezer Barreiro. Este instituto vem apresentando resultados promissores. Óbvio mencionar que a viabilidade de continuidade de recursos é necessária para alcance do objetivo maior, ou seja; completar todas as etapas do desenvolvimento de um fármaco e a necessária parceria com empresas, para que o produto seja disponível no mercado.

Outro importante projeto que merece destaque, é o “Brazilian Pharma Solutions”. Ele conta com apoio de diversos órgãos, com destaque para APEX (Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos) que facilita a inserção de empresas brasileiras na arena global, incluindo a participação na CPhI Worldwide (feira mundial realizada anualmente englobando toda a cadeia produtiva farmacêutica).

Apesar dos avanços destacados, as empresas de capital nacional ainda não aparecem nos principais produtores de medicamentos dos mercados emergentes, como ocorrem com as empresas da Coreia, Vietnã e Indonésia.

Portanto, há um considerável campo de importância para o presente e futuro envolvendo um trabalho multidisciplinar em todas as áreas da ciência devido a era exponencial de dados que o século 21 apresenta e na área das Ciências da Vida isto não é diferente. Vivemos no mundo VUCA, devido a volatilidade (Volatility), a incerteza (Uncertainty), a complexidade (Complexity) e a ambiguidade (Ambiguity) nos diversos contextos e de qualquer situação. Precisamos estar abertos para novos desafios e novas possibilidades de pensar o mundo (oportunidades de inovar). A época de "marasmo", da ciência "fechada" já há muito está ultrapassada - vivemos na era da AGILIDADE e tempos de resposta urgentes para problemas jamais

existentes. Não há mais chance de tentar resolver problemas novos com ferramentas triviais. Portanto, ser rápido em reagir diante de situações inusitadas e trabalhar em rede seja com qualquer área da ciência, é o mínimo que se espera em tempos de Big Data, ciência aberta e mundo VUCA. Assim, o campo das doenças crônicas, degenerativas, doenças que perpetuam as condições de pobreza são áreas que a química farmacêutica tem oportunidades para aderir e, obviamente, desafios a vencer na P&D.

Portanto, a Química farmacêutica é uma área fascinante para os jovens, pois necessita de vigor, inteligência, persistência, visão de futuro e empreendedorismo, ingredientes natos nos jovens futuros, profissionais.

Química Farmacêutica - A fitoterapia, um recurso subutilizado pela indústria farmacêutica nacional (*Phytotherapy, a resource underexploited by the pharmaceutical industry*)

RQI: Qual é a importância da área fitoterápica no âmbito da química farmacêutica?



De acordo com Benjamin e Rita, "O emprego de plantas e seus derivados em medicina data da pré-história (PETROVSKA 2012; FABRICANT e FARNSWORTH, 2001) e, segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2011) continua sendo a prática de 65-80% da população mundial conforme a região (PALHARES et al., 2015). Allkin escrevendo em State of the World's Plants (ALLKIN. 2017) estima que haja mais que 28 mil espécies em uso medicinal no mundo.

Métodos modernos genéticos, analíticos e farmacológicos permitem que a prática de fitoterapia passou da tradicional para o cientificamente comprovada e na Alemanha se estima que 80% da população use plantas medicinais (FABRICANT e FARNSWORTH, 2001). Em 2015 Palhares et al. (2015) estimam o mercado mundial de derivados de plantas medicinais a ser de US\$ 80 bilhões."

"A moderna base científica começa com a identificação da espécie, e muitas vezes de um variedade genética dela. O controle pelo que se chama do código de barras de DNA é descrita por Palhares et al. (2015). Análise química por cromatografia de alta precisão - HPLC, acoplada a espectrometria de massa permite padronizar o extrato ou óleo essencial em termos de conteúdo químico quantitativo daquela parte da planta que o uso tradicional ou pesquisa exploratória indica como ativa. Assim, com essa definição e padronização a distinção entre a fitoterapia e a aloterapia diminui e tende a desaparecer."

"Muito antes do desenvolvimento destes métodos modernos procurou-se aproveitar substâncias químicas ativas isoladas de plantas medicinais como medicamentos. Por exemplo, o médico grego Hipócrates, 400 anos antes de Cristo, recomendou a infusão da casca de salgueiro para dores de parto, baseando-se em uma tradição que voltava a 4000 anos antes de Cristo (MAHDI, 2010). O primeiro ensaio clínico registrado no mundo ocidental seria o do médico inglês Edward Stone (1763) no tratamento, com esta infusão, de febres de várias origens, especialmente causadas por malária. Logo o uso se estendeu à inflamação, reumatismo (MACLAGAN, 1876) e outras dores. A história do princípio ativo salicina, um glicosídeo convertido à saligenina, ou álcool salicílico, no trato alimentar e daí ao verdadeiro produto ativo, ácido salicílico, por metabolismo na corrente sanguínea é contada por vários autores (HEDNER e EVERTS, 1998, LEVESQUE e LAFONT, 2000, NORN et al., 2009, MAHDI, 2010) Em contraste com salicina (AKAO et

al., 2008), o produto natural, o ácido salicílico se provou irritante ao estômago e para aliviar este efeito o já conhecido derivado acetilado, menos ácido que o próprio salicílico, foi preparado nos laboratórios da Bayer e lançado comercialmente (1899) sob o nome aspirina, rapidamente se tornando uma das drogas mais vendidas na época para dor, febre e inflamação. Assim se vê que o produto comercial da aloterapia não é necessariamente idêntico ao produto ativo da planta da qual ele originou. Curiosamente ensaios da toxicologia que seguiram a observação do sangramento da mucosa gástrica causado por ácido salicílico (BINZ, 1893) conduziram à observação que o ácido acetilsalicílico, aspirina, possuía propriedades anticoagulantes e assim ao seu uso como preventivo de coagulação vascular e de enfarto do miocárdio (HEDNER e EVERTS, 1998), uma segunda aplicação que não veio da medicina tradicional."

"O desenvolvimento de uma monodroga, que pode ser sintetizada, como aspirina, ou parcialmente sintética como taxol (paclitaxel, câncer de mama, de ovário, e de outros órgãos), ou complexo demais para sintetizar industrialmente, como vimblastina (Hodgkin's linfoma), nos leva a certas considerações (NEWMAN e CRAGG, 2012)."

"No primeiro lugar, exemplificado por aspirina, o produto final por não ocorrer como tal na planta, pode ser patenteado, ou seu uso patenteado. Segundo, se for sinteticamente prático, a droga pode ser produzida por síntese (novamente o caso de aspirina) em escala dificilmente atingível por extração e purificação a partir de um extrato vegetal. Terceiro, a síntese parcial, como foi o caso de taxol (paclitaxel), permitiu a produção dessa droga a partir de um precursor de estrutura semelhante obtida das folhas da abundante "yew" europeia em vez de sacrificar milhares da espécie mais rara californiana de "yew" que portava a substância na casca (GUENARD et al., 1993; BRANDÃO et al. 2010). Modernamente, taxol é produzido por cultura de células dessa árvore (NATIONAL CANCER

INSTITUTE, sem data), a venda tendo chegada a US\$ 1.6 bilhão em 2000 (Wikipedia, Paclitaxel, 2008) que dá uma ideia do potencial comercial de certos produtos naturais."

"O fato que a FDA, e agências de vários países que regulamentam a produção de medicamentos, favorecem substâncias puras sobre extratos, estimula o isolamento de princípios ativos, chamados fitofármacos. Múltiplas investigações, no entanto, demonstram que o isolamento diminui a atividade biológica desses princípios em termos da dose administrada (GILBERT e ALVES, 2003)."

"Para entender essa redução de atividade, deve se lembrar que o produto de metabolismo secundário de uma planta normalmente está presente num determinado órgão da planta, como uma defesa contra algo que poderia atacar a planta naquele local. Frequentemente é um inibidor de alguma função metabólica de um potencial predador. É justamente esta propriedade que pode ser a base da sua utilidade farmacológica em combate a um agente etiológico de uma doença humana. Na planta, outros metabólitos presentes têm o papel de fazer o princípio ativo chegar inalterado ao sítio de ação (GILBERT e ALVES, 2003). Esse sinergismo atua no transporte ativo do princípio através de membranas celulares, no bloqueio de enzimas metabolizantes do tipo dos citocromos-P450, e na inibição do mecanismo que resulta em resistência multi-droga-MDR. Toda esta formulação de apoio permite uma redução de dose por um fator de até 50 vezes. Se nos isolamos o princípio ativo nos descartamos esta valiosa formulação. É esta a razão talvez mais importante que justifica a recuperação da medicina baseada no extrato total de plantas medicinais, que dominava nas primeiras décadas do século passado mas decaiu com a entrada das drogas sintéticas industrializáveis nas décadas de 1950 em diante."

"O movimento na direção de extratos totais já se nota em vários países industrializados. Rodrigues (2016) relata que enquanto o mercado mundial de



medicamentos sintéticos aumenta em 4% ao ano, o dos medicamentos fitoterápicos aumenta em 15% ao ano. Na Alemanha o extrato da casca do salgueiro voltou a ser usado para dor na região lombar. No Brasil, seguindo esta tendência, e considerando a excepcional riqueza da flora nacional, causa estranheza o fato que dos fitoterápicos registrados na ANVISA em 2008 somente 25% provêm de plantas nativas da América do Sul, apesar do Brasil possuir por volta de 20% da flora mundial. Isto significa que o balanço do comércio do setor é negativo quando poderia ser fortemente positivo. Castro e Albiero (2016) ilustram esta distorção do mercado mostrando a grande preponderância de importações da Alemanha sobre a produção brasileira. Rodrigues (2016) relata as barreiras regulamentares que em parte desestimularam a indústria nacional, mas as modificações na lei, especialmente do CGEN (Ministério do Meio Ambiente) e da ANVISA, diminuíram substancialmente essas barreiras. ANVISA, inclusive, criou uma legislação específica para plantas medicinais de uso tradicional (BRASIL 2015; ANVISA 2014)."

RQI: Que potencial tem o Brasil nesta área?

"Em 2008 ANVISA registrava 512 medicamentos fitoterápicos, 432 destas, chamados simples, derivam cada de uma única planta, os

outros sendo de associações de mais de uma espécie (CARVALHO et al., 2008, 2013). Esses 432 se derivam de 162 espécies botânicas, das quais somente uma quarta parte provém da América do Sul, enquanto mais da metade provém da Eurásia. Das 13 espécies com maior número de registros apenas 3 são brasileiras. Esta distorção diante da riqueza da flora brasileira reflete em parte a preferência que os atuais fabricantes têm pelos extratos prontos padronizados oferecidos pelos fornecedores internacionais, e em parte pelas barreiras regulamentares já mencionadas que estavam em pleno vigor no ano (2008) da publicação de Carvalho et al."

"Agora, se examinarmos a fitoterapia tradicional do país, registrada em documentos desde 1648 até o presente, encontramos uma riqueza extraordinária de plantas medicinais que abrangem um largo espectro de doenças e condições adversas. Por exemplo dentre as 264 plantas citadas para tratamento de doenças da classe bronco-pulmonar, 165, ou bem acima da metade, são espécies nativas (com aplicações abrangendo alergia respiratória e rinite, amigdalite, asma, inflamação da garganta e tosse, resfriado e bronquite nas suas várias manifestações, catarro na garganta ou pulmão como expectorante, coqueluche, congestão nasal, sinusite, faringite, gengivite, laringite, gripe, halitose, pneumonia e infecções do pulmão, entre as quais tuberculose, e para alívio de diversos problemas das vias respiratórias e da voz). Dessas 165 espécies, 11 já constam da lista das espécies registradas na ANVISA em 2008, e para 4 mais, consta o mesmo gênero com espécie distinta. A impressão existe que há uma forte possibilidade de desenvolver novos fitoterápicos registrados para o mercado, somente nesta área."

"Examinando a área de doenças gastro-intestinais o quadro é semelhante; 323 espécies nativas entre 494 plantas citadas para o tratamento de 20 condições adversas identificadas, entre elas

diarreia, constipação, perturbações digestivas, gases, cólica abdominal, gastrite e úlcera gástrica."

"Um padrão semelhante é encontrado com outras classes como dor, hiperglicemia e hipertensão, má função hepática, reumatismo e artrite, feridas e dermatoses, algumas viroses, tumores, inclusive alguns malignos, doenças venéreas, perturbações mentais, como ansiedade e depressão e problemas associados com o aparelho reprodutor feminino. Ainda 47 espécies são reportadas capazes de neutralizar venenos de cobras, algumas de ação comprovada experimentalmente e outras em uso regular até em clínicas oficiais na Amazônia aproveitando a tradição indígena. Quatro plantas nativas são listadas que estimulam o sistema imunológico e por volta de uma centena como tônicas."

"Entre os autores dessas publicações se encontram médicos que clinicaram no Brasil durante longos períodos antes de 1900, entre eles Willem Pies ou Piso (Pisonis) no século 17 (PISONIS e MARCGRAVE, 1648, PICKEL, 2008) no Nordeste, da Matta em Manaus (da MATTA, 1913) e Chernoviz na segunda metade do século 19 no Rio de Janeiro (CHERNOVIZ, 1897, (1920)1996, RICARDO et al., 2017). A informação que apresentam em grande parte é de experiência própria e Chernoviz e seu filho publicaram guias médicas desde 1850 até 1916. Outro clínico foi Monteiro da Silva (1912) que, em 1912 fundou a empresa Flora Medicinal e deixou publicada extensa informação inclusive bulas originais e um livro sobre os medicamentos que a empresa passou a produzir."

"O primeiro fabricante industrial de fitoterápicos, entretanto, foi a Casa Granado, fundada em 1870 baseada em uma botica no Rio de Janeiro que Granado adquiriu. Essa empresa procurou colocar no mercado preparados de qualidade que incorporaram 381 espécies medicinais documentadas pelos pioneiros (OLIVEIRA e GILBERT, 2015). Apesar de não mais encontrados no mercado, os produtos da Granado e

Produtos da Granado



as bulas e guias médicos são conservados no museu da companhia. As bulas da Flora Medicinal também foram conservadas. O fato de serem utilizados durante meio século evidencia a eficácia desses medicamentos e Rodolpho Albino Dias da Silva, diretor técnico da Granado, foi o autor da primeira Farmacopeia do Brasil (1929) que oficializou 67 dos produtos da companhia.

Não há dúvida que o país tem um potencial em fitoterapia comparável à Medicina Tradicional Chinesa ou à Ayurvédica da Índia. O interesse mundial em tudo que é natural torna essa flora medicinal atraente não somente para a saúde pública no país mas também como um produto de exportação."

RQI: Que oportunidades de P & D se abrem para o presente e o futuro?

"Quais são os próximos passos? O primeiro é de levantar a literatura técnico-científica sobre as espécies identificadas como de longo uso histórico. Experiência em compilar monografias de algumas destas espécies revela, entre teses e publicações

em revistas indexadas, uma abundância de revisões científicas abrangendo botânica, química analítica e a farmacologia In vitro e in vivo. Muitas vezes o mecanismo da ação, isto é, a relação entre o efeito farmacológico e as substâncias presentes na planta, e efeitos toxicológicos são abordados. Em vários casos essas monografias permitiram, à ANVISA, colocar os fitoterápicos derivados nas listas de espécies de Registro Facilitado ou no Formulário Nacional."

"Uma lista ilustrativa de espécies monografadas na Tabela a seguir aponta algumas oportunidades que existem, mas, entre as centenas de plantas relatadas na literatura certamente existem muitas outras espécies para as quais existem estudos pré-clínicos que aguardam o levantamento da literatura científica. Nota-se que em muitos casos há por volta de 30 a 50 trabalhos científicos publicados relevantes ao seu registro como fitoterápicos. O Brasil é um dos maiores produtores no mundo de trabalhos científicos sobre plantas medicinais e várias instituições governamentais como as universidades e organizações como a dos autores – Farmanguinhos-FIOCRUZ, estão a dispor da indústria nacional para elaborar dossiês, baseados nessa literatura. Nota-se que a parceria com instituições oficiais facilita também o cumprimento dos requisitos da legislação ambiental e sanitária. Essa lista não é exaustiva mas indica plantas para as quais a informação pré-clínica sugere desenvolvimento como fitoterápicos.

Algumas plantas medicinais nativas pelas quais constam monografias

| Espécie | Nome vulgar | Usos medicinais principais | Referência |
|--|------------------|---|--|
| <i>Acmella oleracea</i> (L.) R.K.Jansen | Jambu | Dor de dente, anestésico, diurético, gastro protetor, antimicrobiano | GILBERT et al., 2018 no prelo |
| <i>Alpinia speciosa</i> (Blume) D. Dietr e A. zerumbet (Pers.) BL Burt & RMSM. | Colônia, galanga | Hipertensão, diurético (<i>A. speciosa</i>) Osteo-artrite (<i>A. zerumbet</i>) Espasticidade em crianças (<i>A. zerumbet</i>) | Ministério de Saude, 2014a |
| <i>Arrabidaea chica</i> (humb & Bonpl.) B. Verlot | Crajiru | Cólica intestinal, diarreia, inflação. Dermatoses e chagas | BEHRENS et al., 2012 |
| <i>Bauhinia forficata</i> Link, | Pata-de vaca | Diabetes 2, hipoglicemiante | LOPEZ, SANTOS 2015; AMARAL et al., 2005; GILBERT et al., 2018 no prelo |
| <i>Bidens pilosa</i> L. | Picão | Hepatite, malária, várias formas de câncer | GILBERT et al., 2013, 2018 no prelo; LUCCHETTI et al., 2009 |

| Espécie | Nome vulgar | Usos medicinais principais | Referência |
|--|---|--|--|
| <i>Carapa guianensis</i> Aublet | Andiroba | Anti-inflamatório, repelente de mosquito | AMARAL et al., 2005 |
| <i>Copaifera</i> spp. | Copaíba | Cicatrizante, anti-inflamatório | AMARAL et al., 2005 |
| <i>Cordia</i> (=Varronia) <i>verbenacea</i> | Erva baleeira | Anti-inflamatório | GILBERT et al., 2018 no prelo |
| <i>Croton lechleri</i> Muell. Arg. <i>C. dracoides</i> Muell. Arg. <i>C. lanjouwensis</i> Jabl. | Sangue de dragão Sangue de drago | Diarreia, inclusive assoc. a HIV, lesões de Herpes simplex | AMARAL et al., 2005 |
| <i>Echinodorus grandifolius</i> Cham. & Schtdl) Michel; <i>E. macrophyllus</i> (Kunth.) Micheli | Chapeu de couro | Diurético, eliminação de ácido úrico, inflamação do sistema urinário, reumatismo e gota | AMARAL et al., 2005; GILBERT et al., 2018 no prelo |
| <i>Erythrina velutina</i> Willd., <i>E. verna</i> Vell., <i>E. mulungu</i> Mart. ex Benth., <i>E. falcata</i> Benth., <i>E. speciosa</i> Andrews | Mulungu | Ansiedade e insônia, hipnótico e sedativo | GILBERT et al., 2018 no prelo |
| <i>Geispermum</i> spp. | Pau pereira | Câncer da próstata, problemas gastro intestinais e hepáticos | 1ª Farmacopeia CAMARGO et al., 2013 |
| <i>Kalanchoe brasiliensis</i> Cambess.; <i>K. (Bryophyllum) pin-nata</i> (Lam.) Pers. | Saião (<i>K.b.</i>) Folha da fortuna (<i>K.p.</i>) | Cicatrizante de lesões da pele, queimaduras, úlceras do estômago (<i>K.b.</i>), leishmaniose (<i>K.p.</i>) | AMARAL et al., 2005 |
| <i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br ex Britt & Wilson | Erva cidreira | Doenças bronco-pulmo-nares, anticonvulsivante, ansiolítica e sedativa | GILBERT et al., 2005 |
| <i>Lippia sidoides</i> Cham. | Alecrim pimenta | Antimicrobiano, fungicida, contra infecções da pele e garganta, sarna | GILBERT et al., 2005 |
| <i>Maytenus ilicifolia</i> (Schrad.) Planch. | Espinheira santa | Gastrite, úlcera gástrica, câncer da pele | AMARAL et al., 2005 |
| <i>Mikania glomerata</i> Sprengel; <i>M. laevigata</i> Schulz Bip. ex Baker | Guaco | Expectorante, catarro na garganta, relaxamento da traqueia e na pleura | GILBERT et al., 2005 |
| <i>Passiflora edulis</i> var. <i>flavicarpa</i> Sims. e outras spp. | Maracujá (cultivo comercial) | Ansiedade, insônia, ansiolítica e antiespasmódica | GILBERT et al., 2018 no prelo |
| <i>Phyllanthus niruri</i> L., <i>P. amarus</i> Schum., <i>P. tenellus</i> Roxb., <i>P. urinaria</i> L. | Quebra pedra | Hepatite, cálculos renais, hidropisia diabetes 2 | GILBERT et al., 2005 |
| <i>Physalis angulata</i> L. | Camapu | Imuno-estimulante, reumatismo, diurético, leishmaniose | AMARAL et al., 2005 |
| <i>Piper umbellatum</i> L. e <i>P. peltatum</i> L. | Pariparoba | Perturbações hepáticas, biliares e estomacais, epilepsia | SPONCHIADO JR. et al., 2007, GILBERT et al., 2018 no prelo |

Notas do autor:

→ Os pesquisadores podem ser contatados por meio de seus endereços eletrônicos:

aantunes@inpi.gov.br

jorgemagalhaes@far.fiocruz.br

benjamingilbert1@gmail.com

→ Os Currículos Lattes dos pesquisadores podem ser acessados clicando nos links:

<http://lattes.cnpq.br/5168823546200073>

<http://lattes.cnpq.br/9829199474735249>

<http://lattes.cnpq.br/2760251445872458>

<http://lattes.cnpq.br/7440717262020884>

→ Referências complementares - aspectos gerais da química farmacêutica:

LIMA, Lídia M. Química Medicinal Moderna: desafios e contribuição brasileira. *Quím. Nova*, 30(6), 1456-1468, 2007.

Portaria Ministerial 3916/MS/GM:

http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt3916_30_10_1998.html

- Referências complementares – fitoterápica:

AKAO T, YOSHINO T, KOBASHI K, HATTORI M. Evaluation of salicin as an antipyretic prodrug that does not cause gastric injury. *Planta Med.*, 68, 714-718, 2002.

ALLKIN, B. Useful Plants – Medicines, em Willis KJ, Editor. *State of the World's Plants 2017*. Royal Botanic Gardens, Kew, London, 2017.

AMARAL, A.C.F., SIMÕES, E.V., FERREIRA, J.L.P. *Coletânea científica de plantas de uso medicinal*. FIOCRUZ, editora ABIFITO: Curitiba, 2005.

ANVISA Guia de orientação para registro de Medicamento Fitoterápico e registro e notificação de Produto Tradicional Fitoterápico. Instrução Normativa N° 4, de 18 de junho de 2014.

- BEHRENS, M.D.; TELLIS, C.J.M. CHAGAS, M.S. *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlot (Bignoniaceae). *Revista Fitos*, 7, 236-244, 2012.
- BIEGELMEYER, R., HENRIQUES, A.T.. Monografia Da Espécie *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Barbatimão) Ministério da Saúde, Brasília, 2014
- BINZ C. Ueber wirkung der salicylsäure auf die gessarmutter. *Berl. Klin. Wochr.*, 30, 85-87, 1893.
- BRANDÃO, H.N., DAVID, J. P., COUTO, R.D., NASCIMENTO, J.A.P., DAVID, J.M. Química e farmacologia de quimioterápicos antineoplásicos derivados de plantas. *Química Nova*, 33, 1359-1369, 2010.
- BRASIL, Presidência da República Casa Civil - Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015.
- CAMARGO, M.R.M., AMORIM, R. C. N., ROCHA e SILVA, L.F., CARNEIRO, A.L.B., VITAL, M.J.S., POHLIT. Composição química, etnofarmacologia e atividade biológica de espécies de *Geissospermum Allemão* (Apocynaceae Juss.). *Revista Fitos*, 8, 73-160, 2013.
- CARVALHO, A. C. B. et al. Regulation of herbal medicines in Brazil: advances and perspectives. *Braz. J. Pharm. Sci.*, São Paulo, 47, 467-473, 2011.
- CARVALHO, A. C. B.; BALBINO, E. E.; MACIEL, A.; PERFEITO, J. P. S. Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. *Rev. Bras. Farmacogn.*, 18, 314-319, 2008.
- CASTRO, R.A., ALBIERO, A.L.M. O mercado de matérias primas para a indústria de fitoterápicos. *Revista Fitos*, 10, 1-93, 2016.
- CHERNOVIZ, P.L.N. *Formulário e Guia Médico*, 16th ed. Livraria de A. Roger e F. Chernoviz: Paris, 1897.
- CHERNOVIZ, P.L.N. [1920]. *A Grande Farmacopeia Brasileira. Formulário e Guia Médico*, vol. 2., 19ª ed. Itatiaia, Belo Horizonte. Rio de Janeiro. 1996.
- FABRICANT, D.S., FARNSWORTH, N.R. The Value of Plants Used in Traditional Medicine for Drug Discovery. *Environmental Health Perspectives*, 109 Supplement 1, 2001.
- GILBERT, B., ALVES, L. F., Synergy in plant medicines. *Curr. Med. Chem.*, 10, 13-20, 2003.
- GILBERT, B., ALVES, L.F., Favoreto, R.F. *Bidens pilosa* L. Asteraceae (Compositae; subfamília Heliantheae). *Revista Fitos*, 8, 53-67. 2013.
- GILBERT, B., FAVORETO, R.F. *Schinus terebinthifolius* Raddi. *Revista Fitos*, 6, 43-56, 2011
- GILBERT, B., FERREIRA, J. L. P., ALVES, L.F., Monografias de Plantas Medicinais brasileiras e aclimatadas. Volume I. Fundação Oswaldo Cruz, editora ABIFIT, 2005.
- GILBERT, B., ALVES, L.F., FAVORETO, R.F., Monografias de Plantas Medicinais brasileiras e aclimatadas. Volume 2. Fundação Oswaldo Cruz, 2018, no prelo.
- GUENARD, D., GUERITTE-VOEGELEIN, F., POTIER, P. Taxol and taxotere: discovery, chemistry, and structure-activity relationships. *Acc. Chem. Res.*, 26, 160-167, 1993.
- HEDNER, T., EVERTS, B. The early clinical history of salicylates in rheumatology and pain. *Clinical Rheumatology*, 17, 17-25, 1998.
- LEVESQUE, H., LAFONT, O., L'aspirine a` travers les sie`cles: rappel historique. *La Revue de Médecine Interne*, 21, 8s-17s, 2000.
- LOPEZ, R.E.S., SANTOS, B.C. *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae). *Revista Fitos*, 9, 217-232, 2015.
- LUCCHETTI, L., TEIXEIRA, D. F., BARBI, N. S., SILVA, A. J. R. *Bidens pilosa* L. (Asteraceae). *Revista Fitos*, 4, 60-70, 2009.
- MACLAGAN, T. J. The treatment of rheumatism by salicin and salicylic acid. *Lancet*, I, 342, 1876.

- MAHDI, J.G. Medicinal potential of willow: A chemical perspective of aspirin Discovery. *Journal of Saudi Chemical Society*, 14, 317–322, 2010.
- MATTA, A. DA Flora Medica Braziliense: Imprensa oficial, 1913, (republicado pela Editora Valer Manaus), 2003.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Monografia das espécies *Alpinia speciosa* e *Alpinia zerumbet* (galanga), (DAF/SCTIE/MS)/2012. Brasília, 2014a.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Monografia da espécie *Schinus terebinthifolius* (DAF/SCTIE/MS)/2012. Brasília, 2014b.
- (NATIONAL CANCER INSTITUTE, sem data)
https://dtp.cancer.gov/timeline/flash/success_stories/S2_taxol.htm
- NEWMAN D.J., CRAGG G.M. Natural products as sources of new drugs over the 30 years from 1981 to 2010. *J. Nat. Prod.* 75, 311–335, 2012.
- NORN S, PERMIN H, KRUSE PR, KRUSE E. From willow bark to acetylsalicylic acid *Dan Medicinhist Arbog.*, 37, 79-98, 2009.
- OLIVEIRA; P. J. M., GILBERT; B. Reconhecimento das Plantas Mediciniais de uso tradicional no Brasil: A relevância e o pioneirismo da Casa Granado. *Revista Fitos*, 9, 293-296, 2015
- PALHARES, R.M., DRUMMOND, M.G. BRASIL, B.S.A.F., COSENZA, G.P., BRANDÃO, M.G.L., OLIVEIRA, G. Medicinal Plants Recommended by the World Health Organization: DNA Identification Associated with Chemical Analyses Guarantees Their Quality. *PLoS One*, 10, 2015.
- PETROVSKA, B.B. Historical review of medicinal plants' usage *Pharmacognosy Review*, 6, 1–5, 2012.
- PICKEL, D. B. J. Flora do Nordeste do Brasil segundo Piso e Marcgrave no século XVII. Argus Vasconcelos de Almeida (Editor). Recife: EDUFRPE, 2008.
- PISONIS, G. E MARCGRAV, G, *Historia Naturalis Brasiliae*, compreendendo Medicina Brasiliensi, 4 volumes; *Historiae Rerum naturalium Brasiliae*, 8 volumes, Ed. Laet. Elsevier: Amsterdam, 1648.
- POHLIT, A. M., PINTO, A. C. S. MAUSE, R *Piper aduncum* L.: Planta pluripotente e fonte de substâncias fitoquímicas importantes. *Revista Fitos*, 2, 7-18, 2006.
- RICARDO, L. M.; PAULA-SOUZA, J.; ANDRADE, A., BRANDAO, M. G. L.. Plants from the Brazilian Traditional Medicine: species from the books of the Polish physician Piotr Czerniewicz (Pedro Luiz Napoleão Chernoviz, 1812–1881). *Rev. Bras. Farmacogn.*, 27, 388-400, 2017.
- RODRIGUES, W. Competitividade e mudança institucional na cadeia produtiva de plantas medicinais no Brasil, *INTERAÇÕES*, Campo Grande, 17, 267-277, 2016.
- SPONCHIADO JÚNIOR, E.C., PEREIRA, J. V., PEREIRA, J. O. FRANÇA, S. C. *Pothomorphe umbellata* (Caapeba). *Revista Fitos*, 3, 31-37, 2007.
- VALENTE, L. M. M. Unha-de-gato [*Uncaria tomentosa* (Willd.) DC. e *Uncaria guianensis* (Aubl.) Gmel.: Um panorama sobre seus aspectos mais relevantes. *Revista Fitos*, 2, 48-58, 2006.
- VALVERDE, S.S., OLIVEIRA, T.B., SOUZA, S.P *Solidago chilensis* Meyen (Asteraceae). *Revista Fitos*, 7, 1431-136, 2012.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION) The World Traditional Medicines Situation, in *Traditional medicines: Global Situation, Issues and Challenges*, Genebra 3, 1-14, 2011.

PIONEIROS DA QUÍMICA

Ataliba Renault Lepage

Ataliba Renault Lepage nasceu em Barbacena, Estado de Minas Gerais, em 17 de outubro de 1874. Seus pais eram o farmacêutico Francisco José Lepage (1830-1919) belga naturalizado brasileiro em 1865, e Emília Renault Lepage (1850-1932), filha do famoso médico francês Pedro Victor Renault (1811-1892). Teve dois irmãos, Pedro Renault Lepage e Leonie Lepage Ribeiro, ambos médicos. Ataliba fez seus estudos numa filial do Colégio Abílio do Rio de Janeiro, na própria cidade de Barbacena, na década de 1880. O pai de Lepage recebeu uma carta assinada pelo barão de Macaúbas (Abílio César Borges, médico e educador, 1824-1891), parabenizando-lhe pelo “bom procedimento e aplicação escolar” de seu filho. Em seguida, quando cursava a Escola de Minas na então capital de Minas Gerais, Ouro Preto, em 1893 recebeu a notícia da Segunda Revolta da Armada e, prontamente, decidiu apoiar o governo republicano organizando, juntamente com outros alunos, o Batalhão Acadêmico Benjamin Constant. Logo que o combate foi encerrado, no ano seguinte, Lepage voltou para Ouro Preto para dar prosseguimento ao seu curso.

Em 1900, Ataliba deslocou-se para Niterói, capital do então Estado do Rio de Janeiro, à frente da Escola Normal, instituição que dirigiu por 17 anos. Nesse estabelecimento, como professor de Física, organizou, em 1901, um serviço de observações meteorológicas.

Engajado nas letras e na instrução, Ataliba Lepage foi redator do semanário *A Opinião* e do periódico bimestral *Vida Nova*, e fundador da filial do Colégio Abílio em Niterói, em setembro de 1905.

A vida de Ataliba Lepage foi totalmente voltada ao professorado. Na qualidade de paraninfo da turma de formandos da Escola Normal de 1918, ele advertiu aos futuros professores a trabalharem no ensino primário com carinho “por que é dele que depende o futuro de nosso Estado e do Brasil inteiro”. Nessa mesma época, Ataliba assumiu a vice-presidência da Liga Fluminense Contra o Analfabetismo, fundada em 1916 em Niterói, e

que contava com a participação de Olavo Bilac e Luiz Palmier. Seu principal objetivo era combater o analfabetismo nas cidades do Estado do Rio de Janeiro até o Centenário da Independência (1922).

Foi em Niterói que Ataliba se formou em Química Industrial Agrícola pela Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária (ESAMV) em 7 de janeiro de 1923, com 48 anos! Era simplesmente um dos nove formandos da primeira turma desse curso, e o mais velho de todos. Participou da comissão que criou, em 1923, a Associação dos Ex-Alunos da ESAMV. Nesse mesmo ano, Ataliba foi agraciado pela Congregação da ESAMV com um auxílio para aperfeiçoamento de seus estudos em escolas da Europa e América do Norte. Tornou-se, por concurso, professor catedrático de Química Industrial e de Microbiologia e Fermentação pela Escola Nacional de Química da Universidade do Brasil (atual Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro).

Foi no seio da Escola Nacional de Química que, em 1943, Ataliba Lepage, juntamente com outro professor dessa Escola, Floriano Peixoto Bittencourt (1894-1963), criou o primeiro curso técnico de química no país. Surgia o Curso Técnico de Química Industrial (CTQI), em um momento no qual a área de química industrial era de interesse estratégico nacional, segundo o artigo 4º do decreto-lei nº 4.127, de 25 de fevereiro de 1942, o qual estabelecia as bases de organização da rede federal de estabelecimentos de ensino industrial. O curso era integrante da Rede Federal de Ensino Industrial e iniciou suas atividades com uma única turma de 24 alunos. Ataliba foi o seu primeiro superintendente. Em 1946 foi transferido para as instalações da Escola Técnica Nacional (ETN), hoje CEFET/RJ, onde permaneceu por 39 anos. Em 1959 o então CTQI foi transformado em Escola Técnica de Química (ETQ), passando a ser uma autarquia educacional. Após mudanças em sua denominação, em 29 de dezembro de 2008, através da Lei nº 11.892, o então CEFET Química de Nilópolis foi transformado em

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) e no mesmo ato foi integrado a instituição o então Colégio Agrícola Nilo Peçanha (à época vinculado à Universidade Federal Fluminense), criado em 1910.

Afora sua íntima relação com o ensino (em todos os níveis), Ataliba Lepage participou do 1º Congresso Brasileiro de Química, em novembro de 1922, na qualidade de segundo secretário da primeira comissão - Questões referentes à difusão da química no Brasil; questões diversas, a química no estrangeiro; questões de química pura. Com a fundação da *alma mater* da ABQ, a Sociedade Brasileira de Química, Ataliba Lepage se tornou sócio. Mais tarde, veio a associar-se também à Associação Química do Brasil. Seu vínculo com sociedades científicas se manteve com a união das duas associações supracitadas, dando origem à ABQ de hoje.

Ataliba Lepage faleceu em Niterói em 20 de setembro de 1960, pouco antes de completar 86 anos de idade. Casou-se quatro vezes, uma das quais com Alice Sermenha Lepage. Desta união, nasceu Hélio Sermenha Lepage (1905-1974), engenheiro agrônomo.

Em sua homenagem, pelos serviços prestados à educação brasileira, Ataliba Lepage é o nome de uma rua localizada no bairro de Nova Cidade, município de São Gonçalo, vizinho a Niterói. Além disso, a Academia Fluminense de Letras sempre destacou que o Dr. Ataliba Lepage foi "um dos maiores professores que já passaram pela centenária Escola Normal de Niterói, mestre ímpar de Química, autodidata que atingiu o mais alto saber, ao mesmo tempo que se distinguiu como excepcional nos métodos que utilizava em suas magníficas aulas". O "Doutor Lepage", como era carinhosamente tratado pelos seus alunos, tinha esta descrição: "Mais baixo que alto, mais gordo que magro, de pele muito vermelha, brilhantes olhos azuis penetrantes como estiletas, nosso professor de química era respeitado e temido. Ai daquele que lhe caísse na antipatia! E não precisava muito para isso. Bastava que lhe fizesse uma perguntinha à queimadura - De que é feita a cerveja? As meninas entreolhavam-se e tremiam. Lá vinha uma tempestade... O Dr. Lepage era terrível, terrível com exigente e um tanto incompreensível à nossa mentalidade de crianças, mas excelente professor, claríssimo nas suas exposições, metucioso a tal ponto que, ainda hoje, há mais de 30 anos com a maior facilidade me voltam à memória esta ou aquela fórmula química, esta ou aquela composição de

corpo químico. Porém, mais que químico, andou pelo interior do Estado do Rio com a finalidade de modernizar o ensino e livrá-lo dos antigos métodos, inclusive arrebatando às professoras as palmatórias e as varinhas, as varinhas tremendas que cortavam as pernas das pobres crianças nas escolas primárias. Coube ao Dr. Lepage a organização dos laboratórios de química em vários estabelecimentos de ensino (...). Por tudo isso mesmo, o nome do Dr. Ataliba Lepage jamais se apagará da história da Instrução do Estado do Rio de Janeiro. E, mais que isso, jamais se apagará do coração de suas alunas a sua figura ímpar."



Acervo do Centro de Memória da antiga Escola Técnica Federal de Química do Rio de Janeiro (ETFQ-RJ), atual Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)

Referências

- Índice Biográfico de Sócios da Associação Química do Brasil, 2ª edição. Rio de Janeiro: Associação Química do Brasil, 1943, p. 71.
- Fortuna, A. "O Doutor Lepage". O Fluminense: Niterói, 18 de fevereiro de 1962, seção Prova e Verso.
- Fortuna, A. "Academia Fluminense de Letras - cadeira 19". O Fluminense: Niterói, 24 de novembro de 1963, seção Prova e Verso.
- "Escola Superior de Agricultura - a colação de grau no palácio das festas". O Paiz, 9 de janeiro de 1923, p. 6.
- "Comemorações do Centenário - Primeiro Congresso Brasileiro de Química". O Paiz, 5 de novembro de 1922, p. 3.
- "Associação dos Ex-Alunos da Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária". O Paiz, 13 de janeiro de 1923, p. 7.
- Maraux, V. Pierre Victor Renault - Um pioneiro francês no século XIX, 1811-1892. São Francisco - Pará de Minas: Virtual Books, 2000.
- Wehrs, C. Capítulos de Memória Niteroiense. Niterói: Niterói Livros, 2002.

CADERNO DE QUÍMICA VERDE

Ano 3 - Nº 11 - 4º trimestre de 2018

Neste Caderno

28-3



Depoimento de Sergio Maia Melo sobre as Olimpíadas de Química.

28-2

Editorial

28-7

QUÍMICA VERDE

nas Empresas

JBS Biodiesel produz biodiesel de sebo bovino e dos óleos de soja e de fritura

Grandiesel da Granol

28-10



Realizado o VIII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde, em Três Lagoas, MS.

28-8

Uma Forma de Ensino que Desperte Maior Interesse

Ano novo, governo novo! Esta variação do velho refrão adquire um significado muito atual para química verde em nosso país. A mais recente Conferência sobre o Clima da ONU reforça a premência de adotar as medidas do Acordo de Paris. A frequência de incêndios, tempestades, secas, inundações e desastres provocados pelo aquecimento da terra e dos oceanos não deixa dúvidas da urgência destas questões. Resta saber se o Brasil vai correr o risco de retaliações dos consumidores de seus produtos agropecuários por causa de políticas que estimulem o desmatamento ou enfraqueçam os órgãos de monitoramento e controle ambiental que vem assegurando sua posição de destaque mundial em termos de sustentabilidade.

A outra expectativa é relativa à competitividade e inovação. Acabar com a corrupção é um forte estímulo à competência. Entretanto resta saber se o que sobra depois da implantação das medidas saneadoras que precisam ser adotadas logo vai ser investido em iniciativas para mudar o atual quadro ou se será desviado para as corporações que garantem a sobrevivência dos sistemas políticos vigentes. Os sinais iniciais são promissões – o Ministério da Ciência e Tecnologia (sem penduricalhos!) foi um dos primeiros a serem criados, juntamente com os outros estratégicos como os da Economia e da Justiça e Segurança, e seu titular tem conhecimentos e credibilidade para dialogar com mídia e a sociedade. É preciso convencê-los que a trajetória do conhecimento científico ao produto competitivo a nível mundial segue caminhos difíceis de prever e requer uma disposição de correr riscos, de estabelecer prioridades e de assegurar apoio por longos prazos.

A Escola Brasileira de Química Verde (EBQV) pode colaborar nas questões ligadas à sustentabilidade de processos químicos e seu Caderno divulgará matérias correspondentes. Nesta edição o *Depoimento* coube ao responsável pela Olimpíada Brasileira de Química, que atrai os melhores alunos de todo o país e proporciona-lhes os conhecimentos para o sucesso. Contempla atividades de *Empresas* que geram insumos renováveis para biocombustíveis (e, potencialmente, bioprodutos) e uma ferramenta para reforçar o ensino de química é apresentada ao leitor. O destaque fica naturalmente por conta do VIII Encontro da EBQV, o maior da área na América Latina.

As impressões de alguns dos participantes do *Evento* seguem abaixo.

→ Emerson Dallan, Croda: Mais uma vez, o Encontro da EBQV reuniu representantes da Indústria e da Academia para uma discussão em alto nível sobre os caminhos a serem seguidos pelos dois segmentos para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva eficiente para o uso da biomassa na geração de químicos de base e de especialidades. O evento estabeleceu contatos entre empresas e instituições que desenvolvem e melhoraram seus processos de uso de biomassa e que podem identificar sinergias para a colaboração. A Croda do Brasil agradece pela oportunidade de participar e reforça o seu apoio para as próximas edições.

→ Priscila Souza, INCT-Midas, UFMG: O VIII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde foi um evento interessante e inovador. Foi realizado num Instituto Senai de Inovação, que já tem caráter industrial e infraestrutura desenvolvida. Diversos convidados e palestrantes são oriundos de empresas que apresentaram e discutiram temas de elevada relevância acadêmica industrial. Esperamos que os futuros Encontros continuem se aproximando de empresas e instituições que possam contribuir para o desenvolvimento de pesquisas com aplicações tecnológicas e industriais na área de química verde.

→ Pedro Romano, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) / Campus Caxias:

Considero o VIII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde um evento de altíssima relevância. A reunião de membros da academia, de empresas e de especialistas em diversas áreas permitiu uma extensa troca de conhecimentos entre os participantes. Além disso, uma série de alternativas para a conversão de resíduos de biomassa foi apresentada, mostrando as possibilidades que existem para esta finalidade. Acredito que o incentivo à participação de estudantes de pós-graduação no evento, através da concessão do prêmio Arikerne Sucupira, foi mais um ponto positivo.

→ Carlos Cesar Peiter, Centro de Tecnologia Mineral – CETEM: Foi com muita satisfação que participei do evento e aproveitei as apresentações e discussões sobre uma área da química que vem de longa data evoluindo de forma incontestemente especialmente em nosso País. Vários temas apresentados, tanto na área de biomassa, como na simbiose de tecnologias que se unem para promover inovações, foram bem cobertas pela programação. Em especial apreciei os avanços na utilização de resíduos de biomassa, o estado da arte da biossíntese de polímeros naturais e bioconjugados, bem como ver a experiência de empresas como a Solvay, Suzano e Croda na busca pela inovação. Outro ponto de destaque foi a cordialidade e receptividade da equipe organizadora do Encontro no Instituto SENAI de Inovação em Biomassa. Nossa mesa redonda sobre “Sustentabilidade e Conservação do Meio-Ambiente na Mineração” permitiu apresentar aos presentes uma realidade econômica e ambiental diversa daquela do setor agroindustrial e da biomassa já que lida com recursos não-renováveis. Os conceitos de sustentabilidade são os mesmos, todavia a responsabilidade na mineração assume níveis bem significativos devido ao impacto que seus resíduos e rejeitos podem gerar e deixar para as gerações futuras pois normalmente são de maior complexidade no tratamento ou reaproveitamento que os de origem orgânica. A discussão foi bem interessante e permitiu que profissionais da mineração explicassem e debatesses pontos polêmicos de temas de meio ambiente, como o das bacias de rejeitos e sua segurança.

DEPOIMENTO

Sergio Maia Melo

Caderno - Qual era a sua atividade quando resolveu organizar a Olimpíada Brasileira de Química (OBQ)?

Sergio - Quando exercia atividades docentes no Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará - UFC percebia que nosso curso de graduação se debatia para atrair estudantes às suas fileiras, enquanto isso, o nosso vizinho, o Departamento de Matemática, tinha um curso de graduação bem frequentado. Seus estudantes tinham uma característica peculiar, ou foram oriundos do Curso Mirim de Matemática ou eram ex-olímpicos de matemática, ambas estas atividades eram direcionadas para estudantes do ensino de 2º grau, atualmente, ensino médio.

O episódio instigou colegas do Departamento de Química a seguir na mesma direção. Surgiu dessa forma o interesse em melhorar a qualidade do ensino de química com a realização de certames estimuladores do estudo dessa ciência.

Caderno - Como surgiu a ideia de organizar uma olimpíada brasileira?

Sergio - As olimpíadas científicas no Brasil tiveram início em São Paulo, quando em 1977 ocorreu a primeira olimpíada de matemática idealizada pelo professor de física da USP, Dr. Shigueo Watanabe, na época Diretor Executivo da Academia de Ciências do Estado de São Paulo.

Em 1985, ele estimulou professores de química e de física da USP a realizarem olimpíadas em suas áreas. Assim, a Profa.

R e i k o Isuyama, do I Q - U S P , organizou as primeiras olimpíadas de Química do Estado de São Paulo no período de

1986 até 1989. No Ceará, esses certames tiveram início em 1991 por iniciativa de um grupo de professores do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da UFC, fundadores do Núcleo de Ensino de Ciências e Matemática dessa universidade. Nesse estado encontrou campo fértil, os resultados foram apresentados em encontros científicos do Nordeste alcançando receptividade e, a partir de 1995, foi criada a Olimpíada Norte/Nordeste de Química, embrião do certame nacional iniciado em 1996.

Caderno - Quais foram os primeiros passos?

Sergio - Os anos iniciais foram difíceis porque não tínhamos as facilidades de comunicações hoje existentes, nem os recursos financeiros mínimos para operacionalizar as atividades programadas. A primeira olimpíada nacional de química reuniu apenas 367 estudantes do ensino médio, inauguraram esse certame representantes de 13 dos 16 estados das regiões Norte e Nordeste, não teve representantes dos estados AM, RO e TO. O enorme sucesso alcançado suscitou a ampliar o projeto para estados de outras regiões



brasileiras concretizado, no ano seguinte, com a criação da I Olimpíada Brasileira de Química. O resultado dessa olimpíada apontou os estudantes que compuseram a equipe que participou da II Olimpíada Ibero-americana de Química, realizada no México. A delegação foi formada por três estudantes, dois deles agraciados com medalhas de bronze. O Prof. Alvaro Chrispino foi partícipe dos primeiros movimentos de criação de uma olimpíada de química envolvendo países ibero-americanos. Esses primeiros passos da participação do Brasil em certame internacional de química ocorreu em Mendoza, Argentina, em 1995, quando participou com estudantes na I Olimpíada Ibero-americana de Química. Quatro anos depois, o Brasil estreava, com estudantes, na *International Chemistry Olympiad*, em 1999, na Tailândia. Nas primeiras participações em certames internacionais, éramos meros coadjuvantes, situação bem distinta da atual na qual pontificamos, há mais de uma década, como expressão máxima na olimpíada Ibero-americana de Química. Na *International Chemistry Olympiad*, também conquistamos excelente conceito, em 2018, dentre as equipes que tiveram seus quatro estudantes medalhados, o Brasil posicionou-se na 12ª colocação em um conjunto de oitenta países participantes do certame. Fato que nos confere uma excepcional imagem posto que ficamos à frente de países europeus tais como Alemanha, França, Finlândia, Itália e outros.

Caderno - Onde encontrou apoio? Dificuldades?

Sergio – O trabalho teve início com ousadia e rápida expansão, porquanto na segunda edição tivemos apenas três unidades federativas que não apresentaram participantes: MS, GO e o DF. Esse crescimento foi acompanhado de preocupações com sua manutenção. Além da UFC que assumiu a impressão dos Anais, a Editora Saraiva apoiou a solenidade de premiação e a Petrobrás imprimiu material de divulgação na forma de tabelas periódicas para uso em escolas. Saltar de 1040 para quase 6000 participantes na segunda edição foi um feito extraordinário, um esforço acompanhado de uma igual carga de responsabilidade. Naquela ocasião já contávamos com o apoio irrestrito dos coordenadores estaduais que partilharam esse sonho coletivo. Nessas ondas de incerteza surfamos até o ano 2003, a partir do qual o projeto passou a ter apoio permanente do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico que passou a lançar editais anuais de financiamento para olimpíadas científicas.

Caderno - Como implantou as primeiras edições?

Sergio - Na década final do século passado não tínhamos as facilidades de comunicação hoje existentes, a internet estava em fase de testes no Brasil, de modo que os contatos eram feitos por linha telefônica e, principalmente, nos



Algumas das várias versões das Olimpíadas



Equipe ganhadora de 4 medalhas em 2018

encontros científicos, ocasiões nas quais nos aproximávamos dos professores de escolas e fazíamos convites a colegas universitários para compor a rede de coordenadores estaduais.

Portanto, nas primeiras edições tivemos uma dificuldade enorme tanto para divulgar e ampliar o número de participantes quanto para envolver colegas na elaboração e na avaliação dos exames.

Caderno - Fale sobre a escolha do material a ser incluído na formulação das perguntas e a correção de provas.

Sergio - Nos dias atuais, em decorrência da dimensão alcançada pelo projeto, criamos comissões que atuam na organização e controle de alguns setores. A comissão de elaboração de exames é uma delas, composta por cinco coordenadores estaduais, um de cada região



As duas primeiras medalhas de ouro do Brasil na IChO

geográfica, reúnem-se no início de cada ano para discutir os assuntos a explorar nos exames a aplicar nas diferentes olimpíadas programadas para o ano em curso. Esses exames buscam seguir o tema central da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia e, nos exames destinados aos estudantes do ensino fundamental, anualmente, pelo menos uma das questões versa sobre Química Verde. Assim praticando, estimulamos os professores desses jovens que se iniciam na química a cultura da preservação ambiental e a propagar os Princípios que regem a Química Verde.

Caderno - Quando está no exterior vê muita diferença com o Brasil?

Sergio - Enquanto no Brasil é raríssimo ver um estudante de escola pública compondo a delegação que representa o país em olimpíadas internacionais o contrário ocorre na vizinha Argentina cujos componentes de suas equipes predominam estudantes oriundos de escolas públicas. A falta de competitividade do aluno de escola pública está associada às condições desfavoráveis como falta de segurança, dificuldade de acesso a bibliotecas e a internet, além do reduzido estímulo oferecido ao professor. Apesar desse ambiente desfavorável, há jovens que se superam e despontam dentre

os demais. Na olimpíada júnior deste ano dois alunos de escolas públicas tomaram a frente dos mais de 40 mil participantes dessa categoria.

Caderno - Como vê sua experiência na interação com jovens?

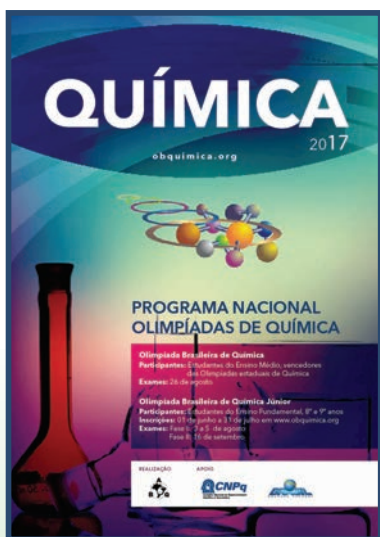
Sergio - Banalizou-se! Deparamos com situações de indisciplina em sala de aula, agressões e falta de respeito entre professores e alunos, vulgarização da arte de educar. No ambiente olímpico é impensável situações como essas citadas. A vontade de aprender, de sorver tudo o que o mestre pode oferecer é a tônica levada a efeito pelos estudantes. De forma rápida ocorre nivelamento entre as partes, alunos e professores acumulam experiências próprias construídas ao longo da convivência entre eles, metodologia que supera propostas pedagógicas teoricamente construídas.

Aproximam-se pela linguagem coloquial, ganham os dois lados.

O que constitui um terror para a maioria dos estudantes, buscar novos conhecimentos é um hábito que brota de forma espontânea em cada jovem olímpico.

Caderno - Qual é o Destino dos vencedores?

Sergio - Aqueles que mais se destacam no processo seletivo da OBQ, de modo geral, buscam ingressar em universidades americanas que, em suas “avaliações holísticas”, as medalhas em olimpíadas científicas têm



peso significativo. Desse modo, temos visto muitos de nossos ex-olímpicos cursando prestigiadas universidades do exterior.

Isso não significa dizer que perdemos todo o esforço e investimento nessa causa, muitos ex-olímpicos estão ativos ou se graduaram em cursos de química de universidades brasileiras.

Já é possível nomear ex-olímpicos de química que percorreram todo esse caminho e, na qualidade de docentes universitários, compõem atualmente o grupo de coordenadores estaduais desse projeto.

Cabe realçar a importante decisão tomada pelo Conselho Universitário da UNICAMP ao reservar vagas para ex-olímpicos, medida que estimulará a formação de quadros de qualidade para a nossa ciência.

Caderno - Tem alguma sugestão para os participantes das próximas Olimpíadas?

Sergio - Neste ano demos mais um largo passo ao criar a Olimpíada Brasileira do Ensino Superior de Química - OBESQ, fizemos a primeira edição com pleno sucesso, universitários de 17 estados participaram.

Assim, estamos cobrindo do fundamental ao universitário e o resultado mostrou algo interessante, os mais bem classificados nessa olimpíada já haviam brilhado na OBQ quando participaram como estudantes do ensino fundamental e do médio.

Como nosso propósito é atrair jovens com talento e aptidão para a química, o que mais desejamos é reencontrar na OBESQ os garotos que ano após ano brilharam nas olimpíadas de química.

Assim, estamos certos de nossa contribuição para a formação de uma base sólida para a química disponibilizando quadros para o ensino e a pesquisa, e ainda, para os mercados não acadêmicos da química.

QUÍMICA VERDE

nas Empresas

JBS Biodiesel produz biodiesel de sebo bovino e dos óleos de soja e de fritura

As unidades da JBS Biodiesel em Lins (SP) e Campo Verde (MT) estão entre as dez maiores produtoras de biodiesel de sebo bovino do Brasil, com 310 milhões de litros / ano. De cada boi abatido são retirados 20 quilos de sebo, segunda maior fonte de biodiesel nacional. A tecnologia de produção usa a rota metílica de transesterificação.

O sebo bovino pode ser convertido integralmente ou ser misturado a outras matérias-primas, como óleo de soja. Em 2017, a empresa também produziu 210 milhões de litros de biodiesel a partir 20 milhões de litros de óleo de fritura residual.

Desde 2007, a empresa detém o Selo Combustível Social por contribuir com a agricultura e pecuária familiar. O programa presta assistência técnica e fomento aos fornecedores aderidos. Esses devem seguir leis ambientais e trabalhistas para que tenham a garantia de compra da empresa. No âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), mais de 5 mil sacas de soja foram adquiridas de pequenos produtores de grãos de soja e mais de 6 mil cabeças de gado por ano já foram contratadas para 2018 e 2019.

Grandiesel da Granol

As usinas de biodiesel da Granol situam-se em Cachoeira do Sul (RS), Anápolis (GO) e Porto Nacional (TO). A produção é uma das maiores do país, é autorizada pela ANP e tem capacidade de gerar quase 900 m³ de diesel por ano. O óleo de soja é a principal matéria-prima, visto que a empresa produz e comercializa os grãos e farelos, além de outros derivados, tais como óleos vegetais, glicerina, tocoferol e lecitina. Em menor quantidade, usam-se os óleos extraídos das matérias-primas: nabo forrageiro, crambe (uma planta rústica, com boa tolerância a variações climáticas, baixo custo e rápido ciclo de produção, considerada excelente fonte de óleo vegetal), girassol, mamona, sebo e óleo de fritura usado.

A empresa usa a rota tecnológica metílica para a conversão de óleos vegetais e gordura animal em biodiesel. Seu processo industrial foi desenvolvido de modo a eliminar totalmente a geração de efluentes e o consumo de água. Isso é possível com a substituição do sistema de lavagem por destilação. A planta também é capaz de produzir outros produtos ecológicos a partir dos resíduos do processo industrial, como solventes com teor de benzeno inferior a 0,1%, os quais podem ser usados por indústrias farmacêuticas e alimentícias.

Uma Forma de Ensino que Desperte Maior Interesse

No início do ano de 2018 o professor Leonardo Moreira da Costa criou um projeto que é um canal do YouTube, chamado de *Fórmula de Soluções*, onde o professor coloca vídeos para facilitar a aprendizagem de química e rever conteúdos de ensino médio que são importante na universidade. Atualmente o canal tem 71 vídeos.

Leonardo Costa é doutor em química pela Universidade Federal Fluminense, especialista em ensino de química e farmacêutico industrial. Desenvolve o projeto de extensão para auxiliar alunos iniciantes em cursos universitários com dificuldade em química. A formatação tem demonstrado que os alunos aprendem química de forma agradável, prazerosa e divertida! O professor é um entusiasta da Educação e pensa que é dever dar formação de qualidade para que os alunos construam um mundo melhor, com mais justiça, menos desigualdades sociais e valorização das pessoas.

Leonardo relata que desde que se tornou professor universitário (a 5 anos) vê que muitos alunos ingressantes nas universidades chegam com dúvidas de química básica, fundamental, oriundas do ensino médio. A falta desses conteúdos leva a notas baixas nas matérias de química geral e podem inclusive culminar na evasão universitária. "Como o conteúdo universitário é muito extenso, não temos tempo de fazer revisão do ensino médio, o que acaba desestimulando muitos alunos a



FOTO: Arquivo pessoal

Leonardo Costa

continuar os estudos universitários", relata o educador. Preocupado com os alunos, ele resolveu buscar essa iniciativa.

O canal se propõe a explicar química de uma forma interativa, fácil e descontraída por três metodologias distintas:

1- Vídeoaulas

Nas vídeoaulas o professor aborda os conteúdos de forma clara, direta e focada. Ao final de cada vídeoaula temos a parte de resolução de exercícios, onde o professor faz questão de mostrar o raciocínio que o aluno deve desenvolver em cada questão. É mostrado a importância da resolução de exercícios para verificação do aprendizado do conteúdo. Cada vídeoaula tem em média duração de 15 minutos.

2- Vídeos de Curiosidades

Nessa parte as aulas são ao ar livre, onde o professor mostra a importância da química no dia a dia de forma divertida. Alguns dos vídeos de curiosidades são:

► "Química do Churrasco", onde o professor aparece com avental de churrasqueiro e chapéu de mestre cuca para fazer churrasco e dar aula de química.



FOTO: Arquivo pessoal

► "Química do Carnaval", professor (fantasiado) inicia dançando samba e depois fala sobre a composição química da buzina e da espuma de carnaval e efeitos em nossa saúde.

► "Como tomar comprimidos orais de maneira correta", nesse vídeo é mostrado as interações que líquidos como sucos, refrigerantes, café, leite, podem ocasionar nos medicamentos ingeridos por via oral.

► "A química dos diferentes tipos de sais", onde é mostrado a diferença entre sal do himalaia, sal light, sal zero entre outros. Nesse vídeo o professor criou personagens: ele aparece de senhor idoso e também como uma criança de 10 anos.

3- Brincando de Química

Essa é a parte do canal onde o professor ensina pequenos experimentos de química que qualquer pessoa pode realizar na cozinha de sua casa. Tem vídeos sobre a montagem de uma mágica torre de líquidos, dança das cores no leite, vulcão de bolhas entre outros. Cada vídeo vem acompanhado da explicação química de modo simples e interativo.

Apesar do canal ter sido criado para alunos universitários, muitos que ainda estão no ensino médio também utilizam o canal como forma de estudar os conteúdos e sanar dúvidas.

O professor Leonardo interage com os alunos que



seguem o canal e está sempre atento aos pedidos. Para ajudar os alunos criou uma parte do canal de resolução de questões de vestibular, onde ele resolve questões de provas do ENEM, UERJ entre outros concursos públicos.

Ele vê que o canal pode ser muito útil para ajudar os alunos a perder o medo de estudar química.

Durante o ano de 2018 o educador visitou universidades e escolas de ensino médio para levar motivação extra para os alunos e aumentar o interesse pela química por meio da realização de experimentos. Alguns dos eventos foram:

► No Centro Educacional Alexis Novelino, em Cabo Frio, foram realizados diversos experimentos com os alunos como química das cores, torre de líquidos, construção de moléculas com jujubas e palitos de dente.

► No Colégio Estadual Sarah Kubitschek, em Campo Grande, ministrou uma palestra no dia mundial da limpeza sobre o descarte consciente de óleo de cozinha, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes e dos prejuízos que eles podem causar no meio ambiente.

► Na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica, ministrou um seminário sobre o canal e os conteúdos que podem ajudar no decorrer da vida universitária.

O programa está à disposição para novas visitas.

Caso alguma instituição tenha interesse e acredite que o projeto possa ser significativo no estímulo de estudar química, pode fazer contato por meio do e-mail: formuladesolucoes@gmail.com. "É gratuito", informa Leonardo.

VIII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde aborda desafios na valorização da biomassa

Durante os dias 6 e 7 de novembro o epicentro da Química Verde no Brasil se deslocou para Três Lagoas no Mato Grosso do Sul. Esta pequena cidade de cerca de 50 mil habitantes, situada na fronteira com o Estado de São Paulo, pode ser considerada hoje a capital mundial da celulose e sedia algumas das mais importantes unidades de transformação de produtos agropecuários e o Instituto Senai de Inovação em Biomassa (ISI Biomassa). O Diretor-Regional do Senai, Rodolpho Caesar Mangialardo, destacou a oportunidade de sediar o evento, pela primeira vez em Mato Grosso do Sul. Mostrou que a economia do estado está muito atrelada à área do agronegócio, e que o estado é o 5º mais competitivo do País.

O VIII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde deste ano, realizado no ISI Biomassa, foi dedicado a valorização de resíduos reunindo cerca de cem profissionais, pesquisadores e estudantes que desenvolvem projetos de química verde de interesse de indústrias como alimentos, biocombustíveis, construção civil, cosméticos, geração de energia, mineração, óleos e gorduras, papel e celulose e produtos agroindustriais para

apresentar resultados recentes de seus trabalhos, discutir temas relevantes para a área, participar de cursos e realizar atividades de “networking”.

Ao abrir o Encontro, a Diretora do Instituto, Carolina Andrade, enfatizou a mobilização das indústrias, instituições de pesquisa e órgãos de fomento, tais como Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) para discutir a transformação da biomassa e o aproveitamento de resíduos. Em seguida o coordenador de pesquisas do ISI Biomassa, José Paulo Castilho, fez uma apresentação da rede Senai e dos 25 institutos de inovação existentes no País. Lembrou que os Institutos foram criados para ajudar a indústria a desenvolver novos produtos e processos para aumentar sua competitividade e a lógica do trabalho em rede é que os diversos institutos tenham uma especialidade, de modo a atender todo o Brasil. As atividades desenvolvidas no ISI Biomassa são divididas em quatro áreas: biotecnologia, resíduos, materiais e energia e sustentabilidade.

O Professor Bradley Olsen, do Massachusetts Institute of Technology – MIT, um especialista no desenvolvimento de materiais para determinadas

aplicações e que se dedica ao entendimento da ciência fundamental na qual se baseia o desenho de materiais, falou sobre seus trabalhos em “Biosynthesis of natural polymers and their bioconjugates for green materials”. A Dra. Maria Teresa Borges Pimenta, da Suzano proferiu a conferência plenária “Potencial da Lignina Kraft como Matéria-Prima para Produtos Renováveis”, detalhando as oportunidades de obtenção de produtos de maior valor agregado a partir da lignina



Diretora do ISI Biomassa, Carolina Andrade, abre o evento



e apresentando uma nova unidade industrial para obtenção de produtos derivados para aplicações em diferentes mercados, como termoplásticos, borracha, concreto assim como em resinas fenólicas, O professor do curso de Nanotecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Pedro Romano, apresentou a conferência “Conversão catalítica de produtos derivados de biomassa assistida por micro-ondas”. Ele mostrou que é possível desenvolver rotas tecnológicas sem utilizar metais nobres e que se pode trabalhar em condições de reação mais brandas e obter rendimentos tão altos ou maiores do que os que são obtidos em processos industriais. Apresentou também rotas de obtenção de sorbitol via intensificação de processos.

A mesa redonda “Aproveitamento de matérias primas e materiais em correntes de resíduos de biomassa”, foi coordenada por Luiz Alberto Colnago, da Embrapa Instrumentação. José Manoel Marconcini, da Embrapa Instrumentação mostrou o potencial de diversos resíduos tanto industriais quanto agroindustriais. Em seguida, o professor Fernando Araripe, da UnB mostrou que a biologia genética está caminhando para o desenvolvimento de sequenciamento de genes e de clones, chamando a atenção para as questões éticas envolvidas. Finalizando, o professor Antônio Aprígio da Silva Curvelo, da USP de São Carlos, mostrou

que um dos fatores para o desenvolvimento de derivados da biomassa de alto valor agregado seria o escalonamento de processos hoje em bancada ou em escala piloto.

A mesa redonda “O papel de agentes financeiros na formulação, acompanhamento e viabilização financeira de

projetos com elevado grau de incerteza”, foi coordenada por Alessandro Rizzato, da Solvay e teve como participantes Edgard Rocca, da Finep e Markus Will, da ENRICH.

Abrindo a mesa redonda “Desafios e Tendências na Valorização da Biomassa em Correntes Industriais”, o gerente de pesquisa e tecnologia para a América Latina da Croda, Emerson Dallan, apresentou o projeto da empresa relacionado ao aproveitamento do bagaço da cana. Ele ressaltou que a cera de cana é um material quimicamente bastante interessante para a indústria de tensoativos e surfactantes. Em seguida, o empresário Leonardo Zambotti Vilella, da Bioativos Naturais, destacou que a empresa pretende ser uma refinaria 360 graus com aproveitamento integral das biomassas com as



quais trabalha, desde resíduos agroindustriais até produtos in natura, utilizando tecnologia de extração supercrítica por CO₂. Na sua apresentação, o gerente de operações da Eldorado, Antonio José de Souza, fez uma breve descrição do projeto de construção de uma termelétrica para a produção de 50 megawatts de energia utilizando tocos de eucalipto. A empresa está fazendo experimentos e testes e a operação deve começar em 2020. Finalizando as discussões, o coordenador do Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Ricardo Soares, destacou que a biomassa é hoje o novo petróleo ou o petróleo ecológico, e que o Brasil tem um papel importante na utilização dos resíduos de biomassa e em transformá-los em produtos de maior valor agregado.

Abrindo a mesa redonda “Sustentabilidade e Conservação do Meio Ambiente na Mineração”, coordenada por Carlos Peiter, do Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), destacou que, como a mineração também lida com recursos naturais não renováveis, há grandes desafios para o setor em termos de sustentabilidade. Na avaliação do pesquisador do Instituto Senai de Inovação em Tecnologias Mineraias (ISI Tecnologias Mineraias), Adriano Lucheta, a sustentabilidade do setor mineral é um assunto bastante complexo devido à mineração corresponder a um setor primário, ou seja, que depende muito da extração. Ele reforçou que uma das iniciativas é a utilização de minérios marginais a partir de processos biológicos e a recuperação de metais dissolvidos em drenagem ácida de mina. O empresário Almir Trindade, da Antares Reciclagem, empresa recicladora de ácido sulfúrico,

apresentou um projeto que está em desenvolvimento e foi contemplado com o prêmio da Fundação Newton da Universidade



Maria Teresa Pimenta

de Cambridge, na Inglaterra, para desenvolvimento no Brasil da primeira planta de reciclagem de chumbo por via hidrometalúrgica. Para o desenvolvimento do processo, será utilizado ácido cítrico, que será produzido no Brasil. O projeto será desenvolvido em parceria com o ISI Biomassa. Já o pesquisador da Vale, Fabricio Parreira, destacou o projeto S11D da Vale no complexo Eliezer Batista, em Carajás. Trata-se da maior unidade produtora de minério de ferro do mundo e não usa água. Ele esclareceu que, devido à qualidade do minério de ferro, foi possível desenvolver uma tecnologia que não requer água.

O Encontro contou ainda com as seguintes atividades: O *workshop* Empreendedorismo Tecnológico, ministrado por Priscila Maria Teixeira Gonçalves de Souza, bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial do CNPq do INCT Midas. O minicurso “Introdução a Processos Químicos Verdes” ministrado pelo professor Estevão Freire, da Escola de Química da UFRJ. O minicurso “Avanços recentes e novas tecnologias em análise instrumental com sistemas de cromatografia” ministrado por Danilo Pieroni, gerente da Nova Analítica. Também foi proporcionada aos presentes uma visita guiada às instalações do ISI Biomassa.

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.

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

Contato:
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, Estevão

Diagramação e arte:
Adriana dos Santos Lopes.

Os textos assinados são de responsabilidade de seus autores.

PIONEIROS DA QUÍMICA

Leopoldo Américo Miguez de Mello

Leopoldo nasceu no Rio de Janeiro em 9 de fevereiro de 1913. É o filho mais velho de Álvaro Miguez de Mello (1880-1954), advogado, e de Isabel Hygino Miguez de Mello (1883-1981), professora. O casal teve mais um filho, Theotônio Flávio Miguez de Mello (1915-1997), que foi professor e médico. Assim como seu irmão, Leopoldo estudou em colégios de alto padrão: Colégio Militar e Liceu Francês (Liceu Franco-Brasileiro).

Diplomado em Química Industrial pela Escola Nacional de Química (ENQ, atual Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, EQ/UFRJ) em 1935, iniciou sua carreira profissional na própria ENQ, como professor (Física Industrial [Operações Unitárias]), como gerente técnico da Química Mercúrio, e também como químico industrial na Standard Oil Co. of Brazil. Também fez um curso junto à Escola Superior de Guerra (ESG) em 1953.

Em 1947, ingressou no então Conselho Nacional de Petróleo (CNP, criado pelo Presidente Getúlio Vargas em 1938), na qualidade de especialista químico. O CNP

inaugurava uma nova fase política e econômica voltada à exploração e à indústria do petróleo: nacionaliza-se o petróleo antes de sua descoberta, fase essa caracterizada por conflitos externos e internos entre os interesses nacionais e os dos grandes grupos petrolíferos internacionais em relação à exploração e ao refino. Nessa disputa entre nacionalistas e favoráveis à abertura ao capital externo, insistiu-se no monopólio estatal do petróleo, o que culminaria, a partir de 1947, na campanha denominada “O Petróleo é Nosso”.

Um dos principais problemas enfrentados pelo CNP naquela época era a falta de mão de obra qualificada no território nacional para as atividades da indústria de refino e de exploração do petróleo. Uma das primeiras alternativas foi a formalização de acordos com empresas estrangeiras contratadas para aqui se instalarem a fim de treinar brasileiros junto ao trabalho realizado por elas. Paralelamente a esses treinamentos, alguns profissionais brasileiros eram enviados ao exterior para aperfeiçoamento e profissionalização.



Turma de formandos de Química Industrial pela Escola Nacional de Química (1935). Leopoldo Miguez é o primeiro à esquerda

FOTO: Arquivo RQI

Porém, essas tentativas não estavam resolvendo o problema de falta de profissionais, seja pelo pequeno número de brasileiros que eram aqui treinados, seja pela reduzida mão de obra que aqui permanecia em decorrência do envio de brasileiros ao exterior. A indústria de refino crescia e a busca por novos poços de petróleo continuava. Foi nesse contexto que Leopoldo Miguez chegou ao CNP. Lá,

ocupou os cargos de Chefe de Gabinete, consultor da construção do oleoduto Santos-Jundiaí, membro da comissão especial da indústria petroquímica, assistente-chefe de oleodutos, superintendente de operações da refinaria Presidente Bernardes, chefe da obra da construção da fábrica de borracha sintética e chefe do escritório de distribuição de derivados de petróleo.

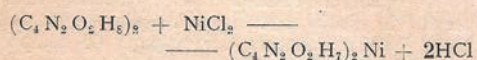
O entusiasmo com que Leopoldo Miguez trabalhava no CNP é espelhado por um depoimento feito por Kurtz Politzer (1922-2010), outro grande pioneiro de nossa química, após voltar de seu doutoramento nos Estados Unidos: *"Eu tinha a possibilidade de trabalhar em uma multinacional americana que queria se instalar no Brasil, mas o Leopoldo me convenceu que o grande desafio estava no petróleo. O Leopoldo tinha sido o meu professor na Escola de Química da UFRJ e, quando ele soube que eu tinha voltado ao Rio de Janeiro, logo me procurou. Eu expliquei a ele que eu estava muito isolado lá no sul, que não tinha queixas mas era uma situação que em poucos anos me deixaria muito distante de outros mercados. Então ele disse: "você vem trabalhar com a gente no CNP, nós estamos crescendo muito, precisamos de profissionais como você". Ele estava com uma série de projetos em andamento e absolutamente convicto de que seriam muito importantes para o país. Contou que já tinham contratado um projeto completo de uma refinaria*

Apresentação de um método para determinação de níquel em minério de níquel

C. E. NABUCCO DE ARAUJO JR.
LEOPOLDO MIGUEZ DE MELLO
Químicos Industriais

1. OBJETIVO: — A apresentação deste método tem em mira permitir uma ampla discussão sobre a melhor forma de se determinar o níquel em um minério de níquel contendo um teor inferior a 15 %. A importância deste objetivo é patente e necessária, uma vez que já temos exportado, para o estrangeiro, apreciáveis quantidades de minério das minas de Livramento e possuímos uma das maiores jazidas de níquel em São José de Tocantins.

2. APLICAÇÃO: — O método que propomos pelo presente se baseia na reação entre o níquel e a dimetilgloxima, representada pela seguinte equação: —



Este método, contudo, só tem aplicação em material que possua um máximo de 10 a 15 % de níquel, porquanto o precipitado com a dimetilgloxima é volumoso. Trata-se, porém, de um método rápido e bastante exato para minérios contendo menores teores de níquel.

3. PRECAUÇÕES A TOMAR: — Quantidades excessivas de elementos que se hidrolisam com facilidade, assim como tungsteno, silício, cobalto e cobre, necessitam ser removidas por separações preliminares afim de não prejudicar ou interferir na marcha da análise. Nenhum destes elementos comuns oferece, contudo, quaisquer dificuldades quando se encontram presentes em quantidades moderadas.

4. MÉTODO ANALÍTICO: — a) Decompõe-se uma quantidade de minério que encerre

Setembro de 1940 — 299

REVISTA DE QUÍMICA INDUSTRIAL

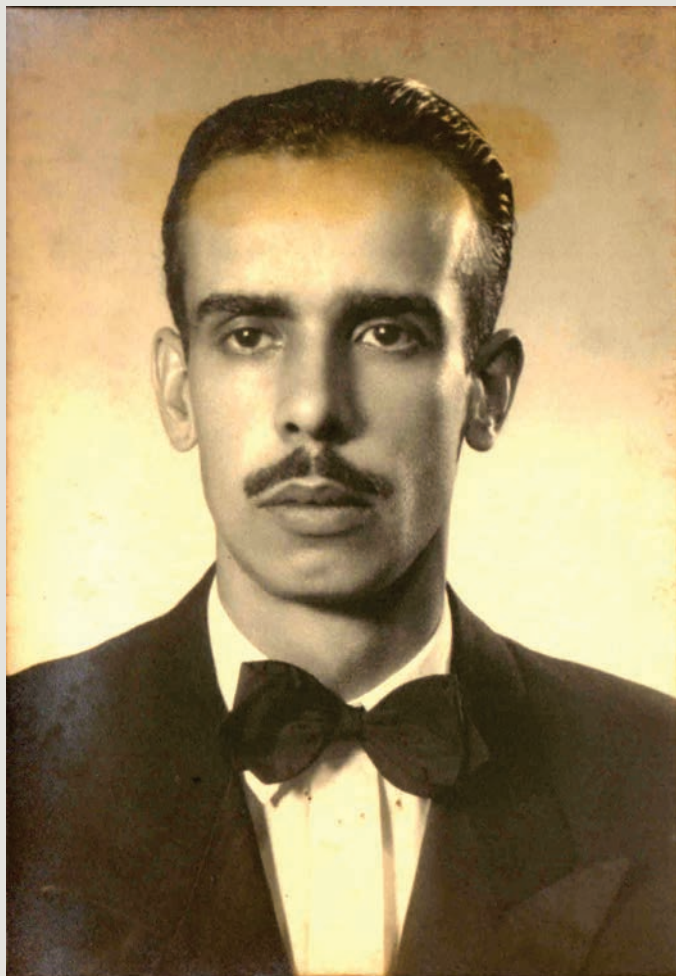
11

Primeiro trabalho publicado por Leopoldo Miguez, na Revista de Química Industrial

que estava sendo montada na Bahia e que fariam outra na cidade de Cubatão em São Paulo, assim precisavam da pessoa certa para liderar o projeto. (...) Sabia que o Leopoldo tinha a autonomia do conhecimento e uma enorme capacidade de gestão e negociação."

As atividades de Leopoldo Miguez no CNP sempre se relacionaram a empreendimentos que ele próprio ajudou a conceber e pôr em prática. Em 1952, o CNP investiu na criação de um setor que pudesse formar profissionais especializados, o Setor de Supervisão do Aperfeiçoamento Técnico – SSAT, com o objetivo de gerar mão de obra técnica e especializada e utilizá-la como instrumento de ação. No mesmo ano, o SSAT criou o primeiro curso de refinação do petróleo. A atitude do CNP estava relacionada principalmente à necessidade do país em desenvolver o seu próprio know-how, e não continuar a depender do conhecimento e técnica de outros países. Chega-se, assim, no momento em que se passou a investir na construção de técnicas, equipamentos e principalmente de profissionais relacionados ao petróleo.

Em 1953, surgiu a Petrobras, que acabou por absorver gradativamente as atividades do CNP. Após a Petrobras absorver o SSAT, em 1955, a empresa investiu nesse mesmo ano na criação do Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisa de Petróleo (CENAP), em



Prof. Leopoldo Miguez, homenageado pela turma de formandos da ENQ da Universidade do Brasil, 1942

parceria com a então Universidade do Brasil (atual UFRJ), com objetivos de promover cursos voltados ao aperfeiçoamento e profissionalização de mão de obra, bem como implementar pesquisas tecnológicas voltadas ao petróleo. Leopoldo Miguez estava lá. Os cursos de aperfeiçoamento e profissionalização voltados para o nível superior correspondiam a um maior contato com o ensino universitário no país. Os cursos para aperfeiçoamento e profissionalização aplicados pelo CENAP corresponderam à refinação do petróleo, manutenção de equipamentos de petróleo, geologia introdutório e geologia do petróleo, e engenharia do petróleo.

A primeira inserção da pesquisa aplicada à atividade industrial ocorreu na Refinaria Duque de Caxias (REDUC), no Estado do Rio de Janeiro (inaugurada em 1961), cuja matéria-prima era o petróleo vindo do Oriente Médio. Para possibilitar o uso do petróleo

nacional, mais pesado, era preciso alterar as condições de operação da refinaria, o que foi feito por técnicos brasileiros. O êxito na modificação das condições técnicas da REDUC fortaleceu a atividade de pesquisa nesse setor. O trabalho realizado pelo CENAP, a mobilização industrial, o desenvolvimento tecnológico e a criação de novos cursos universitários levaram à expansão da indústria petrolífera para o desenvolvimento centrado na pesquisa.

Em 1963, Leopoldo Miguez representou a Petrobrás no que se referia a assuntos de petróleo e petroquímica, como coordenador do Grupo Técnico Premex – Petrobrás, e no Comitê Nacional Brasileiro da Conferência Mundial de Energia, no ano seguinte. Ainda em 1963, foi criado um grupo de trabalho pela própria Petrobras designado para estudar a criação de um órgão que pudesse conduzir as pesquisas tecnológicas, procurando solucionar problemas técnicos por meio do conhecimento científico, tecnológico e prático, e, em paralelo, o da mão de obra. Dessa maneira, cabia também a esse "Centro de Pesquisa", recolher, sistematizar e divulgar documentação de interesse científico ou tecnológico para a indústria do petróleo. Para essa organização, que viria a ser constituída em 1966 (quando Leopoldo Miguez era presidente da Petrobrás), foram contatadas, e até mesmo visitadas, diversas companhias estrangeiras que pudessem de alguma forma contribuir para a constituição desse órgão. E de acordo com as respostas das companhias começou-se a reunir informações e a estruturar uma proposta de criação e organização do Centro de Pesquisa. Leopoldo Miguez apoiava fortemente este projeto. Uma das principais questões relativas ao Centro de Pesquisa foi ter um único local de trabalho, abrangendo toda a cadeia desde Exploração, Produção, Refinação e Petroquímica. O local para instalação deveria ser próximo a um grande meio universitário. A decisão final foi a transferência da antiga sede do CENAP na Praia Vermelha (bairro da zona sul do Rio de Janeiro) para a ilha do Fundão, junto à UFRJ. Concretizava-se assim o CENPES - Centro de Pesquisas da Petrobras. Gradativamente, técnicos estrangeiros foram sendo substituídos por profissionais brasileiros. Em 1968, as pesquisas do CENPES auxiliaram na primeira

na primeira descoberta de petróleo no mar, no Campo de Guaricema, em Sergipe. No mesmo ano foi perfurado o primeiro poço submarino na Bacia de Campos, Estado do Rio de Janeiro.

Nomeado presidente da Petrobrás em 8 de abril de 1964, Leopoldo Miguez permaneceu até abril de 1967. Três meses depois assumiu a diretoria da Siderúrgica de Santa Catarina, permanecendo até novembro de 1969, quando foi nomeado Diretor da Petrobrás. Leopoldo Miguez também coordenou a Assembleia Geral de Constituição do Instituto Brasileiro de Petróleo (IBP), criado em novembro de 1957, no Rio de Janeiro. Foi seu primeiro presidente (1957-1964) e depois conselheiro (1964-1975), sempre acompanhando toda a evolução do Instituto.

Leopoldo Miguez foi membro muito ativo da Associação Química do Brasil (AQB), onde participou das comissões de Ensino de Química e Admissão de Sócios, bem como conselheiro e diretor da Divisão de Combustíveis e Lubrificantes. Após a união da AQB com a Sociedade Brasileira de Química, resultando na ABQ que hoje conhecemos, manteve-se sócio ativo da ABQ até sua morte, permanecendo nas mesmas comissões em que atuara na AQB. A ABQ, por ocasião do XXVIII Congresso Brasileiro de Química em Porto Alegre (outubro de 1988), teve a oportunidade de expressar uma homenagem por ocasião do 35º aniversário de criação da Petrobrás: *"A Associação Brasileira de Química no transcurso dos 35 anos da Petrobrás, tem a honra de homenagear o Dr. Leopoldo Américo Miguez de Mello como químico que, além de ter dignificado a profissão, lutou para o fortalecimento da principal Empresa Química do País"*.

Afora sua intensa atividade profissional, Leopoldo Miguez publicou alguns trabalhos de cunho técnico-científico. A RQI conta com quatro trabalhos. Curioso é que o primeiro deles, publicado em 1940, nada tinha a ver com a atuação que caracterizou sua vida. Já os demais são o espelho fiel de suas atuações profissionais mais marcantes. Publicou ainda um trabalho nos Anais da AQB (1942).

Leopoldo Miguez de Mello faleceu no Rio de Janeiro em 23 de fevereiro de 1975, pouco depois de

completar 62 anos. Ele estava internado para retirada de um tumor no queixo. Casou-se com Nadir Miguez de Mello em 1937. Não teve filhos. Ao sepultamento, no cemitério de São João Batista, compareceram centenas de pessoas, incluindo membros do alto escalão do IBP, o então presidente da Petrobrás (General Araken de Oliveira) e o governador do então Estado da Guanabara, Faria Lima.

Seus 28 anos de sua vida dedicados ao desenvolvimento da indústria de petróleo impactaram sobremodo o *status* atual dessa atividade no Brasil. Sua capacidade de conciliar a vida acadêmica com a profissional ajudou a formar brilhantes gerações de profissionais. Agraciado com vários prêmios e honrarias em vida, Leopoldo foi descrito como um grande incentivador, um homem de alta visão, e que com sua extrema habilidade foi conquistando uma posição de destaque no CNP, na CENAP, na Petrobrás e no IBP. Seu trabalho intenso no âmbito do CNP e do CENAP ajudou na criação da Petrobrás. Ele tinha muitos atributos pessoais que muito contribuíram para seu sucesso profissional. "Leo", como era chamado pelos amigos mais próximos, era uma pessoa simples, bem-humorada e despida de vaidades, sempre encontrava tempo para ajudar algum colega. Possuía uma enorme paciência e capacidade e encarar um problema de várias facetas diferentes até encontrar uma solução e, o que é mais importante, convencer outras pessoas a experimentá-la. Atribui-se a ele o "modelo tripartite", que viabilizou a implantação da indústria petroquímica no país. Seus alunos o tinham como mestre e companheiro. Ele procurava estimular o interesse de seus alunos por assuntos da profissão, organizando visitas e propondo projetos. Encarar os grandes desafios da Petrobrás do ponto de vista técnico não era um problema para Leopoldo Miguez.

A importância extraordinária de Leopoldo Américo Miguez de Mello é hoje reconhecida de várias formas.

Talvez a mais eloquente delas seja a homenagem que a Petrobras lhe concedeu ao denominar seu Centro de Pesquisas como "Centro de Pesquisas Leopoldo



Futura sede do CENPES - Centro de Pesquisas da Petrobrás Leopoldo Américo Miguez de Mello, em construção na Ilha do Fundão, década de 1960

Américo Miguez de Mello”, em 1975, logo após sua morte. Além disso, uma escola estadual no município fluminense de Angra dos Reis leva seu nome. Com o objetivo de perpetuar a memória de seu fundador, o IBP criou, em 1976, o Prêmio Leopoldo Américo Miguez de Mello, com o objetivo de reconhecer publicamente a contribuição de personalidades que tenham atuado para transformar e desenvolver a indústria de petróleo, gás e biocombustíveis no Brasil. Uma das obras usadas nesta resenha, “Leopoldo: os caminhos de Leopoldo Américo Miguez de Mello”, mostra em detalhe toda a sua trajetória no âmbito do petróleo no país.

Referências

Índice Biográfico de Sócios da Associação Brasileira de Química, 3ª edição. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química, 1957, p. 113-114.

Índice Biográfico de Sócios da Associação Química do Brasil, 2ª edição. Rio de Janeiro: Associação Química do Brasil, 1943, p. 85.

“Leopoldo Miguez, Diretor Industrial da Petrobrás, é sepultado na Guanabara”. *Jornal do Brasil*, edição de 24 de fevereiro de 1975.

de Araújo Jr, C. E. N.; de Mello, L. M. Apresentação de um método para determinação de níquel em minério de níquel. *Revista de Química Industrial* **1940**, *101*, 11-13.

Moggi, A. S. Memória da Petrobrás (entrevistadores: José

Luciano de Mattos Dias e Margareth Guimarães Martins). Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil, 1988.

Peyerl, D. A contribuição do conselho nacional do petróleo e da Petrobras na formação de profissionais

para a exploração do petróleo no Brasil. Tese de doutorado. Universidade de Campinas, 2014.

Turchi, L. M.; de Negri, F.; de Negri, J. A. (eds) Impactos Tecnológicos das Parcerias da PETROBRAS com Universidades, Centros de Pesquisa e Firms Brasileiras. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada e Petrobras, 2013.

Ribeiro, A. Leopoldo: os caminhos de Leopoldo Américo Miguez de Mello. Rio de Janeiro: CENPES, 2010.

Motoyama, S. (org.) Prelúdio para uma história: ciência e tecnologia no Brasil. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

Saraiva, E. As Empresas Estatais como Instrumento da Política Científico-Tecnológica. *Cadernos EBAPE.PR*, edição especial, 2005, p. 1-14.

Politzer, K. Entrevista concedida a Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e Suas Especialidades. *Revista Facto*, setembro de 2008, n. 15.

Homenagem a Leopoldo Américo Miguez de Mello. *Revista de Química Industrial*, **1988**, *667*, 15-16.

Nota do Editor

Os trabalhos publicados por Leopoldo Américo Miguez de Mello na *Revista de Química Industrial* e nos *Anais da Associação Química do Brasil* podem ser acessados a partir do menu de autores desses periódicos:

- ▶ <http://www.abq.org.br/rqi/RQI-lista-por-autores.pdf>
- ▶ <http://www.abq.org.br/publicacoes-historicas/Indice-de-autores-revisado-1942-a-1950.pdf>

PIONEIROS DA QUÍMICA

Fritz Feigl

Fritz Feigl (antes, Friedrich Feigl) nasceu em Viena, então capital do Império Austro-Húngaro em 15 de maio de 1891. Seus pais eram Semú e Jeanette Feigl. Sua família, de origem judaica, pertencia à alta burguesia. Teve uma educação esmerada em Viena. Sua primeira inclinação foi para a literatura e a música. Por volta de 1911, obteve o bacharelado em humanidades, mas seu interesse por plantas e pela botânica o levou a estudar química, vindo a formar-se em engenharia química na famosa Escola Politécnica em 1914, ano em que publicou seu primeiro artigo. Com o advento da I Guerra Mundial, logo em seguida, Feigl se alistou e serviu ao exército austro-húngaro. Na infantaria, lutou na Rússia, tendo sido ferido em batalha. Ao final do conflito, na qualidade de capitão, Fritz Feigl foi homenageado com medalhas de bronze e prata por atos de bravura e com a Cruz do Serviço Militar.

Em 1919, Feigl retomou seus estudos na Escola Técnica Superior da Universidade de Viena, obtendo seu doutoramento no ano seguinte. Sua tese, “Die Verwendung von Tüpfel-Reaktionen in der Qualitative Analyse”, é tido como a pedra fundamental para o sucesso dos chamados “spot tests” (análise de toque), e da carreira de Fritz

Feigl por toda a sua vida. Recebeu influências de Friedrich Emich (1860-1940) e de Fritz Pregl (1869-1930, laureado com o Nobel de Química em 1923 pelo desenvolvimento da microanálise orgânica quantitativa). A análise de toque é um procedimento analítico de natureza qualitativa, executado com técnica muito simples com o emprego de uma ou poucas gotas de amostra e reagentes, em geral sobre papel de filtro, em que se desenvolve uma coloração característica para a identificação da espécie a ser detectada. O resultado, para que possa indicar a sensibilidade da prova, ou seja, o valor mínimo detectável na menor concentração é expresso mediante o limite de identificação, em microgramas, acoplado ao limite de diluição. O teste é tanto mais sensível quanto menor o limite de identificação e maior o de diluição.

Em 1924, Feigl casou-se com Regine Feigl (1897-1991), judia de origem polonesa. Desta união nasceu Hans Ernst Feigl (1926-1954).

Na Universidade de Viena foi admitido ainda em 1920 como assistente, sendo promovido a docente em 1927, professor extraordinário de Química Analítica Inorgânica, em 1935, e professor catedrático em 1937. Orientou 11 teses de doutorado. Também ajudou a criar um laboratório e lecionou no curso noturno da Universidade Popular de Viena, instituída pelo governo para proporcionar oportunidade de estudos aos ex-combatentes da I Guerra Mundial que trabalhavam durante o dia. Sua produção científica contava até então com mais de cem trabalhos. Feigl já era reconhecido internacionalmente. Esta fase de sua vida se estendeu até 1938.

Com a invasão da Áustria pelo exército alemão em maio de 1938, a vida de Feigl mudou radicalmente. Perdeu a sua posição na Universidade de Viena.



Fritz Feigl

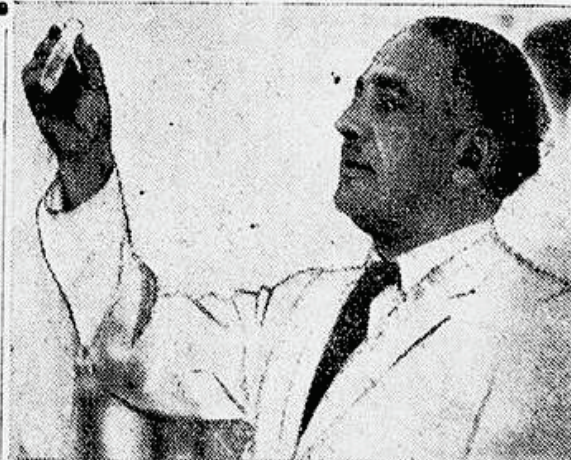
Deixou o país, indo para a Suíça e, em seguida para a Bélgica com sua família, estabelecendo-se na cidade de Ghent para dirigir um laboratório de pesquisa industrial, vindo também a lecionar na universidade local. Bem adaptado e sempre produtivo, foi, porém, novamente atingido pelos acontecimentos políticos quando, em 1940, os nazistas invadiram a Bélgica, sendo logo enviado para um campo de concentração perto de Perpignan, sul da França. A esposa que, juntamente com o filho, conseguira rumar para Toulouse (ambos não estavam em casa quando Feigl foi preso e deportado), por uma feliz circunstância conheceu o embaixador do Brasil em Vichy, Luiz Martins de Souza Dantas (1870-1954), que se interessou pelo caso e providenciou o visto para que os três viessem para o Brasil.

Após atravessar a fronteira espanhola chegaram a Portugal e, finalmente, embarcaram no navio Serpa Pinto, chegando ao porto do Rio de Janeiro em 29 de novembro de 1940.

Graças à visão e ao espírito empreendedor de Mário Abrantes da Silva Pinto, então Diretor do Laboratório da Produção Mineral (LPM) do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) do Ministério da Agricultura, e Professor da Escola Nacional de Química (atual Escola de Química da UFRJ), Feigl foi contratado para a instituição poucas semanas após a sua chegada. Mário desejava aproveitar a capacidade de cientistas fugidos da Alemanha nazista para implantar um centro de pesquisas microquímicas que fosse referência no Brasil e na América do Sul. No LPM, teve à sua disposição um laboratório muito modesto que somente após alguns anos pôde ser substituído por instalações bem melhores, mas ainda sem a folga de espaço que seria desejável para um cientista de seu porte e de sua capacidade produtiva. Ali, trabalhou intensamente, desde o início, não apenas com colaboradores brasileiros, mas também com estrangeiros, os quais o procuravam espontaneamente, vindos de vários países,

Realizada no Brasil a mais importante investigação micro-analítica do mundo

VAMOS LER! é uma janela sobre o mundo.



Flagrante do professor Fritz Feigl

O professor Fritz Feigl, cientista de renome universal e os seus sensacionais trabalhos no L. C. P. M. do Ministério da Agricultura — Por que veio para o nosso país — Catedrático da Universidade de Viena — Palestrando com o detentor de numerosos prêmios científicos

Fragmento do Jornal "A Noite" mostrando a repercussão dos trabalhos de Feigl menos de um ano depois de chegar ao Brasil

principalmente dos Estados Unidos, Japão, Israel e Argentina. Começava assim a segunda fase de sua brilhante trajetória. Sua receptividade em nosso país pode ser atestada por publicações em jornais de grande circulação no Rio de Janeiro, como o "A Noite" que, em edição de 5 agosto de 1941, destacava em sua primeira página "Realizada no Brasil a mais importante investigação micro-analítica do mundo".

Em seus primeiros anos de atividade na Áustria, Feigl dirigiu seu foco principalmente à aplicação de reações inorgânicas. Logo, porém, ele ampliou os estudos no campo da química orgânica. Em 1931 era publicada a primeira edição de sua famosa obra "Qualitative Analysis by Spot Tests: Inorganic and Organic Applications", com sucessivas edições e traduções em numerosas línguas, inclusive japonês e hindu. Os dois livros reúnem os resultados de paciente e exaustivo trabalho, conduzido com seus colaboradores, de controle e seleção de milhares de testes e incluem a evolução da técnica que com o uso de diferentes utensílios e a introdução de novas ideias foi ampliando o campo de ação, não se limitando à análise de soluções mas também de amostras sólidas e

gasosas. É realmente notável como Feigl conseguia valer-se dos mais variados fenômenos para criar novos testes. Assim, por exemplo, aproveitou a capilaridade do papel de filtro para realizar separações explorando as diferenças de velocidade de migração de diferentes espécies, utilizou efeitos catalíticos provocados por teores baixíssimos de substâncias, valeu-se da pirólise na análise de sólidos e, sobretudo, usou com maestria o efeito de complexação para alcançar seletividade e especificidade. Mas, se a simplicidade e elegância da técnica encantavam, muito mais importante – e é preciso ressaltar – é o domínio deveras admirável que possuía das reações químicas. Aliando a imaginação ao raciocínio, Feigl e sua equipe conseguiam mudar o curso de uma reação e obter efeitos surpreendentes. Enfatizava-se a importância do condicionamento do meio, para mostrar que mais do que da reação em si a sensibilidade e seletividade do teste dependem das condições em que ela é conduzida.

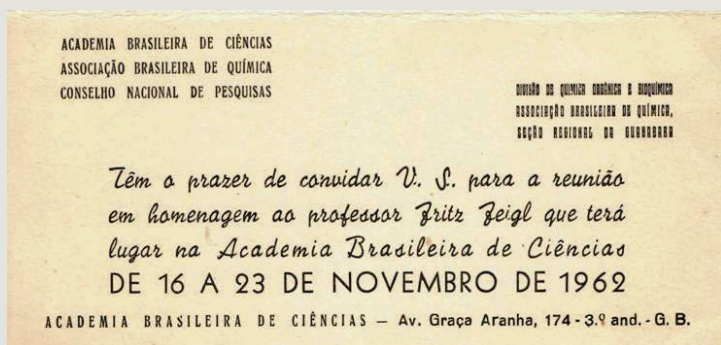
Toda essa riqueza de conhecimentos e a genialidade em deles saber fazer uso transparecem nitidamente no livro que é considerado a sua maior obra, “Chemistry of Specific, Seletive and Sensitive Reactions”, já escrito no Brasil e publicado em 1949. O texto contém capítulos que constituem contribuição de largo espectro no campo da química, como, por exemplo, os que cuidam do emprego de compostos de coordenação e o relativo à “formação genérica e reações topoquímicas”. Esta obra de Feigl é considerada um dos maiores textos não só da química analítica, mas da química em geral.

Em reconhecimento ao seu valor e produtividade científica, Feigl recebeu a cidadania brasileira em 1945. Ele recebeu vários convites de universidade e instituições científicas do exterior, mas sempre os recusou alegando

que não deixaria o Brasil, país que adotou como pátria e pelo qual declarava ter uma grande dívida de gratidão por ter sido aqui acolhido, juntamente com a família, em momento extremamente difícil de sua vida. Com a criação do CNPq em 1951, Feigl recebeu uma bolsa de “Pesquisador Conferencista”.

A produção científica de Feigl no Brasil foi muito grande, pois das mais de 600 publicações que deixou, mais de 400 resultaram de seus trabalhos em nosso país, superando a produção registrada na fase europeia. Só deixou de produzir no período de fuga e estabelecimento no Brasil (1940-1941). Chegam a milhares as citações a seus artigos e livros em bases de dados. Destes, sete trabalhos foram publicados nos Anais da Associação Química do Brasil (1942-1949), quatorze nos Anais da Associação Brasileira de Química (1951-1965) e sete na Revista da Sociedade Brasileira de Química (1942-1950). Sua relação com a AQB, a SBQ (as duas raízes da nossa ABQ de hoje) e a própria ABQ foi muito intensa durante toda a sua vida no Brasil. Participou do Primeiro Congresso realizado pela AQB em São Paulo (julho de 1941), apresentado as atividades que o LPM então desenvolvia, e nos Congressos Brasileiros de Química de 1943 a 1965.

Feigl era uma pessoa afável, de fácil diálogo e comumente de bom humor, era apaixonado pelo Rio de Janeiro, em especial por Copacabana. Sua ética profissional e pessoal, o rigor e a busca da perfeição eram marcantes. Tinha personalidade forte e carismática. Sempre reconheceu o trabalho de seus associados. Em 1954 sofreu um grande trauma com o falecimento, a 16 de outubro, de Hans Feigl, seu filho único, aos 28 anos, vítima de leucemia. Era também químico e se encontrava na Suíça, em estágio de pós-doutorado com o famoso químico orgânico Paul Karrer (1889-1971). Apesar da enorme dor, reagiu dedicando-se ainda mais intensamente ao seu trabalho. Feigl permaneceu no LPM até aposentar-se compulsoriamente em 1961, quando completou 70 anos. Porém, manteve suas atividades de pesquisa até 1969, quando, por doença grave, teve de interrompê-las. Veio a falecer no Rio de Janeiro, em 27 de janeiro de 1971. Ele, sua esposa Regine e seu filho Hans



estão sepultados no Cemitério Israelita Brasileiro, no Caju, bairro da zona portuária do Rio de Janeiro.

Ainda em vida, Fritz Feigl foi homenageado inúmeras vezes: prêmios, medalhas, títulos universitários *Doutor Honoris Causa*, cidadanias honorárias, membro efetivo ou correspondente de associações científicas, entrevistas e outras publicações sobre sua vida. Apenas para citar alguns exemplos: Comendador da Ordem do Rio Branco; *Doutor Honoris Causa* da Universidade do Brasil (atual UFRJ), da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), da Universidade de São Paulo, da Universidade de Viena e da Universidade Hebraica de Jerusalém; Prêmio Einstein concedido pela Academia Brasileira de Ciências. A ABQ teve a ventura de encabeçar a celebração do 70º aniversário de Fritz Feigl, de 16 a 23 de novembro de 1962, realizada na Academia Brasileira de Ciências. Após sua morte, houve diversas solenidades e homenagens póstumas, como a da Academia Brasileira de Ciências em 1972.

Sua esposa, Regine Feigl, teve formação em química, economia e finanças. Quando, ainda em 1942, Feigl passou a desenvolver um método para extrair cafeína do excedente da produção de café que não podia ser exportado, Regine encarregou-se de montar uma fábrica numa pequena cidade do estado de São Paulo; durante três anos o casal vendeu toda a produção para a Coca-Cola. Ela esteve à frente de grandes empreendimentos imobiliários, como o Edifício Avenida Central (Av. Rio Branco, Rio de Janeiro). Juntamente com seu marido, foi benfeitora de entidades como a PUC-RJ, Museu de Arte Moderna, Pró-Matre e Orquestra Sinfônica Brasileira.

Dentre seus inúmeros colaboradores e orientados, 35 são considerados seus discípulos diretos, e alguns se destacaram em suas atividades, apesar de Feigl não ter se ligado como docente a uma universidade de maneira direta e permanente. O legado de seu trabalho não se limita apenas ao rol de publicações que fez, mas também pela expansão resultante do trabalho de seus seguidores. Os testes desenvolvidos por Feigl e equipe estão hoje presentes em análises ambientais, de alimentos, no ensino de química e ciências correlatas, na química forense, análises clínicas, geológicas, e em kits comerciais.

Feigl empresta seu nome a uma rua do bairro da Freguesia, Jacarepaguá, zona oeste do Rio de Janeiro. No prédio do antigo LPM, uma placa alusiva aos 15 anos de

sua chefia do Laboratório de Microquímica foi decerrada em novembro de 1957. Nesse mesmo ano, na Faculdade de Medicina da então Universidade do Recife (hoje, UFPE), foi inaugurado o laboratório Fritz Feigl de Análise de Toque. Na Áustria, desde 1950, a Universidade de Viena concede o Prêmio Fritz Feigl a trabalhos no campo da microquímica. No Brasil, o Conselho Regional de Química – IV Região (São Paulo) concedeu de 1977 a 2008 o Prêmio Fritz Feigl, homenageando profissionais da química com destaque em suas áreas de atuação e que, em função disso, contribuíram para o fortalecimento da profissão e para o desenvolvimento da Química. O Instituto de Química da UFRJ concedeu entre 2001 e 2006 a medalha Fritz Feigl, destacando a melhor tese de doutorado do ano anterior e ao profissional da química que mais se destacou no ano anterior. Um de seus discípulos mais próximos, Aida Espínola (1920-2015) escreveu uma obra, detalhando toda a trajetória de vida e profissional de Fritz Feigl. Conforme afirmaram eminentes cientistas, Feigl “foi não apenas um dos maiores químicos analíticos de todos os tempos, mas também um químico excepcional”, e que continua hoje a produzir desdobramentos decorridos quase 50 anos de sua morte.

Referências

Espínola, A. "*Fritz Feigl - Atualidade de seu Legado Científico*". Rio de Janeiro: publicação da autora, 2009.

Índice Biográfico de Sócios da Associação Química do Brasil, 2ª edição. Rio de Janeiro: Associação Química do Brasil, 1943, p. 44.

Pioneiros da Química - Claudio Costa Neto. Revista de Química Industrial, 2017, p. 43-51.

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 outubro de 2018 <http://www3.iq.usp.br/uploads/grupos/grupo3-departamento/livroIQUSP.pdf>).

Realizada no Brasil a mais importante investigação microanalítica do mundo. A Noite, 5 de agosto de 1941, nº 10590, p. 1-2.

Inaugurado o Laboratório Fritz Feigl de Análise de Toque. Gazeta da Farmácia, junho de 1957, p. 16.

Hans Feigl. Gazeta da Farmácia, dezembro de 1954, p. 20.



FOTO: Silvana Calado

Olga Lock e Julio Afonso

Entreouvindo a



Como dito no Editorial que abre este número da RQI, a Profa. Olga Lock Sing, Secretária Executiva da Federação Latino Americana de Química (FLAQ), foi uma das personalidades convidadas mais concorridas do 58º CBQ de São Luís. Em meio a sua agenda sempre ocupada, ela conversou rapidamente com o Editor da RQI, falando um pouco sobre a atuação da FLAQ. Fundada há quase 60 anos (1959), tem dentre seus objetivos estimular o intercâmbio entre os Centros de Educação Superior, favorecendo o intercâmbio de ciência e tecnologia que responda às possibilidades urgentes de desenvolvimento na América Latina, promover a organização dos congressos químicos latino-americanos, participar de reuniões internacionais sobre problemas químicos e afins e estabelecer comitês de trabalho que estudem permanentemente os problemas químicos da América Latina.

Olga já tinha vindo ao Brasil diversas vezes, mas nunca a São Luís. Graças ao seu apelo cultural, visto que o Centro Histórico da capital maranhense é desde dezembro de 1997 Patrimônio Cultural da Humanidade, a nobre pesquisadora peruana tinha a oportunidade de conhecer mais um capítulo de nossa riqueza histórica e cultural.

Voltando à FLAQ, Olga disse que os Congressos

Latino-Americanos de Química são realizados a cada dois anos. Este ano, o XXXIII Congresso foi realizado em Havana, capital de Cuba. Foi nele que foi aprovado a realização da próxima edição (2020), na Colômbia (Cartagena). Para as edições seguintes (2022, 2024...), os países signatários podem propor candidaturas, sendo que o país-sede é aprovado em definitivo por ocasião do Congresso anterior a ele.

O Editor comentou que a ABQ já teve a oportunidade de sediar dois Congressos da FLAQ: a XVI edição, no Rio de Janeiro, em 1984 e o III Congresso (quando ainda se chamava Congresso Sul-Americano de Química), no Rio de Janeiro e em São Paulo, em 1937.

Olga disse que deseja fazer uma galeria de fotos de todas as edições do Congresso (que teve início em 1924, em Buenos Aires). O Editor se comprometeu a enviar à Profa. Olga as imagens dos Congressos organizados pela ABQ e ainda do I Congresso Sul-Americano de Química de Buenos Aires. Citou ainda o projeto, hoje em fase final, de digitalização de todos os números da Revista de Química Industrial.

Para ela, a recuperação e a divulgação da memória da química sul-americana é da maior importância para mostrar a nossa identidade e tradição neste campo da ciência.



Associação Brasileira de Química

Regionais da ABQ divulgando a Química no Brasil

ABQ Amazônia Ocidental

Amazônia Ocidental - Eventos

ABQ Pernambuco

*ENHTEC
Hidrotecnologia Como Tema de Debate*

ABQ Paraíba

Nova Regional Paraíba

ABQ Rio de Janeiro

*ABQ-RJ e IFRJ promovem a
1º Olimpíada de Química do
Campus Rio de Janeiro*

Amazônia Ocidental - Eventos

A Regional Amazônia Ocidental da Associação Brasileira de Química é única dentre as hoje existentes, que congrega em sua área de atuação mais de um Estado da Federação: Acre, Amazonas, Rondônia e Roraima. Fundada em 2015, sua sede fica em Manaus, Amazonas.

Suas atividades nos últimos dois anos tiveram

forte relação com as áreas ambiental e de recursos hídricos: cursos, palestras, seminários, audiências públicas, entrevistas em jornal e televisão, sempre com o intuito de discutir os problemas relacionados ao Meio Ambiente e a Química, bem como na divulgação da Profissão do Químico.



Show das Águas, Meio Ambiente e Cidadania, coordenado pela Fundação Rede Amazônica de Televisão, realizado de 06 a 11 de novembro de 2017 no município de Autazes, Amazonas: Curso de Capacitação em Gestão e Conservação de Recursos Hídricos, Seminário: Água, responsabilidade de todos nós; Mesa Redonda: Problemas Ambientais do Município de Autazes.

FOTOS: ABQ-AO



Seminário Realidade dos Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Manaus, no período de 6 e 7 de março 2018, no auditório da Escola Superior de Tecnologia EST-UEA, com a palestra No Limiar das Incertezas: Recursos Hídricos na Cidade de Manaus.



Semana do Meio Ambiente. Inovação para a Conservação do Meio Ambiente e a Transformação da Sociedade. Realizado pelo Colégio Militar de Manaus, do Comando Militar da Amazônia, em junho de 2018, com as palestras Água: da origem e dos pecados capitais na Amazônia, e Amazônia: problemas na gestão e sustentabilidade.

Hidrotecnologia como tema de debate

A Associação Brasileira de Química promove a cada ano uma série de eventos que tem como objetivo desde a difusão de trabalhos de pesquisas nas diversas áreas da química, até a capacitação de profissionais por meio de cursos. Além disso, os eventos promovem a troca de conhecimento por meio de palestras, mesas-redondas, painéis, workshops, proporcionando o intercâmbio entre profissionais do exterior e de vários estados brasileiros.

De 17 a 19 de setembro de 2018, no Auditório da ADUFEPE/UFPE, ocorreu o 1º Encontro Nacional de Hidrotecnologia – ENHTEC.

Dessa forma a ABQ cria mais um evento sistêmico em sua grade de eventos nacionais. Este ocorrerá a cada dois anos e tem por objetivo promover discussões acerca de tecnologias aplicadas aos recursos hídricos (geração de energia, utilização, armazenamento, distribuição, tratamento, reaproveitamento/reuso e uso racional da água), visando a melhoria da qualidade de vida da população e para o desenvolvimento industrial.

O ENHTEC terá como público alvo estudantes de graduação e pós-graduação, empresários, professores, pesquisadores e profissionais da área de química e afins.

Todas as discussões serão focadas nas diversas tecnologias que têm a água como fonte de manutenção da vida no nosso planeta.

Esta 1ª versão coube a ABQ-PE a realização na cidade de Recife.

A solenidade de abertura, no dia 17 pela manhã, contou com a presença da Presidente da Associação Brasileira de Química, Maria de Fátima Vitória de Moura; da Conselheira Federal do Conselho Federal de Química, Ana Maria Biriba de Almeida; do Presidente da ADUFEPE, José Edeson de Melo Siqueira; da representante do Departamento de Engenharia Química da UFPE, Maria de Los Angeles Palha; da Presidente do evento, Silvana Carvalho de Souza Calado.

Em seguida o Prof. Dr. Luis Eduardo Gregolin Grisotto, da COBRAPE e dirigente da ABES, ministrou palestra sob o tema “*Avanços e desafios do Fórum Mundial da Água*”. Seguiram-se debates.

Na parte da tarde, a programação científica contou com a palestra *Água subcrítica e supercrítica - aplicações tecnológicas*, ministrada por Sergio Botelho de Oliveira, do IFG. Em seguida foi realizada a mesa redonda *Gestão de recursos hídricos*.



Luis Eduardo Grisotto, palestra de abertura



Nesta mesa (foto acima), apresentaram-se Ana Maria Cardozo de Freitas Gama, da Secretaria das Cidades do Estado de Pernambuco; Erik Cavalcanti e Silva, da Agencia Pernambucana de Águas e Clima; Flávia Moura de Moraes, da UFPE; Flávio Silva Machado, da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

Nos segundo e terceiro dias, ocorreram as sessões de pôsteres (foto abaixo), de comunicações orais, a palestra sob o tema *Dessalinização de água*, ministrada por Kepler Borges França, da UFCG (1ª foto ao lado de cima para baixo); a mesa redonda sob o tema *Tecnologias aplicadas ao tratamento de águas*, apresentando-se Gilson Lima da Silva e Mauricio Motta, ambos da UFPE; Raimundo Nonato Coelho Silton, da Gasil Gases. Ocorreram ainda dois Temas de Debates: *Biofilme para tratamento de água*, com Maria Cristina Basílio Crispim da Silva, da UFPB e Maria de Los Angeles Fernandes Palha, da UFPE (foto ao centro); *Hidrotecnologia social*, com Nailza Oliveira de Arruda, da Mortin-On e Weruska Brasileiro Ferreira, da UEPB.

O evento ofereceu ainda o mini-curso, com 6 horas: *Capacitação em plano de segurança de esgotamento sanitário: elaboração e implementação*, ministrado por Nolan Ribeiro Bezerra Teixeira, do IFG. O curso teve 21 participantes.

O Simpósio reuniu 92 participantes. Recebeu 22 trabalhos, 19 dos quais aprovados. Dos trabalhos aceitos, 6 foram convidados a fazer Comunicações Orais e os demais foram apresentados em pôsteres.

Para a realização do 1º ENHTEC a ABQ contou com a parceria da Associação dos Docentes da UFPE, que cedeu as instalações para receber do evento, com os

patrocínios da CAPES e do Conselho Federal de Química.

O 2º ENHTEC já está definido para setembro de 2020 na cidade de Goiânia, Goiás.



Nova Regional Paraíba

A mais nova Regional da Associação Brasileira de Química está no Nordeste: o Estado da Paraíba constituiu em agosto passado a criação de sua representação. O texto integral vem a seguir.

"Atendendo à solicitação da Presidente, Maria de Fátima Vitória de Moura, em carta aberta de 9 de agosto de 2018, eu, Marciano Henrique de Lucena Neto, Diretor Regional Nordeste, presidi a reunião proposta na citada carta. As dez horas e quinze minutos, conferimos os associados do Estado da Paraíba, devidamente quites com a anuidade 2018, segundo arquivo que nos foi enviado pela Secretaria da ABQ. Registramos a presença de Marta Celia Dantas Silva, Sayonara Andrade Elizário, Alfredo Ismael Curbelo Garnica, Fabiola Dias da Silva Curbelo, Joselma Araujo de Amorim, André Luiz Menezes de Oliveira, além de mim mesmo. Em seguida cumprimos com a pauta divulgada na convocação, a saber: 1 – Explicação sobre o que é a representação da ABQ no Estado; 2 – Identificação de interessados em assumir essa responsabilidade. Necessita ser no mínimo já graduado e estar adimplente no ano de 2018 junto a ABQ; 3 – Caso apareça um nome, o mesmo será indicado a Presidencia da representação; 4 – Caso apareçam mais de um nome, será procedido a uma eleição com votos válidos dos associados adimplentes no ano de 2018 junto a ABQ, que estejam presentes e com votos abertos. Não existe a figura do representante. O nome mais votado será encaminhado a Presidencia.

No item 1, procedi às devidas explicações e perguntei se havia alguma dúvida. Não houve nenhuma pergunta. No item 2, fizemos a consulta se havia algum interessado. Apresentou-se a Profa. Dra. Marta Célia Dantas da Silva, professora da UFPB. Perguntado se havia mais alguém, não houve quem se manifestasse. Verificado se a interessada estava na lista de associados da ABQ e com a anuidade quitada, vimos que ambas as exigências estavam cumpridas. No item 3, conforme determinado, indicamos a referida professora para atuar como Presidente da representação no Estado da Paraíba junto a ABQ, que ainda contou com a unanimidade dos votos dos presentes adimplentes. O item 4 não foi discutido.

Dessa forma faço saber à Presidente Maria de Fátima Moura e aos membros do Conselho Diretor da ABQ que a Profa. Dra. Marta Celia Dantas da Silva assume a função, devendo a administração da ABQ fazer contato com ela para os procedimentos necessários. João Pessoa, 13 de setembro de 2018, Marciano Henrique de Lucena Neto."

A Editoria da Revista de Química Industrial saúda a nova regional da ABQ, desejando muito sucesso e muitas realizações. Por ocasião do 58º CBQ, a Diretoria da ABQ-PB estava reunida em São Luís. Animada, está se preparando desde já para sediar em 2019 o próximo CBQ, que será realizado na capital do Estado, João Pessoa.



Da esquerda para a direita: Sayonara Elizário; Jailson Melo (ABQ-RN); Marta Celia Dantas; Aldre Barros; André Oliveira; Nedja Fernandes (ABQ-RN); Marciano Lucena Neto; dirigentes da ABQ-PB.

ABQ-RJ e IFRJ promovem a

1º Olimpíada de Química do Campus Rio de Janeiro

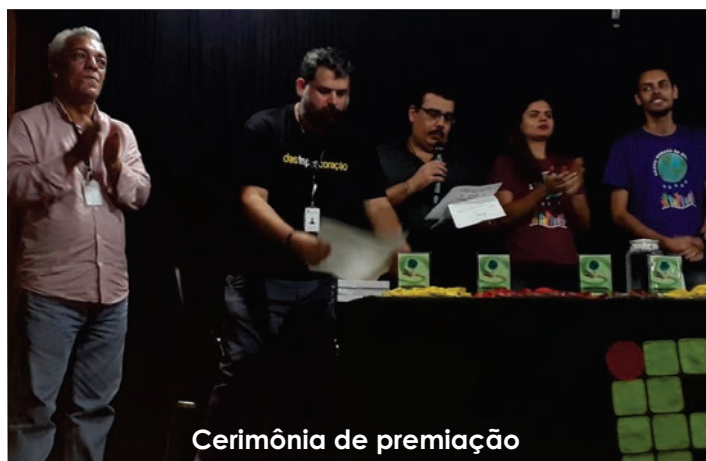
A ABQ-RJ em parceria com a Coordenação do curso técnico integrado em Química do Campus Rio de Janeiro (CTIQ) realizaram no mês de junho de 2018 a 1ª Olimpíada Interna de Química do Campus Rio de Janeiro, 1ª OIQ-CRJ.

A 1ª OIQ-CRJ contou com a participação de 203 alunos inscritos, os quais foram distribuídos em três níveis: Nível I - alunos do 1º e 2º períodos; Nível II - alunos do 3º e 4º períodos; Nível III - alunos do 5º ao 8º.

Embora a realização tenha ficado a cargo da coordenação do curso técnico integrado de Química a 1ª OIQ-CRJ teve a participação de alunos de todos os cursos técnicos integrados do Campus Rio de Janeiro: Química, Alimentos, Meio Ambiente, Farmácia e Biotecnologia.

A equipe responsável pela 1ª OIQ-CRJ é apresentada abaixo:

- ▶ Prof.ª Dr.ª Ana Paula Lamounier – Coordenadora do CTIQ – Equipe de Química Analítica Quantitativa.
- ▶ Prof. Dr. Murilo Feitosa Cabral – Vice Coordenador do CTIQ – Equipe de Físico-Química.
- ▶ Prof. Dr. Eduardo Coelho Cerqueira – Equipe de Química Analítica Quantitativa.
- ▶ Prof.ª MSc. Gabriela Batista Alves – Equipe de Química Geral e inorgânica.
- ▶ Prof.ª MSc. Rafaela Thereza Pereira Sant'Anna – Equipe de Química Geral e inorgânica.
- ▶ Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Teixeira Guerra de Mendonça – Equipe de Química Geral e inorgânica.
- ▶ Prof. Msc. Francisco Lúcio de Schneider Bustamante – Equipe de Química Geral e inorgânica.



Cerimônia de premiação

▶ Prof.ª Dr.ª Julyana Ribeiro Garcia Gardim – Equipe de Físico-Química.

▶ Prof. MSc. Erlandsson Anthony de Sousa – Equipe de Físico-Química.

▶ Prof. Dr. Bruno Almeida Cotrim – Equipe de Química Orgânica.

▶ Prof. Dr. Rodrigo da Silva Ribeiro – Equipe de Química Orgânica.

▶ Prof. Dr. Raphael Salles Ferreira Silva – Equipe de Química Orgânica – Presidente da ABQ-RJ.

Os alunos medalhistas foram:

Nível I

1º LUGAR: Marcello Martins Barroso – TM122 (100,5 pontos)

2º LUGAR: Carlos Henrique da Silva Cruz – TM221 (76,0 pontos)

3º LUGAR: Maria Eduarda Magalhães da Silva – TM222 (75,5 pontos)

Nível II

1º LUGAR: Luísa Kroeff Ribas Balzana Magalhães – QM131 (76,5 pontos)

2º LUGAR: Nicholas Etchells Riley Uchoa – QM131 (67,5 pontos)

3º LUGAR: René Villas Boas dos Santos – MAM231 (65,0 pontos)

Nível III

1º LUGAR: Luís Miguel Lima de Carvalho – QM171 (79,5 pontos)

2º LUGAR: Gustavo Martins Marzullo de Britto – QM171 (70,0 pontos) Henrique Freitas de Aquino – QM151 (70,0 pontos) Nathan Falcão Siqueira Coelho – QM151 (70,0 pontos)

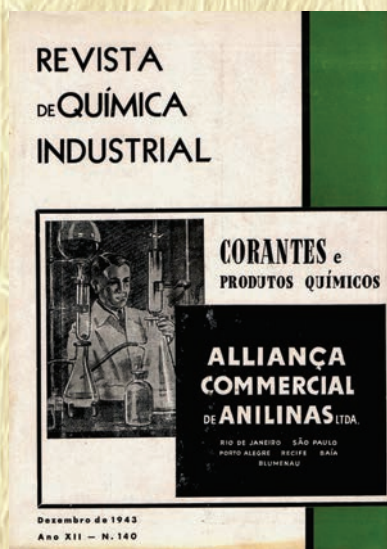
3º LUGAR: João Vitor Moura Garcez – QM381 (65,0 pontos)

A ABQ-RJ patrocinou as medalhas de premiação e os vencedores dos três níveis ganharam a inscrição no 16º SIMPEQUI realizado no Rio de Janeiro em agosto de 2018.

Desejamos externar nossos sinceros agradecimentos à Direção Geral do Campus Rio de Janeiro nas pessoas de Florinda do Nascimento Cersosimo (ex-diretora geral) e Jefferson Robson Amorim da Silva (atual diretor geral).

Aconteceu na RQI ...

Há 75 anos atrás (Ano 12, número 140, dezembro de 1943)



NO CAMPO DOS MICRO-ORGANISMOS

(por Jayme da Nóbrega Santa Rosa, Editor)

Estão tomando, cada dia que passa, maior importância as indústrias procedentes da cultura, em condições adequadas, de micro-organismos. Temos no Brasil exemplos dessa atividade nas fabricações de cerveja, vinho, vinagre, álcool etílico e fermento de padaria. Ultimamente, mais uma indústria das chamadas de fermentação veio localizar-se em nosso país: a produção de ácido cítrico. Duas organizações químicas estão, com efeito, empenhadas em conseguir e fornecer normalmente ao mercado este produto. Agora se começa a produzir em escala industrial também acetona e álcool butílico. Muitos outros produtos químicos podem ser obtidos através da microbiologia industrial, que se tornou hoje vasto campo de estudos e de aplicações práticas. A glicerina, cujo consumo tende sempre a aumentar, é um deles; já na primeira grande guerra os alemães a preparavam, fermentando o açúcar de beterraba, numa base de 2.000 t por mês. (...) Mas, com certeza, a mais fascinante aplicação da microbiologia industrial diz respeito à produção de substâncias anti-bactérias, isto é, com a propriedade de impedir completamente o desenvolvimento de certas bactérias. (...)

EMPREGO DE ALUMÍNIO EM ACONDICIONAMENTO DE CONSERVAS

O alumínio pode perfeitamente substituir o estanho (...). As vantagens e desvantagens que se apresentam são: 1) não deixa nenhum sabor e é inofensivo para o organismo humano; 2) não se oxida; 3) é leve e muito dúctil; 4) é, entretanto, bastante mole e tenaz, podendo-se abrir facilmente as latas; 5) é bastante caro por unidade de peso, mas por unidade de volume seu preço excede sensivelmente ao do estanho. As latas de alumínio experimentam, numa autoclave comum, uma deformação. Recomenda-se esterilizá-las numa autoclave especial, de superpressão, já existindo muitos aparelhos deste modelo. Por outro lado, para certos produtos que tenham um valor de pH pouco adequado, é necessário recorrer a uma oxidação eletrolítica da superfície do alumínio (eloxidação), com o fim de provocar a formação duma capa protetora. Em muitos casos (tomates, espinafres, leite) é necessário, além do alumínio "eloxidado", dotar o recipiente com uma segunda película protetora, de verniz.

**Se não houver AÇO,
não haverá VITÓRIA!**

Dos 184 laboratórios da United States Steel - que é o maior produtor de aço do mundo - emanam novas idéias para melhorar a produção e novos produtos para ajudar a ganhar a guerra: um novo processo de fabricação de bombas, dez vezes mais rápido que antes, uma pista de aviação que pode ser "desenrolada" como um tapete... aço para capacetes, de tal resistência, que impede a passagem de uma bala calibre 45... cabos para balões de barragem, fios como um laço, mas suficientemente fortes para cortar a asa de um bombardeiro inimigo.

Como a maior parte de nossa produção se destina a ganhar a guerra, é pouco o aço hoje disponível para usos civis. Mas, sempre que as condições não-lo permitem, fazemos o possível para satisfazer às necessidades inadiáveis de nossos clientes, sob o controle do Governo dos Estados Unidos, afim de que os esforços de guerra não sejam prejudicados.

Quando a paz voltar, a Braço S. A. fornecerá outra vez aos mercados brasileiros os famosos aços U. S. S., para todos os fins, bem como novos tipos muito aperfeiçoados, resultantes das pesquisas feitas durante a guerra e que, depois de haverem auxiliado a ganhá-la, serão empregados na construção de um mundo melhor, onde haverá mais alegria e mais conforto para a humanidade.

BRAÇO S. A.

REPRESENTANTES NO BRASIL DA UNITED STATES STEEL EXPORT COMPANY
RIO DE JANEIRO - SÃO PAULO - PORTO ALEGRE

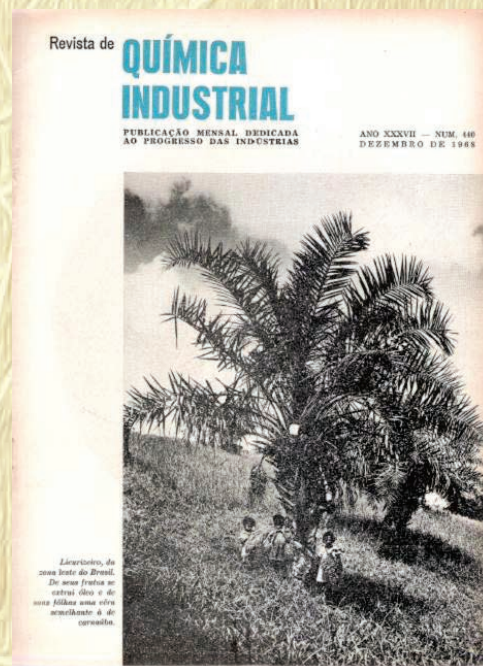
Graciela Arbilla e Cleyton Martins

Aconteceu na RQI ...

Há 50 anos atrás (Ano 37, número 440, dezembro de 1968)

FABRICAÇÃO DE FOSFATO DE AMÔNIO

Este composto tem 11% de nitrogênio e 52% de anidrido fosfórico. O processo, desenvolvido no Departamento de Produção da Divisão de Fertilizantes da Fisons Ltd., fundamenta-se na amoniação do ácido fosfórico em alta pressão. Em seguida, o produto do reator pulveriza-se numa torre e solidifica-se em partículas pequenas. Contam-se como maiores vantagens d'êste processo: a construção e a operação da fábrica são mais econômicas que em outros processos disponíveis, o que oferece uma alternativa mais econômica ao transporte de ácido fosfórico de alta concentração. Representa a inversão de capital menos da quinta parte da inversão necessária para uma instalação convencional de granulação, e aproximadamente a metade do custo das fábricas de adubo em pó. O produto encontra-se em forma de granulados muito pequenos, apresentando excelentes propriedades para a armazenagem e manipulação. (...) Muitas das fábricas em grande escala de ácido fosfórico constroem-se ao lado das minas de rocha fosfatada para evitar o transporte do minério a granel. Não obstante, o transporte do ácido de tais lugares, às vezes longe, é muito dispendioso, já que é preciso utilizar barcos de carga, caminhões e armazéns especialmente equipados para êste tipo de material. (...)



NA GUANABARA, PODERÁ SURTIR GRANDE CENTRO INDUSTRIAL

(por Jayme da Nóbrega Santa Rosa, Editor)

Parece que o govêrno da Guanabara se decidiu finalmente a estudar o fenômeno conhecido como o esvaziamento industrial do Estado. Já vai para alguns anos, jornais, associações, dirigentes das classes econômicas vêm clamando contra as condições adversas ou pouco favoráveis em relação à indústria que, aos poucos, aqui se foram avolumando e agora constituem um espantinho.

Fábricas que durante anos viveram na prosperidade resolveram mudar-se para outros Estados, em busca de ambiente de trabalho mais propício. Estabelecimentos fabris, já projetados para se erguer nas terras cariocas, reformulando com mais objetividade seus planos, decidiram procurar outros rumos de melhor proveito. (...) Até aos nossos dias grandes fábricas existiram e funcionaram nos bairros residenciais de Laranjeiras, Botafogo e Gávea. Estabelecimentos de porte reduzido enxameavam nas ruas centrais, com seus ruídos metálicos, seus apitos a hora certa, seus cheiros de vinagre, de doces de frutas, de cerveja em fermentação. Os tempos, todavia, mudaram. A valorização dos terrenos no centro urbano foi desalojando as fábricas. Para onde ir? Para as áreas periféricas da Guanabara, à margem dos caminhos que levam a Petrópolis, São Paulo, onde tudo está por fazer?

Assim, será melhor ir mesmo para outras plagas, que já oferecem vantagens. (...) Encontra-se a Guanabara em excelente posição geográfica, à beira-mar. Possui condições singularmente favoráveis, de natureza viária, para criar indústrias de elevado porte. Pode tornar-se grande centro industrial, com facilidades para o comércio com outros Estados e o exterior. Tudo dependerá dos planos que se elaborarem, e do modo como forem executados.

Aconteceu na RQI ...

Há 25 anos atrás (Ano 61, número 694, outubro a dezembro de 1993)

PETROQUÍMICA BRASILEIRA: UMA ESTRUTURA POSTA EM XEQUE

(por Thais Cavalcante)

É tão intrincado o conjunto de forças que afetam a competitividade da petroquímica brasileira, que seria de pouca valia tratá-las individualmente. Cabe mais qualificar e hierarquizar ações empresariais e governamentais que, mesmo voltadas para o enfrentamento das adversidades da conjuntura, apontem para a necessária reestruturação do setor. Estudos recentes sobre a competitividade da indústria (elaboradas pela ABIQUIM e UNICAMP) identificam as causas do fraco desempenho - que já dura três anos - da petroquímica brasileira, revelando as fragilidades de sua estrutura e advertindo para as lacunas deixadas pela desestatização, ainda em curso. Propostas de configuração organizacional vêm sendo analisadas em conjunto, por lideranças empresariais do país e renomados consultores estrangeiros. (...) Ficou claro que a estratégia das grandes corporações apontava para a *formação de uma estrutura economicamente mais concentrada* na indústria. (...) Dada a dinâmica da indústria - liderada por corporações globais - é bastante provável que o processo de reestruturação prossiga, eliminando produtores com fábricas/complexos cuja competitividade seja marginal. (...)

XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA

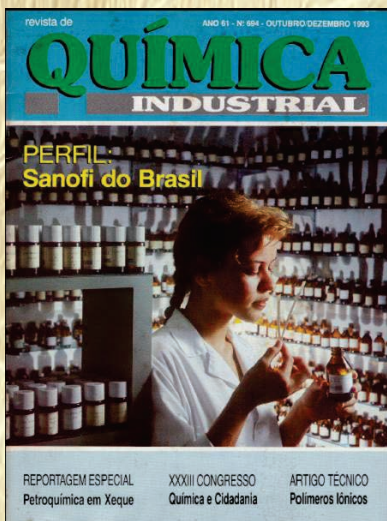
Foram cinco dias de exposições e debates sobre temas palpitantes da Química. Mais que isso, foram cinco dias de sucesso. O XXXIII Congresso Brasileiro de Química, realizado na última semana de outubro, em Fortaleza (CE), alcançou plenamente seus propósitos de discutir a Química e suas contribuições para a sociedade. Os números do evento são *de per se* eloquentes: 1.500 participantes, dos quais 1.000 também inscritos em cursos; 340 trabalhos apresentados, inclusive 84 de iniciação científica; 8 cursos; 10 minicursos; 18 conferências e palestras; 10 mesas-redondas; 22 painéis e sessões coordenadas. O tema central do Congresso, Química e Cidadania, foi debatido amplamente em mesa redonda específica no segundo dia do evento, e norteou as demais atividades, desde a primeira conferência, "*Para uma Química além dos mitos e da jóia cultural*", pelo químico francês Pierre Porcher (CNRS), até a última palestra, "*Integração da Química com a sociedade*", apresentada por Thales P. de Assis, representando Oaudio Sonder, Presidente da Hoechst do Brasil.

Fortaleza foi uma perfeita anfitriã e atestou a fama do nordestino de ser afeito a debates. Em seu conjunto, o XXXIII Congresso, com seus eventos paralelos (...) revelou-se um dos melhores Congressos de Química já realizados no país.

POLÍMEROS IÔNICOS: DEFINIÇÕES E CARACTERÍSTICAS

(por Léa Lopes e Cristina Tristão de Andrade)

Os termos *polieletrólito* e *polissal* são normalmente empregados para indicar uma classe de compostos macromoleculares que, em presença de solvente polar apropriado, adquirem espontaneamente um grande número de cargas iônicas, distribuídas ao longo da cadeia polimérica. (...) Um polieletrólito é formado de um *macro-íon*, no qual os grupamentos iônicos encontram-se unidos à macromolécula através de ligações covalentes, e de diversos contra-íons, que são espécies iônicas de peso molecular baixo e carga oposta àquela do polímero. As propriedades características de polieletrólitos resultam em grande parte da repulsão entre os grupos iônicos do macro-íon (interações intra e intermoleculares) e da atração entre os macroíons e contra-íons, presentes na solução. (...) Partículas de argila, lâminas de silicatos, algumas resinas de troca-iônica e sais de ácidos dicarboxílicos apresentam comportamento semelhante ao de polieletrólitos; entretanto, não são classificados como tal. (...)



Aconteceu na RQI ...

Há 1 ano atrás (Ano 85, número 757, 4º trimestre de 2017)



POLUIÇÃO INDOOR

(Pelos Prof. Graciela Arbilla e Cleyton Martins)

A poluição *indoor* ou poluição ambiental interior, está relacionada às concentrações de poluentes ambientais que podem afetar a saúde e o bem-estar das pessoas. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) a Qualidade do Ar Interior é a condição do ar ambiental de interior, resultante do processo de ocupação de um ambiente fechado com ou sem climatização artificial. A ANVISA ainda define o Padrão Referencial de Qualidade do Ar Interior como o marcador qualitativo e quantitativo de qualidade do ar ambiental interior, utilizado como sentinela para determinar a necessidade da busca das fontes poluentes ou das intervenções ambientais. (...) Se estima que no mundo aproximadamente três bilhões de pessoas usam combustíveis como carvão, madeira, resíduos de cultivos e excrementos de animais como fonte primária de energia doméstica. A queima desses combustíveis produz uma série de poluentes prejudiciais à saúde, como material particulado, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio (NO e NO₂), formaldeído e compostos policíclicos aromáticos (como benzo[a]pireno, que é sabidamente carcinogênico) e, no caso do carvão, óxidos de enxofre. (...)

ACONTECEU: O BRASIL NAS OLIMPIADAS DE QUÍMICA

Neste ano de 2017 o Brasil brilhou nas edições das Olimpíadas Internacional e Íbero-Americana de Química. Na 49ª edição da Olimpíada Internacional de Química (49th IChO), ocorrida em Bangkok, capital da Tailândia, entre 6 e 15 de julho, 76 países (mais dois observadores) participaram desta edição. O certame constituiu de dois exames, um teórico e um experimental, ambos com cinco horas de duração, organizados pela Mahidol University, na cidade de Nakhon Pathom. Os anfitriões realizaram uma olimpíada acadêmica de elevado padrão que teve como tema "ligando o Mundo com química". O Brasil esteve representado por quatro estudantes, sob a tutela dos mentores Dr. Fabiano Gomes (UFRN) e Dr. Arimateia Lopes (UFPI), chefe da delegação. Os quatro representantes brasileiros, todos do Estado do Ceará, foram agraciados com três medalhas de prata (Ligia Toscano de Melo, Ivna Ferreira Gomes e João Victor Pimentel) e uma de bronze (Celso Renan Barbosa). A solenidade de premiação ocorreu no dia 15 de julho. Na soma de pontuação por equipes o Brasil posicionou-se em 18º lugar geral dentre 76 países, sendo o segundo colocado dentre os países das Américas participantes do certame. (...)



30 anos da Associação de Usuários de Ressonância Magnética Nuclear (AUREMN):

Uma história de sucesso e crescimento da ressonância magnética no Brasil

*30 years of the Association of Users of Nuclear Magnetic Resonance (AUREMN):
A history of success and growth of magnetic resonance in Brazil*

Sonia Maria Cabral de Menezes¹ e Fabio C. L. Almeida^{2,3}

¹*Centro de Pesquisa da Petrobrás -CENPES.*

²*Programa de Biologia Estrutural, Instituto de Bioquímica Médica, UFRJ;*

³*Centro Nacional de Ressonância Magnética Nuclear (CNRMN) e
Centro Nacional de Biologia Estrutural e Bioimagem (CENABIO), UFRJ;
falmeida@bioqmed.ufrj.br e soniac@petrobras.com.br*

Resumo

A Associação de Usuários de Ressonância Magnética Nuclear (AUREMN) nasceu em 1988 com o objetivo de fomentar a Ressonância Magnética (RM) no Brasil. A AUREMN foi fundada por 12 membros fundadores e 4 fundadores honorários. Completa 30 anos em 2018, tendo tido o papel essencial no desenvolvimento da RM no Brasil. Foi o ambiente de troca de experiências entre os membros, difusão da RM no Brasil e formação de recursos humanos especializados. O crescimento do investimento em ciência, tecnologia e inovação no Brasil permitiu que chegássemos a um parque de 150 espectrômetros e uma vasta produção científica em RM. A AUREMN teve papel fundamental como catalisadora deste crescimento, ao promover cursos, conferências nacionais e internacionais, fomentando a RM brasileira e trazendo os maiores líderes ao Brasil.

Palavras-chave: AUREMN; ressonância magnética nuclear; P & D

Abstract

The Association of Users of Nuclear Magnetic Resonance (AUREMN) was born in 1988 with the objective of promoting Magnetic Resonance (MR) in Brazil. AUREMN was founded by 12 founding members and 4 honorary founders. It completes 30 years in 2018, and has played an the essential role in the development of MR in Brazil. It has been the adequate forum for exchange of experiences among members, dissemination of MR in Brazil and training of specialized human resources. The growth of the investment in science, technology and innovation in Brazil allowed to establish a park of 150 spectrometers and a vaste scientific production in MR. AUREMN has played a key role in catalyzing this growth by launching national and international courses, promoting the Brazilian MR and bringing the greatest leaders to Brazil.

Keywords: AUREMN; nuclear magnetic resonance; R & D

Há 30 anos, no número 663 da Revista de Química Industrial (RQI), de 1988, reportamos a instalação do primeiro espectrômetro no Brasil (CENPES, Petrobrás, 1987) com magneto supercondutor, pulsado e capaz de fazer espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN) multidimensional em líquidos e sólidos. A fundação da Associação de Usuários de Ressonância Magnética Nuclear (AUREMN) coincide com este evento e desde então, vem promovendo a difusão, conhecimento e pesquisa em ressonância magnética (RM), sendo que hoje temos cerca de 150 espectrômetros instalados, distribuídos em 21 estados brasileiros. Vale ressaltar que a AUREMN promove não apenas a espectroscopia de RM Nuclear (RMN), mas todas as formas de RM, como imageamento por ressonância magnética (MRI), ressonância paramagnética eletrônica (EPR) e RM em “time-domain” a baixo campo (TD-MR).

Nascia no Brasil a espectroscopia de RM pulsada, que permite estudar a estrutura e a dinâmica da matéria. Anteriormente já tínhamos espectrômetros de RMN de onda contínua e já contribuía significativamente para a química orgânica sintética e de produtos naturais. Mas o método pulsado é muito mais poderoso. Permite a correlação multidimensional via ligação química e via espaço. Permite também o estudo de amostras sólidas e semissólidas. Permite a detecção de qualquer núcleo magneticamente ativo, entre os mais comuns estão o ^{13}C , ^{31}P , ^{15}N , ^{31}P e muitos outros importantes para diversas áreas do conhecimento.

Mas este método demanda maior infraestrutura e maior conhecimento teórico. A fundação AUREMN pelos seus 12 membros fundadores (Tabela 1A), foi motivada justamente por este motivo. Na época, a falta de infraestrutura adequada para instalação e manutenção de equipamentos deste porte ficaram evidentes no país. Existia no Rio de Janeiro somente uma empresa capaz de fornecer criogênicos (hélio e nitrogênio líquidos), assim mesmo sem a continuidade necessária. Era difícil, longo e custoso a aquisição de insumos e acessórios tais como solventes deuterados, tubos, compressores secos, partes sobressalentes e outros itens importantes para o bom funcionamento de um

equipamento de RMN de nova geração. Só uma empresa fabricante de equipamento de RMN no mundo estava estabelecida no Brasil. Outro aspecto evidente foi a carência de pesquisadores com capacitação específica em RMN. Neste artigo mostramos como esta associação científica foi capaz de contribuir decisivamente para a consolidação da RM no Brasil.

É interessante perceber que a AUREMN nasceu imbuída da mesma motivação para a criação da internacionalmente importante associação científica americana em ressonância magnética, “*Experimental Nuclear Magnetic Resonance Conference*” - ENC. A ENC nasceu em 1960 com o mesmo propósito prático de melhorar infraestrutura e troca de informações entre grupos de pesquisa em RMN. O primeiro *chair* da ENC, Bill Ritchey, comentou em um artigo (“Highlights from 50 ENCs”, 2009), “*It was not easy to talk with people who could give good advice. After a number of phone calls and visits to six or seven NMR labs, we learned that we all had similar problems.*” A AUREMN ajudou a superar problemas, capacitar especialistas e criar o ambiente propício para a expansão da RMN no Brasil.

Motivados pelos fatos citados acima e imbuídos do espírito de que unindo as forças dos grupos interessados no desenvolvimento da técnica e se ajudando mutuamente é que a AUREMN foi idealizada e criada. Uma Instituição sem fins lucrativos cujo principal objetivo é promover e difundir o uso e o progresso da técnica de ressonância magnética no país além de estimular a pesquisa científica e tecnológica.

Além dos seus 12 fundadores, houve a participação fundamental de mais quatro professores (Tabela 1B), que aqui denominamos fundadores honorários, pois indiscutivelmente tiveram uma participação fundamental através da promoção de eventos anteriores à fundação da AUREMN que criaram ambiente propício para discussão da técnica. Estes eventos foram o ISMAR de 1986 (Coordenado pelo Prof. Ney Vugman, Rio de Janeiro, Brasil) e no mesmo ano um workshop em RMN de pequenas moléculas coordenado pelo Prof. Roberto Rittner, em Campinas, Brasil.

Em 1987, ainda como Grupo de Usuários de RMN

os pesquisadores fundadores da AUREMN promoveram o 1º Encontro de Usuários de RMN em Angra dos Reis, que teve o Prof. Robin Harris (University of Durham, UK) e o Dr. Steven Patt (Varian Associates) como palestrantes convidados. Estes 16 pesquisadores, foram fundamentais também na formação dos primeiros espectroscopistas de RMN do Brasil.

A AUREMN foi fundada em 10 de agosto de 1988 na sala A da Decania do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e teve como a

| A | |
|--------------------------------|--|
| Adelina Costa Neto | Instituto de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| Antonio Jorge Ribeiro da Silva | Núcleo de Produtos Naturais – Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| Carlos Roberto N. Pacheco | Centro de Pesquisa da Petrobrás (CENPES) |
| Cristina Tristao de Andrade | Instituto de Macromoléculas (IMA) – Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| Eduardo Miguez Bastos da Silva | Núcleo de Produtos Naturais – Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| Elizabeth Ermel C. Monteiro | Instituto de Macromoléculas (IMA) – Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| Jose Daniel Figueroa Villar | Instituto Militar de Engenharia (IME) |
| Katia Zaccur Leal | Instituto de Química – Universidade Federal Fluminense |
| Lothar Bergter | Souza Cruz |
| Peter Rudolf Seidl | Instituto Militar de Engenharia (IME) |
| Raimundo Santos do Nascimento | Instituto de Química – Universidade Federal do Amazonas |
| Sonia Maria Cabral de Menezes | Centro de Pesquisa da Petrobrás (CENPES) |
| B | |
| Horácio Panepucci | Universidade de São Paulo, campus de São Carlos |
| Mario Engelsberg | Instituto de Física – Universidade Federal de Pernambuco |
| Ney Vugman | Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| Roberto Rittner Neto | Universidade Estadual de Campinas |

Tabela 1: Os 12 fundadores da AUREMN (A) e fundadores honorários (B)

primeira diretoria eleita: Sonia Maria Cabral de Menezes (Presidente), Elizabeth Ermel da Costa Monteiro (Secretária) e Lothar Bergter (Tesoureiro).

Depois de 30 anos certamente cremos que ainda há muito espaço para crescer e melhorar como comunidade científica, agora já bem mais estruturada no país, mas temos orgulho de termos tido uma história de sucesso e que o papel atribuído à AUREMN tem sido plenamente cumprido.

A RMN de ontem e de hoje

Passamos de 12 membros fundadores para cerca de 220 associados hoje. Cerca de 750 profissionais e estudantes já fizeram parte da AUREMN durante seus 30 anos. Também cruzamos fronteiras, participando ativamente da criação dos “Ibero-American NMR Meeting”, a partir de 1999. Além disso, temos a participação de diversos pesquisadores dos países latino-americanos.

Como as principais sociedades científicas ligadas ao incentivo a uma técnica específica, valorizamos muito este número de 750 pesquisadores que já passaram pela AUREMN. Estes pesquisadores participaram das conferências e/ou cursos organizados pela AUREMN. Este número reflete a abrangência da difusão da RMN no Brasil ao longo destes 30 anos. Muitos pesquisadores que passaram pela AUREMN, mas hoje não participam como membros associados, contribuem ativamente em outras áreas científicas, levando seus conhecimentos em RM.

Infraestrutura

A infraestrutura base necessária para a RM no Brasil cresceu bastante nos últimos 30 anos. O aspecto mais relevante foi o estabelecimento no Brasil das sedes sul-americanas das principais empresas fabricantes de RM para pesquisa no mundo, a Bruker e a Varian, que foi adquirida pela Agilent. Elas se estabeleceram no Brasil impulsionadas pela demanda de novos equipamentos. Certamente a AUREMN teve papel importante neste crescimento, ao ajudar a formar recursos humanos especializados e ajudar na difusão da RM.

O mesmo raciocínio vale para as empresas sediadas no Brasil que fornecem insumos, equipamento e manutenção para os espectrômetros instalados (Praxair, Linde, Air Products, Air Liquide). Representantes de fornecedores de solventes e tubos (Scilab, Bio Science, Merck, Sigma-Aldrich), Sistemas de recuperação de criogênicos (Quantum Design), Diversos fabricantes de compressores secos, e no-breaks com manutenção no Brasil.

Divulgação e formação de recursos humanos em RM

A AUREMN, ao longo dos seus 30 anos, teve como uma das metas o incentivo a formação de recursos humanos especializados em RM. Isto se deu através de cursos que foram oferecidos em todo o país. Os cursos tinham módulos básicos com a descrição vetorial que possibilita uma compreensão intuitiva da RM e a descrição não-formal de algumas sequências de pulso. Eram oferecidos também módulos avançados, com a descrição mecânico-quântica da RM, que utiliza o formalismo de matriz de densidade e produtos de operadores de spin. Este módulo permitia a compreensão mais completa da RM servindo aos espectroscopistas que trabalham no estado líquido como no estado sólido. Houve também os cursos aplicados às mais diversas áreas da RM, como por exemplo os cursos de polímeros, petroquímica, computação quântica, estrutura de biomoléculas e muitos outros. Mais de 60 cursos básicos e avançados foram ministrados. A AUREMN também contribuiu com livros de autores nacionais publicados em português.

Diante da importância da formação dos estudantes para o crescimento consolidado da RMN no país, a AUREMN criou em 2017 o Programa de Formação Compartilhada em RMN, que informalmente chamamos de Escola de RMN.

As Escolas de RMN têm por objetivo principal garantir uma formação integral e de alto nível dos profissionais de RMN no Brasil. Para isso conta com o apoio de professores e pesquisadores das diversas Instituições de Ensino Superior do país. A organização de uma escola como essa, com vários cursos em um mesmo

período e em um mesmo local, propicia a integração entre os diversos alunos e profissionais da área de RM, contribuindo para forte troca de experiências e crescimento científico da comunidade de RM no Brasil.

A Escola de RMN aproveita uma característica especial da AUREMN, a interdisciplinaridade da RM. Assim os cursos são dados por professores da área de RM com as mais diversas formações. Os cursos foram pensados para que também sirvam como crédito para as mais diversos cursos de pós-graduação no Brasil. E assim tem sido feito. A Escola de RMN oferece cursos básicos e aplicados em RM nas mais diversas áreas. A Escola de RMN tem também como função formar especialistas em RM que poderão atuar na indústria, grandes centros de RM e hospitais. Ao final de 23 créditos cumpridos, a AUREMN emite um Certificado de Conclusão para o aluno com todos os cursos frequentados por ele, com suas respectivas notas e presenças.

Desde a sua fundação a AUREMN organiza de forma alternada a Jornada Brasileira de RM, nos anos pares, e o AUREMN *NMR User Meeting* (Encontro de Usuários de RMN), em anos ímpares. A Jornada Brasileira de RM é um congresso totalmente em português focado doutorado em apresentações dos estudantes, da iniciação científica, passando por mestrado, e diversas comunicações orais de jovens pesquisadores. O *NMR User Meeting* é um encontro internacional, onde os pesquisadores mais renomados, lideranças científicas brasileiras e internacionais, apresentam seus trabalhos. Ambos são interdisciplinares e há espaço para as diversas áreas de aplicação da RM. Ao longo dos anos recebemos diversos pesquisadores líderes nas diversas áreas de desenvolvimento e aplicação de RMN. Entre eles destacamos os laureados com o prêmio Nobel em Química, Richard Ernst (Nobel de química em 1991) e Kurt Wüthrich (Nobel de química em 2002). O contato destas lideranças com os nossos pesquisadores e estudantes está levando ao amadurecimento da RMN no Brasil.

Nos 30 anos, organizamos 16 Encontros de Usuários de RMN (15 em Angra dos Reis e 1 em Búzios) e 15 Jornadas Brasileiras de RM (Rio de Janeiro (4), Niteroi, Belo Horizonte, Maringá, Campinas, São Carlos (2),

Recife, Curitiba, Pirenópolis, Vitória e Bento Gonçalves e 7 Encontros Ibero-Americanos de RMN (Brasil, Portugal, Espanha, Colômbia).

Parque de espectrômetros instalados

No Brasil temos instalado um parque de equipamentos de RMN de cerca de 150 espectrômetros instalados, distribuídos em 21 estados brasileiros (Figura 1). Há equipamentos instalados em todo o país, conforme ilustrado na Figura 1A. No ano de 2002 havia cerca de 60 espectrômetros instalados no Brasil. A partir de então, este número mais que dobrou. A maior parte dos equipamentos foi instalado a partir do ano de 2005, com o crescimento dos investimentos em ciência no país. Este investimento foi sentido de diversas maneiras dentro da comunidade de RM no Brasil: (i) levou à renovação da eletrônica; (ii) estimulou o uso de novos métodos em RM; (iii) aumentou significativamente a produção científica e tecnológica na área e (iv) formou uma geração de pesquisadores que atuam utilizando a RM no seu estado da arte.

Ao analisarmos os equipamentos instalados, vemos que em sua grande maioria são espectrômetros de RM que operam em frequência de 300, 400 e 500 MHz (Figura 1B). Este grande parque de equipamentos atende à comunidade científica, tecnológica e à inovação e controle de qualidade na indústria nas áreas de produtos naturais, química orgânica sintética, química medicinal, química de polímeros, petroquímica, computação quântica entre muitas outras áreas.

Os espectrômetros de alto campo, operando a 600, 700, 800 e 900 MHz estão em menor número, mas são essências para as pesquisas na área de RM em macromoléculas biológicas. Esta é uma área que cresceu significativamente nos últimos anos, orientando pesquisas que levam a determinação da estrutura e dinâmica de proteínas e tendem a contribuir para o

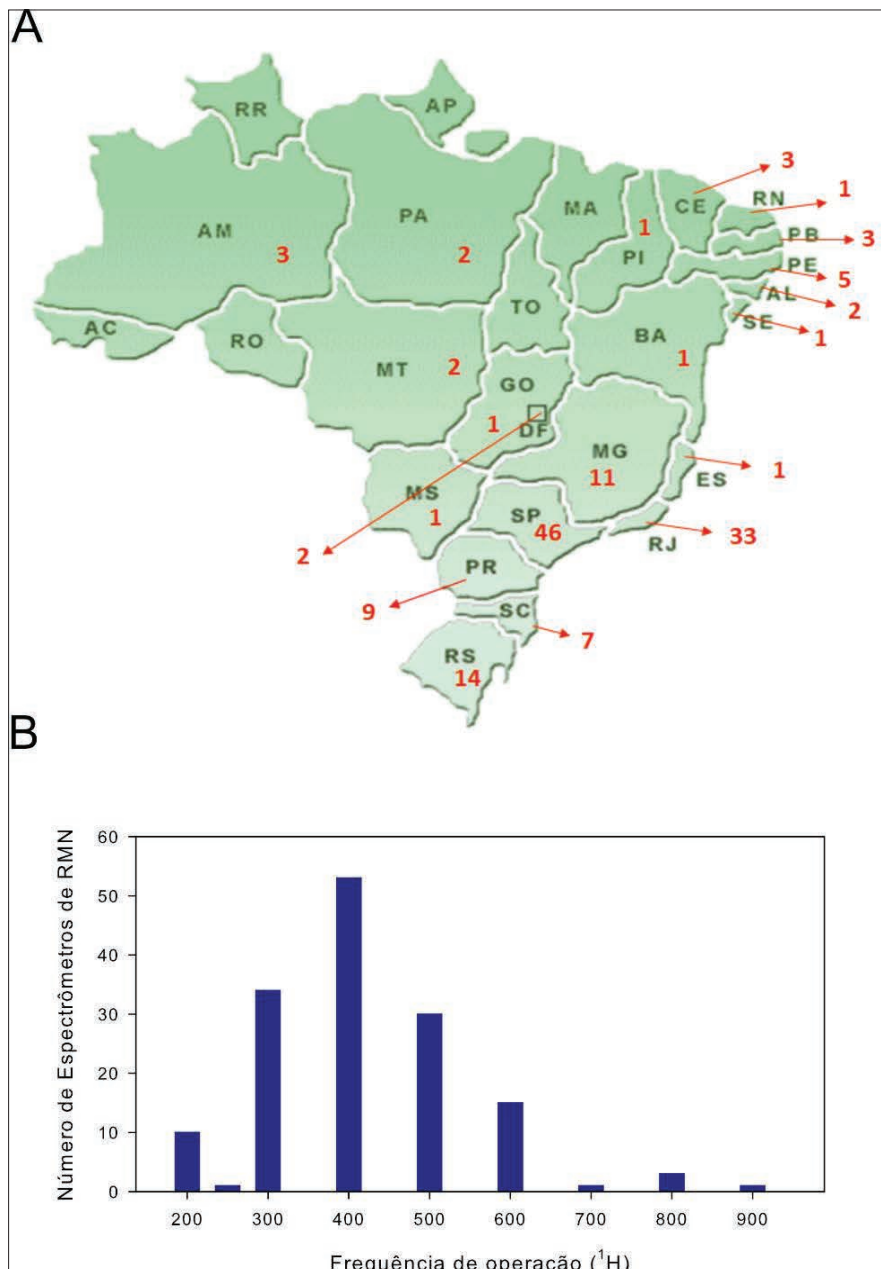


Figura 1: Espectrômetros de RM instalados no Brasil.
A: localização e número por estado;
B: número de espectrômetros por frequência de operação

melhoramento de estratégias de diagnóstico e terapias, além de importante foco em pesquisa básica. Estes equipamentos também são utilizados por grupos de pesquisa na área de metabolômica por RM. Este parque de equipamentos de alto campo, localizados no Centro Nacional de RMN (CNRMN) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP) e agora expandindo para as Universidade Estadual Paulista (UNESP) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Universidade Federal do Paraná (UFPR) servem a todo o país, como unidades

multiusuárias.

Outra área que está em franco crescimento no Brasil é a RM em “time-domain” a baixo campo (TD-MR). Estes equipamentos não estão sendo considerados na Figura 1.

São espectrômetros em baixo campo e menor custo, que são utilizados principalmente em pesquisas nas áreas de petroquímica e agropecuária. Servem para medir porosidade de rochas, quantidade de óleo em sementes, frutos e hortaliças, entre diversas outras aplicações que são fundamentais para o desenvolvimento tecnológico do país.

Vale ressaltar também que o país tem grupos de pesquisa em instrumentação, principalmente ligados à Universidade de São Paulo, à Embrapa Instrumentação, ambos em São Carlos, e à Universidade Federal de Pernambuco, em Recife. Assim, também não listados na Figura 1, temos equipamentos “*homemade*” utilizados para estudos espectroscópicos e também imagens por RM.

O desenvolvimento de instrumentação em RM no Brasil teve impulso grande pelas pesquisas do Prof. Panepucci, em São Carlos.

Vale ressaltar o papel da área de imageamento por RM (MRI). Diversos grupos localizados principalmente em São Carlos, Ribeirão Preto e Recife desenvolvem instrumentação, sequências de pulso e formam pessoal especializados para atuar em hospitais.

Há também no Brasil um pequeno parque de equipamentos de EPR, comerciais e “*homemade*”. Embora em menor número, estes equipamentos servem a grupos de pesquisa que contribuem em diversas áreas, principalmente no estudo de membranas lipídicas, nanotecnologia e proteínas.

Estes grupos estão principalmente na Universidade de São Paulo em São Carlos, São Paulo e Ribeirão Preto, e na Universidade Federal de Goiás (UFG).

Desenvolvimento de tecnologia em RMN

A AUREMN e a comunidade científica de RM no

Brasil não estão desconectadas do desenvolvimento tecnológico no país.

Impulsionado pelo crescimento da RM no Brasil, diversos grupos de pesquisa contribuem diretamente e em diversas áreas para o desenvolvimento tecnológico.

Neste artigo não temos o compromisso de citar todos os trabalhos com caráter tecnológico, mas citamos alguns que se destacam e que são do nosso conhecimento.

Os grupos de pesquisa em instrumentação em RM trouxeram diversos avanços e usos tecnológicos para RM no Brasil. A construção de novos consoles de RM levou à formação de pesquisadores que agora utilizam sua expertise para construção de espectrômetros de baixo campo, o que levou à fundação da empresa FIT-Fine Instrument Technology, sediada em São Carlos-SP.

Esta empresa fabrica espectrômetros de baixo campo que operam no domínio do tempo (TD-MR). A EMBRAPA Instrumentação em São Carlos também atua na confecção de instrumentação para seleção de sementes, frutos e hortaliças.

Há também diversos grupos que trabalham na área de quimiometria, atuando significativamente no controle de qualidade de sucos, fitoterápicos e diversos outros produtos da indústria estabelecida no Brasil.

Estes grupos atuam também no desenvolvimento de métodos para estabelecer denominação de origem para os produtos da agroindústria, agregando valor aos produtos. Estes grupos estão principalmente localizados na Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal de Goiás (UFG) entre outras universidades no país.

Há também contribuição fundamental da nossa comunidade em RM na prospecção, produção e refino de petróleo, não somente no Centro de Pesquisa da Petrobrás, mas também em diversas universidades e em empresas petroquímicas, como a Braskem.

Impacto da AUREMN na Produção Científica do

Brasil em RMN

A Figura 2 mostra a evolução da produção científica em RM no Brasil, mostrando que aproximadamente 2500 publicações científicas são feitas a cada quinquênio pela comunidade de RM no Brasil (Figura 2A). Este número vem crescendo exponencialmente, mostrando o aumento da

atividade científica nesta área. O número acumulado de contribuições já é aproximadamente 7000 em 2014. As contribuições ocorrem nas mais diversas áreas do conhecimento, demonstrando a interdisciplinaridade de RM. Entre as áreas acadêmicas, citamos as seguintes áreas: produtos naturais, estrutura e dinâmica biomoléculas, termodinâmica de proteínas, estudos teóricos, metabolômica, quimiometria, química

medicinal, polimorfismo de fármacos, polímeros, catalisadores, meios porosos, síntese orgânica e inorgânica, complexos, agroindústria, solos, petróleo e derivados, nanotecnologia, biotecnologia, química fina, nanotecnologia, fármacos, oleoquímica, física do estado sólido, desenvolvimento de métodos e instrumentação em RM, cálculos computacionais de parâmetros de RM, computação quântica e outros. São diversos grupos de pesquisa em RMN de alto e baixo campo, EPR e MRI, trabalhando nos estados líquido, sólido e gel (HR-MAS).

Diversos fatores contribuíram para o crescimento da contribuição científica, sendo o principal deles o aumento de financiamento para pesquisa. A AUREMN tem certamente contribuição significativa. A partir de sua fundação (seta na Figura 2) a AUREMN serviu como base para o desenvolvimento da RM, contribuindo principalmente na formação de recursos humanos, difusão e infraestrutura. Temos orgulho de constatar o papel da AUREMN como catalisadora de uma transformação.

Agradecimentos

Agradecemos à Profa. Ana Paula Valente pela revisão.

Referência

Brasil Alcança Estado da Arte em RMN. *Revista de Química Industrial*, n. 663, p. 5-8, 1988.

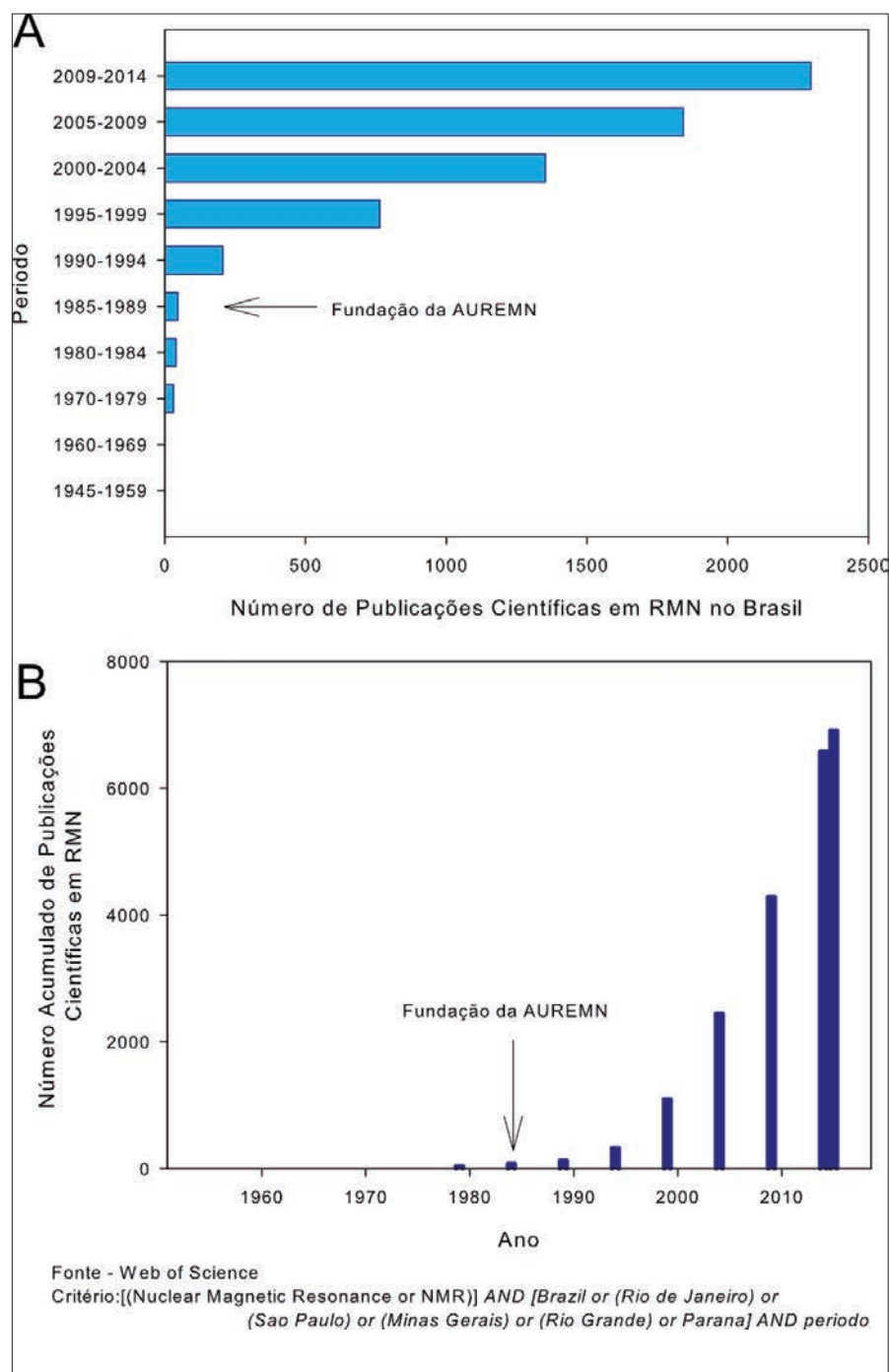


Figura 2: Crescimento da produção científica em RMN no Brasil.

A. Produção por quinquênio.

B. Produção acumulada.

Os dados foram obtidos por meio do Web of Science com os critérios descritos na figura. A flecha indica a data de fundação da AUREMN

Agenda *Eventos*

Nacionais

XXXVII Encontro Nacional dos Estudantes de Química

Rio de Janeiro, RJ, 13 a 19 de janeiro de 2019
Info: www.enequirj.com

XXVIII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Química – CONEEQ

Rio de Janeiro, RJ, 27 de janeiro a 3 de fevereiro de 2019
Info: coneeqrio2019.wixsite.com/2019

11º Simpósio Nacional de Biocombustíveis BIOCUM

São Luís, MA, 8 a 10 de abril de 2019
Info: www.bq.org.br/biocum

17º Simpósio Brasileiro de Educação Química SIMPEQUI

Porto Alegre, 5 a 7 de agosto de 2019
Info: www.abq.org.br/simpequi

11º Encontro Nacional de Tecnologia Química ENTEQUI

Teresina, PI, 11 a 13 de setembro de 2019
Info: www.abq.org.br/entequi

Internacionais

7th BrMass – Brazilian Conference on Mass Spectrometry

Rio de Janeiro, RJ, 8 a 12 de dezembro de 2018
Info: brmass2018@brmass.com

XVI Encuentro de Educación Química

Ciudad de Talca, Chile, 10 e 11 de janeiro de 2019
Info: <http://portal.ucm.cl/congreso-de-quimica>

32º Congreso Argentino de Química

Buenos Aires, Argentina, 12 a 15 de março de 2019
Info: www.aqa.org.ar

VII Simposio Internacional de Química

Ilha de Santa Maria, Cuba, 23 a 30 de junho de 2019
Info: www.siq.uclv.com/siquicacuba

73º Congreso Argentino de Bioquímica

Buenos Aires, Argentina, 20 a 23 de agosto de 2019
Info: info@abq.online.org.ar

Obtenção e purificação de derivados carbonílicos a partir de formaldeído (HCHO), acetaldeído (CH₃CHO) e propanona (CH₃COCH₃)

Obtaining and purifying carbonylic derivatives from formaldehyde (HCHO), acetaldehyde (CH₃CHO) and propanone (CH₃COCH₃)

Aline Amaral Madeira

*Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Campus Coração Eucarístico, Belo Horizonte / MG, Brasil
madeira.alineamaral@gmail.com*

Submetido em 24/08/2018; Versão revisada em 12/10/2018; Aceito em 16/10/2018

Resumo

O estudo apresentado neste artigo foi realizado em abordagem às normas brasileiras ABNT NBR 6601:2012 e ABNT NBR 12026:2016 com o intuito de obter e purificar derivados carbonílicos, partindo-se dos compostos químicos: formaldeído (HCHO), acetaldeído (CH₃CHO) e propanona (CH₃COCH₃). Verificou-se a pureza dos derivados obtidos aplicando e constatando a utilidade das técnicas de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) e Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC). Ademais, configurou-se uma interpretação da qualidade e consistência do agente de derivatização 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH), mediante obtenção de espectro eletromagnético via espectroscopia na região do infravermelho (FTIR). A aplicação de conceitos teóricos na realização do procedimento de recristalização e execução das análises instrumentais foi satisfatória, permitindo que o objetivo previsto fosse alcançado.

Palavras-chave: derivados carbonílicos, recristalização, pureza.

Abstract

The study presented in this article was carried out in accordance with brazilian standards ABNT NBR 6601: 2012 and ABNT NBR 12026: 2016 with the aim of obtaining and purifying carbonyl derivatives, starting with the chemical compounds: formic aldehyde (HCHO), acetic aldehyde (CH₃CHO) and propanone (CH₃COCH₃). The purity of the obtained derivatives was verified noting the usefulness of the High Performance Liquid Chromatography (HPLC) and *Differential Scanning Calorimetry (DSC)* techniques. Moreover, an interpretation of the quality and consistency of the derivative agent 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNPH) was performed by obtaining electromagnetic spectrum through infrared spectroscopy (FTIR). The application of theoretical concepts in the accomplishment of the procedure of recrystallization and execution of the instrumental analyzes was satisfactory, allowing the expected objective to be reached.

Keywords: carbonyl derivatives; recrystallization; purity.

INTRODUÇÃO

Os motores a combustão interna continuarão sendo nos próximos anos a principal forma de propulsão dos veículos, justificando as intensas atividades de pesquisa e desenvolvimento que estão sendo feitas a nível mundial, no sentido de atender os desafios da redução de emissões de poluentes (DAEMME, PENTEADO e MELO, 2010).

Em 1986 o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) instituiu a Resolução nº 18/86 que criou o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores do Brasil (PROCONVE) exigindo que os veículos comercializados no país atendessem os limites de emissões dos poluentes definidos por lei. Nove anos depois, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) regulamentou a norma brasileira NBR 6601:2012 para especificação de um método de determinação dos seguintes poluentes: hidrocarbonetos totais (THC) e não metânicos (NMHC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx), dióxido de carbono (CO₂) e material particulado (MP) emitidos por veículos automotores (RIBEIRO e RIBEIRO, 2013; ABNT 2012).

Além dos gases CO, CO₂, NOx, THC e NMHC, cetonas e hidrocarbonetos oxigenados podem ser determinados segundo instruções da NBR 12026:2016. A norma prevê o método de determinação de aldeídos e cetonas presentes no gás de escapamento de veículos por absorção em uma solução de 2,4 dinitrofenilhidrazina (DNPH) e acetonitrila (ACN) via formação de derivados carbonílicos. Tais derivados podem ser separados, identificados e quantificados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) (ABNT 2016).

A DNPH, também conhecida como reagente de Brady, é comumente usada como agente de derivatização por ter baixo custo, ter uma vasta aplicação e por formar produtos bastante estáveis. Sendo assim, representa uma das melhores alternativas para a determinação de aldeídos tanto

em amostras líquidas como gasosas (SANTOS, 2012).

De acordo com Azevêdo (2007), a maioria dos trabalhos que utilizam HPLC na separação e identificação de compostos carbonílicos reportam à necessidade de converter estes componentes em seus derivados antes da separação cromatográfica. Esse tratamento é necessário devido à relativa instabilidade química do grupo carbonila em meios complexos.

A espectroscopia na região do infravermelho (FTIR) é uma técnica de análise instrumental utilizada tanto em indústrias como na pesquisa científica para identificação de compostos orgânicos e inorgânicos e investigação da composição e qualidade de reagentes e produtos diversos. No espectro eletromagnético, a região caracterizada como infravermelho está situada na faixa de números de ondas entre 14290 e 200 cm⁻¹, sendo que a faixa de 4000 a 400 cm⁻¹ é a mais comumente usada no âmbito da química analítica.

A purificação de sólidos orgânicos é realizada principalmente por recristalização, sendo este o método mais utilizado nos laboratórios em caso de sínteses orgânicas que geram sólidos contaminados com subprodutos ou resíduos de reagentes. A recristalização consiste em cristalizar novamente um sólido a partir de sua solução em um determinado solvente e baseia-se nas diferenças de solubilidade de um sólido em um solvente. A técnica é simples, mas requer certos cuidados para a obtenção de produtos mais puros (MACHADO, VIDIGAL e SANTOS, 2006).

A verificação da pureza dos derivados carbonílicos obtidos pode ser realizada por análise cromatográfica e, adicionalmente, determinação do ponto de fusão. A análise da pureza por Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC) é uma técnica bem consolidada, cuja metodologia empregada está descrita pela norma ASTM E928-2008 – *Standard test method for purity by Differential Scanning Calorimetry*. O método avalia a pureza do composto

por meio de uma análise do pico de fusão obtido, aplicando a lei de Van't Hoff, que prevê a depreciação do ponto de fusão do composto puro devido à presença de impurezas. (ABNT, 2016a; MOREIRA et al., 2010).

Neste contexto, o presente trabalho ambiciona realizar uma nova abordagem à norma ABNT (2016) no que diz respeito aos fundamentos do seu método de determinação de aldeídos e cetonas contidos em gás de escapamento de veículos rodoviários automotores leves. Assim, visa explorar os conceitos teóricos envolvidos no mesmo, ao obter e purificar os derivados de formaldeído (HCHO), acetaldeído (CH₃CHO) e propanona (CH₃COCH₃) mediante derivatização, recristalização e uso das técnicas HPLC e DSC bem como, assegurar a qualidade e consistência do agente derivatizante a ser usado, por meio da obtenção do seu espectro eletromagnético via FTIR.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia experimental empregada para obter e purificar os derivados carbonílicos partindo-se dos compostos HCHO, CH₃CHO e CH₃COCH₃ foi executada com base na ABNT (2016). Inicialmente, realizou-se o preparo de uma solução aquosa de ácido clorídrico (HCl) 2 N e de uma solução ácida de DNPH/HCl. Com o auxílio de uma proveta de 100,0 mL, mediu-se 85,0 mL de HCl. A solução foi preparada em um balão volumétrico de 1000,0 mL e o volume aferido com água destilada. Pesou-se com o auxílio de uma balança analítica, espátula e vidro de relógio, 1,000 g do reagente sólido DNPH e transferiu-se para um erlenmeyer de 500,0 mL. A massa foi dissolvida com 500,0 mL da solução de HCl 2 N previamente preparada, por meio de um sistema de resfriamento e dissolução com agitação magnética por 1 hora.

Em seguida, procedeu-se com a precipitação dos derivados carbonílicos. Transferiu-se 250,0 mL da solução ácida de DNPH/HCl para um béquer de 500,0 mL. Pipetou-se 2,00 mL de HCHO e transferiu-

se para o béquer da solução acidificada. O sistema foi agitado com bastão de vidro e conduzido a um banho de resfriamento por aproximadamente 2 horas. Montou-se um sistema de filtração a vácuo, com o auxílio de cadinho, compressor aspirador, kitassato de 500,0 mL e duas mangueiras para conexão. A solução amarela resultante da precipitação do derivado carbonílico de formaldeído foi filtrada lavando-se, sucessivamente, com solução de HCl 2 N e água destilada, a fim de remover o reagente derivatizante em excesso. O produto da filtração a vácuo obtido foi devidamente reservado. Repetiu-se o procedimento de precipitação descrito para preparação dos derivados carbonílicos de CH₃CHO e CH₃COCH₃.

Os derivados carbonílicos precipitados foram recristalizados. Para tanto, procedeu-se com a completa dissolução em solvente álcool etílico (CH₃CH₂OH) em ebulição. A solução alcoólica de derivado fórmico foi reservada à temperatura ambiente até atingir o equilíbrio térmico e em seguida, foi resfriada em banho de resfriamento por 5 horas. Aproximadamente 72 horas depois, a solução alcoólica de derivado fórmico foi filtrada a vácuo lavando-se, sucessivamente, com etanol anidro. Os cristais do derivado carbonílico de HCHO reobtidos (Figura 1) foram secos por evaporação em estufa e pesados em balança analítica. Repetiu-se o procedimento descrito para recristalização dos derivados carbonílicos de CH₃CHO e CH₃COCH₃ (Figura 2 e 3).



Figura 1: Cristais de derivado fórmico

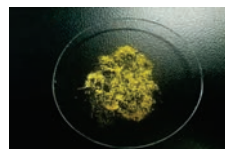


Figura 2: Cristais de derivado acético

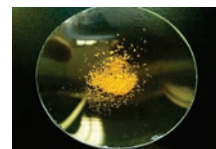


Figura 3: Cristais de derivado propanóico

Realizou-se a verificação da pureza dos derivados carbonílicos preparados por análise cromatográfica e calorimétrica. Prepararam-se padrões de 10 µg/mL e de 1 µg/mL medindo-se uma massa de, aproximadamente, 0,001 g do cristal de derivado fórmico. Transferiu-se, quantitativamente,

a massa para um balão volumétrico de 100,0 mL, aferiu-se o menisco com ACN, obtendo-se uma solução de concentração conhecida (padrão de 10 µg/mL). Pipetou-se 10,00 mL do padrão obtido e transferiu-se para um balão volumétrico de 100,0 mL. Completou-se o volume do balão com ACN, adquirindo-se o padrão de 1 µg/mL. Em seguida, repetiu-se o procedimento descrito para o preparo de padrões de 10 µg/mL e 1 µg/mL dos derivados carbonílicos de CH₃CHO e CH₃COCH₃.

Os padrões preparados foram injetados em um cromatógrafo líquido HPLC Agilent 1100 series com coluna Sphere Clone 00G4144 - 250 x 4.60 mm, 5 microns, utilizando-se um tempo de retenção de 15 minutos e comprimento de onda (γ) de 365 nm na região ultravioleta (UV). A verificação da pureza por análise térmica de calorimetria exploratória diferencial foi realizada em um equipamento DSC TA Instruments Q2000. As amostras foram submetidas a uma taxa de aquecimento de 20 °C/min no intervalo de temperatura de -100 °C a 550 °C em atmosfera de nitrogênio. Uma amostra do agente de derivatização utilizado e as amostras de cristais dos derivados obtidos foram analisadas por espectroscopia na região do infravermelho em um equipamento FTIR Thermo Nicolet Nexus 470.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A reação de derivatização promovida aumentou a seletividade dos compostos carbonílicos via formação de derivados, além de tornar mais segura a análise dos aldeídos de baixa massa molar, tais como: formaldeído e acetaldeído, ambos compostos altamente voláteis e reativos. Ao promover a reação de cada aldeído e cetona utilizados com a solução de DNPH/HCl os grupos carbonílicos dos compostos orgânicos reagiram com o grupo amino do agente derivatizante utilizado para formar as respectivas 2,4-dinitrofenilhidrazonas de cada composto. Notou-se que a formação das hidrazonas ocorreu em condições ácidas por meio de

uma catálise ácida, um dos tipos importante de catálise homogênea, por emprego de reagentes e catalisador dispersos em uma única fase, uma solução líquida. Assim, avaliaram-se as reações de derivatização como métodos indiretos, mas como mais apropriados, em detrimento das análises diretas dos aldeídos, por exemplo.

A recristalização após precipitação do derivado carbonílico de formaldeído ocorreu de forma lenta e ideal, ocasionando a formação de cristais grandes e definidos. Os cristais obtidos na recristalização a partir dos derivados de acetaldeído e propanona foram pequenos e amorfos, resultado de uma recristalização rápida e não ideal. Apresentaram-se na Tabela 1 as particularidades físicas e químicas dos compostos e derivados correspondentes.

Tabela 1

Características físico-químicas dos compostos carbonílicos e seus derivados

| Nome do composto carbonílico | Massa molecular (g/mol) | Massa do derivado carbonílico obtida (g) | Massa molecular do derivado carbonílico (g/mol) | Aspecto do derivado carbonílico |
|------------------------------|-------------------------|--|---|---------------------------------|
| Formaldeído | 30,03 | 0,4310 | 210,0 | Agulhas laranjas |
| Acetaldeído | 44,05 | 0,0750 | 224,0 | Agulhas amarelas |
| Propanona | 58,08 | 1,8854 | 238,0 | Cristais amarelos |

Os resultados obtidos na análise cromatográfica de pureza por injeção das soluções padrão de 1 µg/mL e 10 µg/mL de cada um dos compostos carbonílicos foram representados por meio dos cromatogramas apresentados a seguir (Figuras 4 a 9). Nos gráficos, o eixo das abscissas representou o tempo da análise em minutos (min.) e o eixo das ordenadas uma resposta de área do pico (mAU).

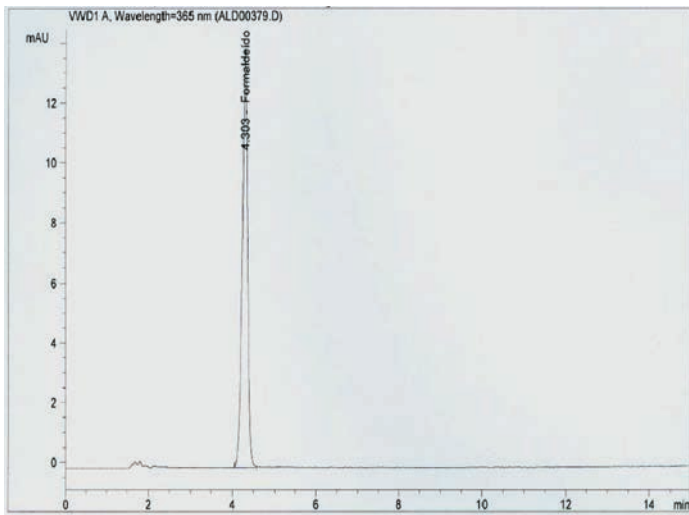


Figura 4: Cromatograma obtido para padrão de 1 µg/mL de derivado de HCHO, ACN:H₂O 65:35, fluxo 1 mL/ mim, UV λ = 365 nm

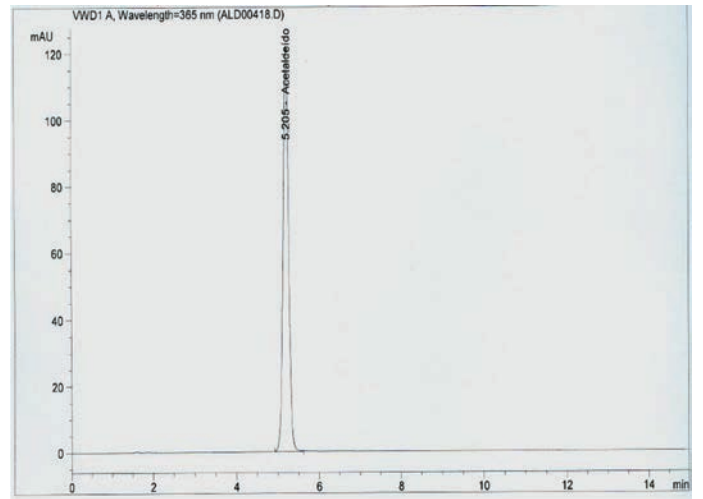


Figura 7: Cromatograma obtido para padrão de 10 µg/mL de derivado de CH₃CHO, ACN:H₂O 65:35, fluxo 1 mL/ mim, UV λ = 365 nm

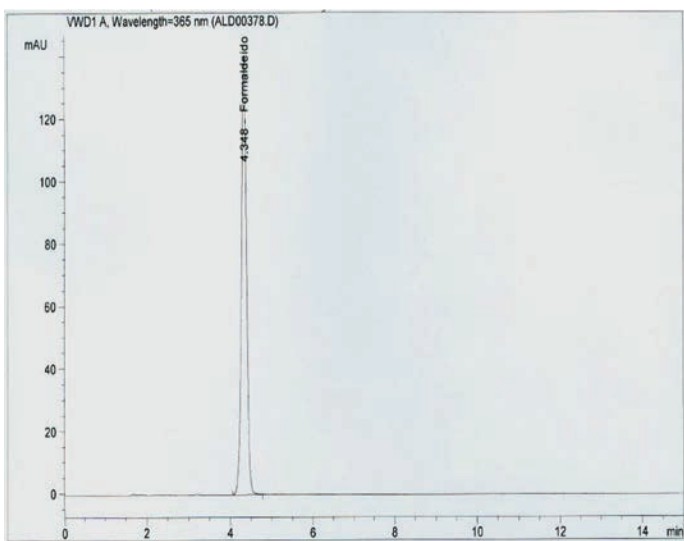


Figura 5: Cromatograma obtido para padrão de 10 µg/mL de derivado de HCHO, ACN:H₂O 65:35, fluxo 1 mL/ mim, UV λ = 365 nm

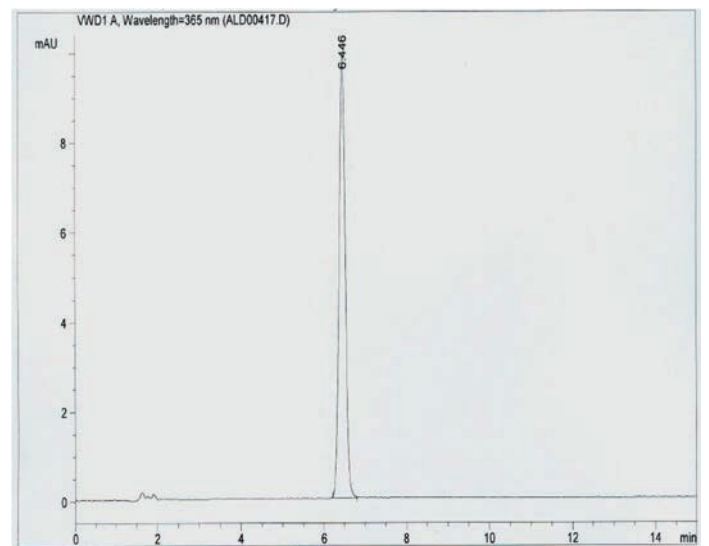


Figura 8: Cromatograma obtido para padrão de 1 µg/mL de derivado de CH₃COCH₃, ACN:H₂O 65:35, fluxo 1 mL/ mim, UV λ = 365 nm

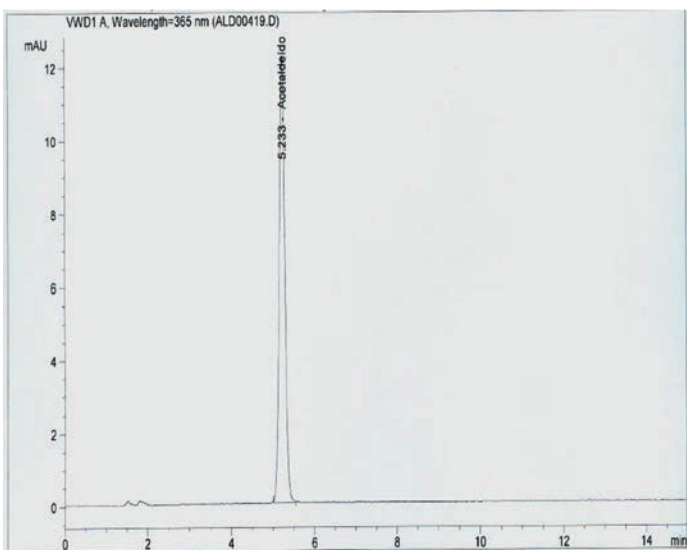


Figura 6: Cromatograma obtido para padrão de 1 µg/mL de derivado de CH₃CHO, ACN:H₂O 65:35, fluxo 1 mL/ mim, UV λ = 365 nm

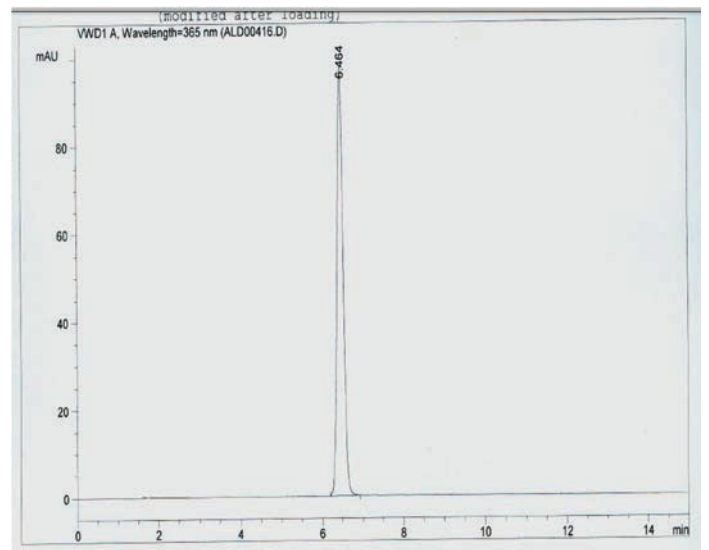


Figura 9: Cromatograma obtido para padrão de 10 µg/mL de derivado de CH₃COCH₃, ACN:H₂O 65:35, fluxo 1 mL/ mim, UV λ = 365 nm

Durante a análise cromatográfica para verificação da pureza dos derivados obtidos, mantiveram-se constantes a vazão (1 mL/min) da fase móvel (ACN:H₂O 65:35) e a temperatura da coluna. Desse modo, garantiu-se um tempo de retenção constante para cada composto, desde o instante em que a amostra foi introduzida até o instante do máximo do pico, uma vez que a fase estacionária não sofreu modificação. A correlação entre os tempos de retenção dos compostos de formaldeído, acetaldeído e propanona com os tempos de retenção dos respectivos derivados correspondentes permitiu confirmar a pureza dos padrões obtidos (Tabela 2).

Tabela 2

Tempos de retenção dos compostos e dos derivados de formaldeído, acetaldeído e propanona

| Composto carbonílico | Tempo de retenção aproximado do composto (min) | Tempo de retenção obtido para padrão de 1 µg/mL (min) | Tempo de retenção obtido para padrão de 10 µg/mL (min) |
|----------------------|--|---|--|
| Formaldeído | 4,300 | 4,303 | 4,348 |
| Acetaldeído | 5,250 | 5,233 | 5,205 |
| Propanona | 6,425 | 6,446 | 6,464 |

A verificação da pureza por DSC realizou-se por meio do pico de fusão obtido. Os resultados encontrados para os pontos de fusão dos derivados dos aldeídos fórmico e acético e para a propanona foram de 166.65 °C, 169.0 °C e 127.09 °C respectivamente, e podem ser conferidos nas Figuras 10, 11 e 12 a seguir. Eles corroboraram a identidade dos compostos carbonílicos estudados, cujas entalpias teóricas de fusão são de 128.3 J/g, 130.0 J/g e 96.0 J/g, respectivamente.

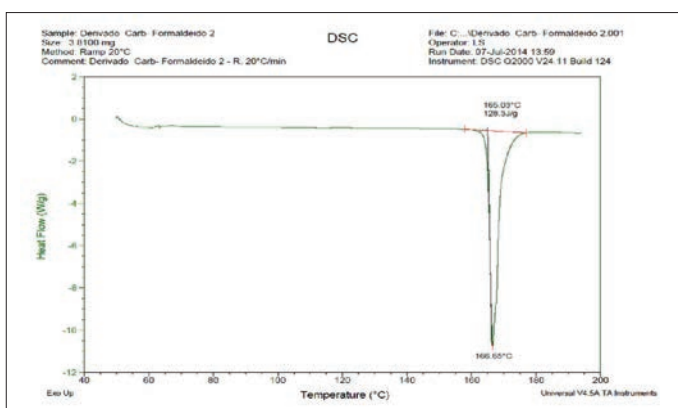


Figura 10: Pico de fusão obtido para derivado de formaldeído.

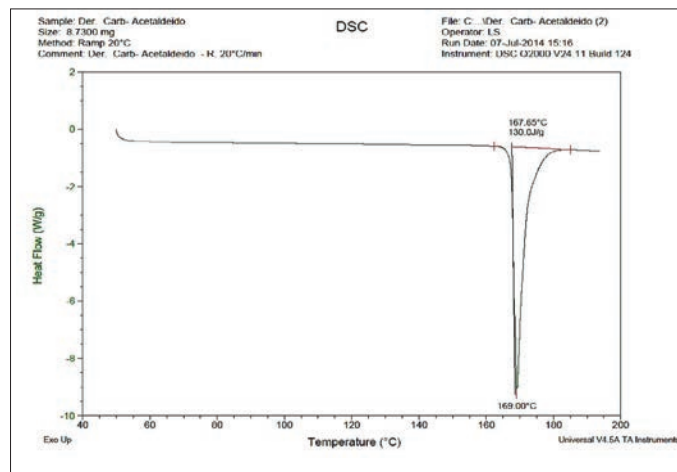


Figura 11: Pico de fusão obtido para derivado de acetaldeído

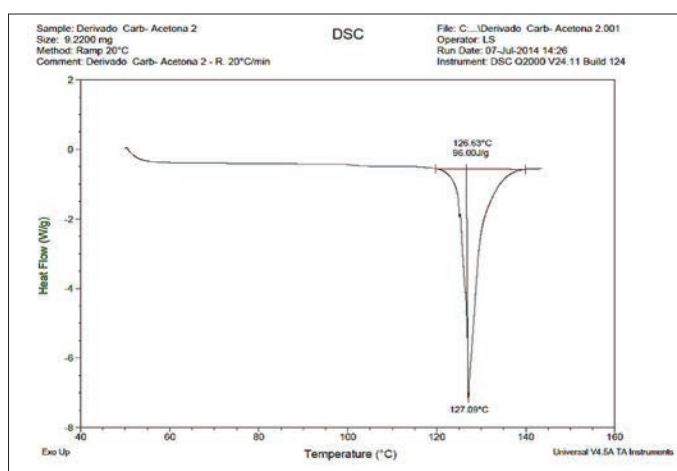


Figura 12: Pico de fusão obtido para derivado de propanona.

Qualitativamente, observou-se que os cristais formados a partir de diferentes hidrazonas apresentaram picos de fusão distintos, permitindo a identificação desses compostos pelo método da derivatização. Quantitativamente, segundo a Lei de Van't Hoff, o ponto de fusão dos compostos puros sofre depreciação devido à provável presença de impurezas. A avaliação da pureza foi satisfatória, visto que os valores mostraram-se desejáveis para os pontos de fusão esperados para os derivados estudados. Não foram levantadas hipóteses de impregnação da rede cristalina dos derivados carbonílicos obtidos via adsorção.

Ademais, configurou-se uma interpretação da qualidade e consistência do agente de derivatização DNPH mediante obtenção do seu respectivo espectro eletromagnético via FTIR. O espectro no IV do reagente forneceu evidências sobre as ligações

Ademais, configurou-se uma interpretação da qualidade e consistência do agente de derivatização DNPH mediante obtenção do seu respectivo espectro eletromagnético via FTIR. O espectro no IV do reagente forneceu evidências sobre as ligações N–H das amins primária e secundária pelos picos de intensidade moderada entre 3300 e 3500 cm^{-1} , bandas de estiramento C–H do anel aromático em 3090 cm^{-1} e suas bandas de combinação de aromático 1950 cm^{-1} , além de duas bandas de forte absorção oriundas do grupo O–N–O (NO_2), sendo uma a 1550 cm^{-1} e outra a 1350 cm^{-1} (Figura 13).

Apesar da radiação infravermelha não conter energia suficiente para excitar os elétrons e provocar transições eletrônicas na molécula da DNPH, ela fez com que os átomos (C, H, O, N), ou grupos desses átomos, vibssem com maior rapidez e com maior amplitude em torno das ligações covalentes de união dos mesmos. Estas ligações absorveram energia, sofrendo alterações e, ao retornarem ao estado original, liberaram essa energia, que então foi detectada pelo espectrômetro utilizado.

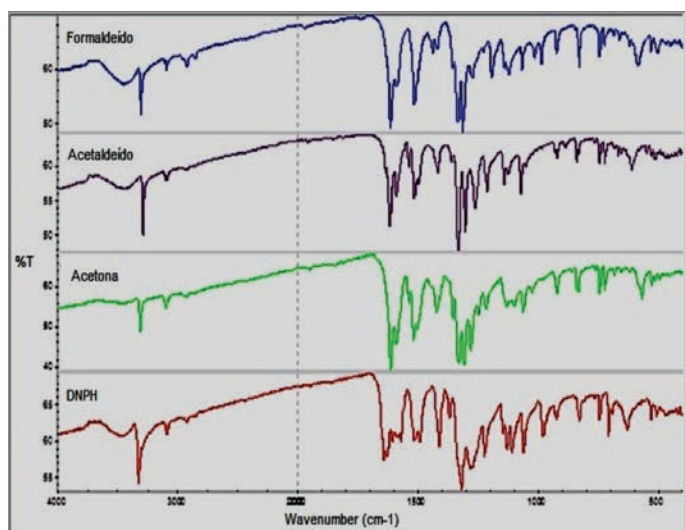


Figura 13: Espectros na região do infravermelho dos derivados carbonílicos e DNPH

Os espectros no infravermelho das amostras de formaldeído e acetaldeído obtidos apresentaram absorções características do grupo carbonila com frequência de estiramento da ligação C=O, dando

picos intensos entre 1690 e 1740 cm^{-1} , além de bandas de estiramento da ligação C–H que ocorreram em frequência mais baixa, na região de 2800–3000 cm^{-1} . Foram observadas no espectro da amostra de propanona, predominantemente, absorções semelhantes. Picos do estiramento da ligação C–H dos grupos $-(\text{CH}_3)-$ e estiramento da ligação dupla carbono–oxigênio na faixa de 1680–1750 cm^{-1} (Figura 13).

A análise de FTIR mostrou-se como uma técnica rápida capaz de criar uma impressão digital molecular dos compostos orgânicos estudados. Desse modo, por meio dos espectros de FTIR foi possível confirmar a identidade das amostras bem como a qualidade e consistência do reagente 2,4-dinitrofenilhidrazina.

CONCLUSÕES

Atingiram-se os objetivos previstos para o estudo realizado, contextualizando a abordagem da determinação de aldeídos e cetonas no gás de escapamento de veículos automotores. Além da assimilação de experiências e do aperfeiçoamento da capacidade de lidar com problemas experimentalmente, configuraram-se processos de aprendizagem mediante aplicação de conteúdos teóricos relativos ao procedimento de derivatização e purificação de sólidos orgânicos por recristalização. Familiarizaram-se com técnicas analíticas de verificação da pureza de compostos químicos e com novas substâncias e equipamentos laboratoriais, conhecendo as regras para o seu manuseamento e constatando sua utilidade.

AGRADECIMENTOS

A todos, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização do presente trabalho. Minha gratidão, especialmente: ao Laboratório de Emissões e Consumo e Laboratório de Materiais da Área de Engenharia Experimental.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6601**: Veículos rodoviários automotores leves: determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, dióxido de carbono e material particulado no gás de escapamento. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12026**: Veículos rodoviários automotores leves: determinação de aldeídos e cetonas contidos no gás de escapamento, por cromatografia líquida - método DNPH. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

AZEVÊDO, Luciana Cavalcanti de. **Estudo de compostos carbonílicos e os respectivos ácidos hidroxialquilsulfônicos em vinhos**. 2007. 159 f. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007. Disponível em: <<http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/10003>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

DAEMME Luiz Carlos; PENTEADO, Renato; MELO, Tadeu Cordeiro de. **Comparativo entre as metodologias tradicionais de medição de emissões veiculares com a técnica FTIR**. [S.l.]: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC), 2010.

MACHADO, Ana Maria de Resende. VIDIGAL, Maria Cristina Silva; SANTOS, Miriam Stassun dos. **Química orgânica prática**. Belo Horizonte: CEFET-MG, 2006.

MALDANER, Liane; JARDIM, Isabel Cristina Sales Fontes. O estado da arte da cromatografia líquida de

ultra eficiência. **Revista Química Nova**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 214-222, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n1/v32n1a36.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

MELO, Tadeu Cavalcante Cordeiro de; et al.. Como diferentes teores de biodiesel no diesel afetam as emissões de aldeídos em motores e veículos, p. 552-568. In: **Anais do XXI Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva - SIMEA 2013**. São Paulo: Blucher, 2014. Disponível em: <<http://doi.org/10.5151/engpro-simea-PAP80>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

MOREIRA, G. F. et al.. Aplicação da Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) para determinação da pureza de fármacos. **Revista Produto & Produção**, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 22-29, 2010. Disponível em: <http://repositorios.inmetro.gov.br/bitstream/10926/1701/1/Moreira_2010.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2018.

RIBEIRO, Kamilla de Lima; RIBEIRO, Carolina Habbib. **Emissões veiculares**: Parte 1 – Introdução. Betim: FIAT CHRYSLER, 2013. RIBEIRO, Kamilla de Lima. **HPLC e CG**: Parte 4 – Análises instrumentais - aplicação em emissões veiculares. Betim: FIAT CHRYSLER, 2013.

SANTOS, Christiane Magalhães Mello. **Avaliação da influência do etanol na extração de compostos voláteis e semi-voláteis presentes em bebidas alcoólicas**. 2012. 54 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2012. Disponível em: <http://sigarra.up.pt/fcup/pt/publs_pesquisa.show_public_file?pct_gdoc_id=10147>. Acesso em: 17 ago. 2018.

Análise do ensino de programação nos cursos de graduação no Rio de Janeiro e como utilizar VBA/Excel. Uma pesquisa aplicada à química e à engenharia química

Evaluation of programming teaching in undergraduate courses in Rio de Janeiro and how use VBA/Excel. A focused research on chemistry and chemical engineering

Fabiano Galdino Leal^{a*}, Soraya Nassar Sakalem^b, Érika Christina Ashton Nunes Chrisman^c

^a*Instituto de Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói. RJ, Brasil*

^b*Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

^c*Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

**e-mail: fab.galdino@gmail.com*

Submetido em 25/09/2018; Versão revisada em 15/10/2018; Aceito em 16/10/2018

Resumo

A elevada produção científica em química e engenharia química atrelada ao desenvolvimento de ferramentas computacionais de grupos americanos e chineses é nitidamente superior ao resto do mundo, onde observa-se forte interação da computação com as disciplinas durante o curso de graduação e maior associação à situações-problemas da química e engenharia. Neste estudo, observou-se a deficiência na contextualização do ensino de computação nas universidades públicas do Rio de Janeiro para os cursos de química e engenharia química, onde a ausência de práticas didáticas satisfatórias impede a abordagem apropriada entre computação e os problemas da indústria química. Assim, propôs-se a modificação de seus currículos e inclusão de práticas computacionais através da elaboração de algoritmos em VBA/Excel.

Palavras-chave: VBA/Excel; ensino de programação; química; engenharia química; universidades no Rio de Janeiro

Abstract

The performance of US and Chinese groups in the scientific production of chemistry and engineering computing is markedly superior to the rest of the world, where the presence of computation is constant in the syllabus and associated with the problem solving of these sciences. In this study, curricula and syllabus of public universities in Rio de Janeiro evaluated regarding the contextualization and adequacy of computer teaching in courses of chemistry and chemical engineering, after evaluation the authors does not observe satisfactory didactic practices. Thus, proposed the modification of its curricula and a sketch of algorithm that allows introducing programming in Excel/VBA among the obligatory subjects of specific disciplines.

Keywords: VBA/Excel; programming teaching; chemistry; chemical engineering; undergraduate courses in Rio de Janeiro

INTRODUÇÃO

A compreensão, resolução e superação de problemas são características cada vez mais procuradas nas pessoas, seja qual for sua formação e área de atuação, essas habilidades analíticas são constantemente associadas à educação de qualidade que prepara e estimula (SILVA; OLIVEIRA; QUEIROZ, 2011; WARTHA; REZENDE, 2011). A indústria química pode ser utilizada para exemplificar essa situação, em que a qualidade, eficiência e competitividade estão diretamente relacionadas a capacidade de determinar a qualidade dos produtos, prever situações indesejáveis no processo e obter as melhores condições de produtividade através de extensos e complexos cálculos, cujo tempo de resposta desejado é curto. Neste cenário, a realidade da química e engenharia sofreu profundas transformações há mais de trinta anos com o avanço da computação e desde então, o debate de como preparar alunos para a aplicação de algoritmos e linguagens de programação se popularizou e notoriamente cresceu e diversificou-se, com muitas plataformas de desenvolvimento, além da original estruturação em *Fortran* (CORONELL, 2005). Com a crescente importância dos computadores e sua constante atualização, é fundamental a programação como ferramenta educacional na engenharia e na química (KASSIM; CADBURY, 1996). Desta forma, a instituição de ensino superior (IES) pode cumprir com o papel de promover experiências educacionais básicas, estimular a criatividade e disseminar conhecimento, além de formar para a vocação e realidade do mercado de trabalho (ANDRADE et al., 2004).

A inclusão de disciplinas contendo ensino de programação é comum nos primeiros anos dos cursos de graduação na área de ciências exatas, como em: química (bacharelado e licenciatura), química tecnológica e engenharia química. Normalmente, os cursos utilizam plataformas como MATLAB® e outras com linguagem C, durante o qual

buscam alternativas a solução de problemas simples e facilmente resolvidos por cálculos básicos, conseqüentemente tornam a aplicação do *software* desnecessária e o ensino ineficiente e desestimulante aos estudantes. A apresentação descontextualizada do conteúdo, incapacita a absorção do conhecimento para aplicá-lo em disciplinas que necessitem de abordagens matematicamente mais complexas (CRESS et al., 2012; PINHEIRO; MEDEIROS; OLIVEIRA, 2010; SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007). Integrar essas disciplinas a outras nas quais processos industriais são modelados, propriedades termodinâmicas ou equilíbrio de reações complexas sejam estimados e, em que a titulação de produtos possam ser ilustradas (COLEMAN, 2010; GE et al., 2014; NIECE, 2012; ÖHRSTRÖM et al., 2005; WALKOWIAK; NEHRING, 2016), agrega mais valor a programação, permitindo a aplicação de modelos matemáticos mais completos e promovendo soluções rápidas e precisas (KASSIM; CADBURY, 1996).

Nesse sentido, o ensino de programação deve abordar questões comuns da ciência, evitar plataformas cujos algoritmos sejam longos ou apresentem interface pouco amigável (KASSIM; CADBURY, 1996) e ampliar a capacidade do aluno de absorver conhecimento sobre as rotas matemáticas do problema, pois entender a aplicação computacional neste ramo da ciência estimula o caráter crítico-reflexivo dos estudantes. A articulação em torno da proposta de ensino na qual estejam definidos claramente os objetivos do curso e sua abrangência, permite além do domínio cognitivo dos conteúdos de química e engenharia, contemplar atividades que visem estabelecer correlações com áreas conexas, ampliando o caráter interdisciplinar e permitir desenvolver o trabalho em equipe (ANDRADE et al., 2004; KASSIM; CADBURY, 1996).

Levantamento realizado em 2004, indicou que egressos dos cursos de engenharia recém admitidos em empresas dedicam metade do dia de trabalho a tarefas computacionais, com especial utilização de

programas comerciais com interface amigável, sendo o mais utilizado o *Microsoft Excel* (EDGAR, 2004; GABRIELA B. DENARI, THALITA R. SACILOTO, 2016; OLIVEIRA et al., 2007). Este mesmo estudo mostrou que os profissionais mais capazes de atender aos desafios da função foram aqueles ensinados a utilizar efetivamente a linguagem de programação disponível no *Excel®*, a *Visual Basic for Applications*, ou simplesmente VBA, sendo essa a linguagem de programação mais indicada por engenheiros (CORONELL, 2005).

Ainda em 2004, no Brasil, foi percebido que 41% dos cursos de graduação em química se concentravam na região sudeste, região mais industrializada e desenvolvida do país (ANDRADE et al., 2004), e onde se localizam instituições de ensino superior de qualidade reconhecida.

Além da vantagem profissional, essas ferramentas computacionais são capazes de solucionar rotinas matemáticas de engenharia e química permitindo reduzir o tempo no processamento de dados e aumentar a disponibilidade de estudantes para análise e discussão dos resultados (CORONELL, 2005; STAMMITTI, 2013; WONG; BARFORD, 2010). Essas ferramentas permitem também a construção de gráficos e a comunicação entre programas (OLIVEIRA et al., 2007).

Estudo publicado em 2016 mostrou a evolução do currículo dos cursos de engenharia com inclusão de disciplinas que abordam ciências da computação. Nesta publicação, o autor conclui que 76% dos egressos de cursos de engenharia reconheceram a importância da programação na formação acadêmica, enquanto 89% afirmam que é importante possuir habilidades de programação para o desenvolvimento profissional (GERBER; KHASHE; SMITH, 2016).

Na África do Sul e nos EUA, desde a década de 1990, linguagens de programação são abordadas ainda no ensino médio (KOORSSE; CILLIERS; CALITZ, 2015), inclusive em cursos de química

orgânica, bioquímica e físico-química (HU; SHEPHERD; COLLEGE, 2013). Na Venezuela e Hong Kong, os alunos de graduação constroem rotinas computacionais em planilhas eletrônicas após cada aula experimental e seus currículos incluem o aprendizado de pelo menos dois pacotes computacionais comerciais (STAMMITTI, 2013; WONG; BARFORD, 2010).

É voz corrente que os químicos e engenheiros formados em várias IES públicas e privadas do Brasil têm nível de conhecimento específico em engenharia e química compatível com aqueles de países desenvolvidos, haja vista o reconhecimento internacional sobre trabalhos científicos produzidos em parceria com as universidades (ANDRADE et al., 2004). Todavia, sob alguns aspectos, formam-se profissionais despreparados para um mundo em constante mudança. As principais deficiências na formação dos químicos brasileiros podem ser enquadradas como aquelas de formação em áreas afins à química, como por exemplo, biotecnologia, biologia e outras modalidades de conhecimento atuais e novas (ANDRADE et al., 2004).

A presença de computação no currículo da IES permite preparar profissionais para conhecer as demandas da indústria e suprir parte da deficiência em novas tecnologias (GERBER; KHASHE; SMITH, 2016). Os currículos estão sujeitos a constante atualização e devem principalmente considerar a capacidade de mudança causada pela computação, devido ao complexo de forças atuando sobre as mudanças na indústria e na formação de profissionais em ciências, tais como economia global, influências do mercado e tecnologias digitais. Conseqüentemente, a formação de profissionais capazes de abordar problemas de forma moderna e interdisciplinar faz a revisão de currículos cada vez mais relevante e necessária (GERBER; KHASHE; SMITH, 2016; SILVA, 2011).

O controle de processos químicos visa manter as variáveis monitoradas dentro da faixa esperada de valores no decorrer da manufatura industrial, deste

modo, para que seja possível medir as variáveis como temperatura, nível, vazão e pressão são utilizados sensores que transmitem sinais elétricos e são interpretados por controladores que atuam sobre o processo na forma de elementos como válvulas, resistências elétricas, motores e bombas. A modelagem e tratamento computacional na indústria química são foco de estudo desde a década de 1980 (BEQUETTE, 1991), evoluíram drasticamente e hoje passam por mudanças mais significativas em decorrência do avanço tecnológico.

O termo Indústria 4.0 e *Industrial Big Data Analytics*, consequência da aplicação intensa de tecnologias digitais na indústria, resume a integração entre sensores de processo, transmissores, sistemas de planejamento, informações de clientes e fornecedores, todas simultaneamente processadas em tempo real e administradas por sistemas autônomos de tomada de decisão, conferem maior segurança ao processo, redução de custos, menor impacto ambiental e transforma o modelo de negócios da indústria (ALMEIDA; PARK, 2017).

Conseqüentemente, para se adaptar a introdução dessas tecnologias digitais, a educação superior deve buscar soluções na promoção de melhorias no processo ensino-aprendizagem com maior ênfase em recursos computacionais em conjunto às disciplinas de processos químicos, fenômenos de transferência, operações unitárias, químicas analíticas e instrumental e termodinâmica, se utilizados adequadamente, podem ainda ampliar o conceito de aula e desenvolver novas pontes cognitivas. Sabe-se que a utilização de recursos computacionais no ensino superior de química cresceu (GABRIELA B. DENARI, THALITA R. SACIOTO, 2016; JAREK et al., 2013; SINEX; CHAMBERS, 2013), mas ainda pode ampliar processos mentais superiores como percepção, atenção e memória. Assim, tem-se propósito pedagógico de elaborar algoritmos e contribuir educacionalmente para o surgimento de situações-problemas, de seus desafios, com o levantamento e

refutação de hipóteses na resolução dessas situações (MACHADO, 2016; ÖHRSTRÖM et al., 2005).

Portanto, o objetivo desse trabalho é sintetizar através de análise estatística básica como as IES abordam o ensino de programação nos cursos de educação superior a nível de graduação em química, química tecnológica e engenharia química nas universidades públicas do estado do Rio de Janeiro. Após esta avaliação, comparar como outras IES de referência abordam a interface programação-química-engenharia em situações-problemas do ensino e, por fim, apresentar ferramenta computacional básica aplicável em sala de aula, que se espera ser capaz de estimular o desenvolvimento profissional e apresentar conceitos fundamentais de programação.

MÉTODOS

Pesquisa de currículo

As ementas oficiais e vigente no ano de 2017 foram pesquisadas para os cursos de educação superior a nível de graduação em química, química tecnológica e engenharia química das instituições de ensino públicas do Rio de Janeiro. A caracterização dos cursos foi preliminarmente dividida em química, química tecnológica e engenharia química de forma a refletir as atividades profissionais estabelecidas pela Lei N^o 2.800/1956 e resolução normativa 36, contudo, devido à natureza educacional do título de licenciatura, esse estudo subdividiu a formação química em licenciatura e bacharelado, assim totalizando quatro tipos diferentes de cursos.

Os currículos pesquisados foram das seguintes instituições de ensino: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Instituto Militar de Engenharia (IME), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Universidade Federal Fluminense (UFF),

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), totalizando assim sete instituições de ensino superior, cujos respectivos sítios eletrônicos contêm informações sobre o conteúdo de cada disciplina da grade curricular. Nos casos de cursos que conferem a mesma titulação e são oferecidos em mais de um turno ou em polos diferentes da mesma universidade, foi considerada a matriz de disciplinas daquele com menor tempo de integralização ou término de curso. Foram consideradas neste estudo apenas as disciplinas obrigatórias dos cursos presenciais.

Os cursos que conferem título de bacharel tecnológico ou similares em graduação tecnológica, conhecidos por tecnólogos, foram removidos deste estudo por corresponderem a outro nível de titulação e apresentarem menor tempo de duração, menor carga horária e sequência de disciplinas com ênfases diferentes quando comparados ao título de bacharel.

O total de disciplinas que continham explicitamente algum elemento de computação, programação ou planilhas eletrônicas foi investigado e, então, elaborada tabela com o período sugerido da disciplina, o tipo de curso, universidade e verificada a integralização da disciplina com o conteúdo profissional do curso.

Pesquisa de produção científica

A produção científica foi determinada utilizando a base multidisciplinar de publicações da *Elsevier*, conhecida por *Scopus*, disponível no portal da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Esta base foi escolhida por indexar títulos acadêmicos revisados por pares, títulos de acesso livre, anais de conferências, publicações comerciais, séries de livros, páginas *web* de conteúdo científico (reunidos no *Scirus*) e patentes de escritórios, além de dispor de funcionalidades de apoio à análise de resultados (bibliometria) como identificação de autores e filiações, análise de

citações, análise de publicações e índice H. Nessa base, sobre todos os campos dos periódicos, foram aplicados a pesquisa simples os seguintes termos: (TITLE-ABS-KEY (*chemical OR chemistry OR "chemical engineering"*) AND TITLE-ABS-KEY ((*programming OR computation*) OR (*vba OR excel OR spreadsheet*))) e, posteriormente, o período de avaliação foi limitado de 2000 à 2016. Sobre o resultado da pesquisa, elaborou-se análise estatística de países e instituições com maior produção científica.

Pesquisa de currículo das principais instituições e proposta educacional

Esse procedimento procede a pesquisa de produção científica da base *Scopus*. Após determinação das três principais IES do país com maior participação científica nos temas objeto de pesquisa, foram selecionadas para análise curricular dos cursos nos respectivos sítios eletrônicos, e então, investigada como é desenvolvida a abordagem de programação nos cursos de química e engenharia, seguindo o mesmo procedimento da pesquisa daquelas IES localizadas no Rio de Janeiro.

Após identificar as disciplinas do ciclo profissional que mais agregam no ensino de programação, é proposta metodologia educacional para aplicação de ferramenta em *Excel*® na solução de situações-problemas no meio acadêmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação dos currículos

Foram considerados dezoito cursos superiores entre as IES deste trabalho, que apresentam duração média de cinco anos para os de engenharia e de quatro anos para os demais cursos. As ementas avaliadas foram aquelas mais recentes e todas apresentavam com clareza o conteúdo programático a ser desenvolvido em sala de aula. Durante a

avaliação das ementas, caracterizou-se o ensino de programação ou de planilhas eletrônicas em todas as ementas que continham explicitamente textos que remetessem a esses termos.

De acordo com esse levantamento, ilustrado na Tabela 1, pôde-se constatar que 50% dos cursos avaliados, indicados por não há na tabela abaixo, na coluna “Período da disciplina”, não apresentaram qualquer disciplina relacionada ao ensino de algoritmos, programação ou familiarização com plataformas computacionais de desenvolvimento de aplicativos ou planilhas eletrônicas.

Tabela 1
Ensino de programação nas universidades

| # | Universidade | Período da disciplina | Nome curso | Ensino contextualizado |
|----|--------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 1 | UFRJ | 1 ^o | Bacharelado em Química | Não |
| 2 | | Não há | Licenciatura em Química | N/D |
| 3 | | 1 ^o | Química industrial | Não |
| 4 | | 1 ^o | Química | Não |
| 5 | | 1 ^o | Engenharia Química | Não |
| 6 | UFF | 2 ^o e 3 ^o | Engenharia Química | Não |
| 7 | | Não há | Química industrial | N/D |
| 8 | | Não há | Química - bacharel | N/D |
| 9 | | Não há | Química - licenciatura | N/D |
| 10 | UFRRJ | 1 ^o | Química - bacharelado | Não |
| 11 | | 4 ^o e 6 ^o | Engenharia Química | Sim |
| 12 | | 1 ^o | Química - licenciatura | Não |
| 13 | UERJ | Não há | Licenciatura em Química | N/D |
| 14 | | Não há | Engenharia Química | N/D |
| 15 | IME | 6 ^o | Engenharia Química | Sim |
| 16 | UENF | Não há | Licenciatura em Química | N/D |
| 17 | IFRJ | Não há | Química atrib. Tecnológicas | N/D |
| 18 | | * | Química - licenciatura | * |

Apesar da informação contida na tabela acima, é comum que os próprios estudantes busquem o aprendizado e desenvolvam habilidades mínimas com planilhas ou plataformas de programação, pois as dificuldades e necessidades no decorrer de disciplinas que envolvam cálculos repetitivos ou elaboração de gráficos, por exemplo, exigem a inserção na computação. Contudo, a ausência de obrigatoriedade nas ementas pode causar distorções no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que limita e desobriga a atuação docente e sua avaliação sobre absorção deste conteúdo, podendo causar desorientação educacional e formação de profissionais ora aptos, ora alheios a uso de planilhas e linguagens de programação, a depender da prática

docente adotada.

Entre os cursos que contém o conteúdo programático, a elevada proporção de 67% dos casos mostra que a disciplina é apresentada no primeiro período do curso, ou seja, sem qualquer vínculo com disciplinas mais rigorosas matematicamente ou àquelas que aplicam conceitos do ciclo profissional, o que pode desinteressar os estudantes.

Nos cursos de engenharia química da UFF e UFRRJ são observadas duas disciplinas de programação no currículo. No caso da UFF, não há contextualização do desenvolvimento de algoritmos ou programação à resolução de casos da engenharia, ainda que sejam oferecidas no segundo e terceiro períodos. Na UFRRJ, ambas as disciplinas contextualizam e oferecem conexão do desenvolvimento de algoritmos aos problemas enfrentados por profissionais formados, cita-se nas ementas “linguagem de programação aplicada à resolução de problemas da engenharia química”, “tratamento de dados utilizando recursos computacionais”, “problemas de engenharia química envolvendo sistemas de equações algébricas lineares”, “introdução à otimização de processos da engenharia química”, entre outros. As disciplinas são oferecidas no quarto e sexto períodos, concomitantemente a outras de caráter profissional, cuja análise e discussão dos resultados é importante nesta fase do currículo, ainda que as rotas matemáticas permaneçam relevantes, o tempo dedicado a análise crítica dos resultados agrega mais conhecimento. Portanto, esse cenário favorece positivamente o processo de ensino-aprendizagem no qual o estudante pode conhecer e aplicar ferramentas computacionais na solução de situações-problemas do cotidiano da profissão.

Caso semelhante ocorre no IME, cuja disciplina é inserida no contexto da análise do comportamento dinâmico de sistemas, no sexto período do curso. Na UFRJ, apenas no primeiro período do curso é apresentado o tema.

A exceção aos cursos de engenharia ocorre na

UERJ, onde não há explicitamente o ensino desta em seu currículo.

Os currículos de química bacharel apresentam ensino de linguagem de programação em 67% dos cursos avaliados, química licenciatura em apenas 17% e química tecnológica em 50%. Nesses casos, o ensino é deficiente na contextualização das linguagens de programação com o conteúdo de química ou processos químicos em que a utilizariam. Observação deve ser feita ao curso de licenciatura na UFRJ, no qual a disciplina de “Introdução a computação” presente desde 1993, foi excluída do currículo na revisão mais atual, datada de 2013.

Em nenhum currículo foi observada a menção explícita ao ensino de planilhas eletrônicas e VBA.

Avaliação da produção científica

De acordo com os termos buscados na base Scopus, obteve-se 32.352 periódicos relacionados entre os anos 2000 e 2016. O quantitativo de publicações é crescente no período pesquisado, como mostra a Figura 1, e pode estar diretamente relacionado a maior aplicação de ferramentas computacionais e planilhas eletrônicas à situações-problemas na química e engenharia química, como otimização de processos, simulações e aumento de eficiência, além do maior oferecimento de programas comerciais com interface amigável.

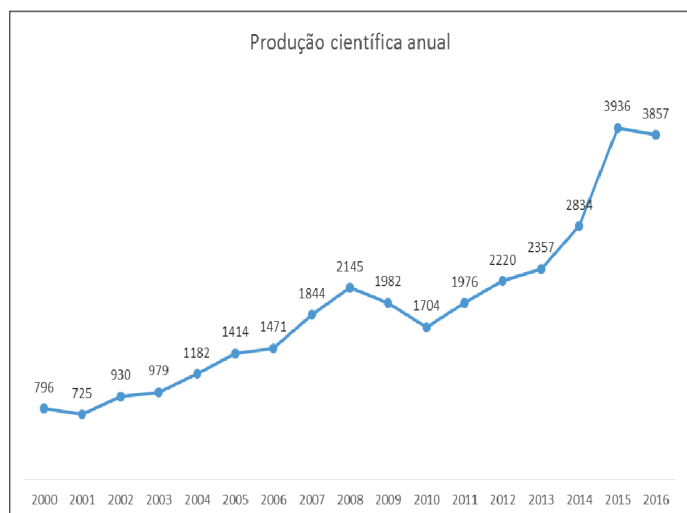


Figura 1. Histórico de publicações, segundo a base Scopus

Sobre os dados mostrados na Figura 1 o tipo de publicação mais comum é sob a forma de artigo científico (77%) e documentos de congressos (18%). Esses dados permitem avaliar que os termos são associados, em sua maioria, a inovações tecnológicas seja em tecnologia da educação, como ferramentas educativas, ou em processos e laboratórios. Nesta pesquisa, 14.329 periódicos relacionam-se as áreas de conhecimento da química e 7.132 à engenharia química, mostrando a adequação da pesquisa e os termos buscados, além da importância dada a aplicação das linguagens de programação no ramo da química e engenharia e sua contribuição sobre metodologias inovadoras.

Quanto ao país de origem relacionado as publicações, observa-se na Figura 2 a expressiva contribuição dos Estados Unidos e países desenvolvidos, além de China e Índia, enquanto o Brasil ocupa a 22ª colocação com 451 periódicos. A maior participação destes países pode estar associada a valorização do ensino de computação nas IES e, conseqüentemente, melhor preparo dos estudantes a desenvolver suas aptidões na programação e contribuir academicamente com inovações tecnológicas significativas.

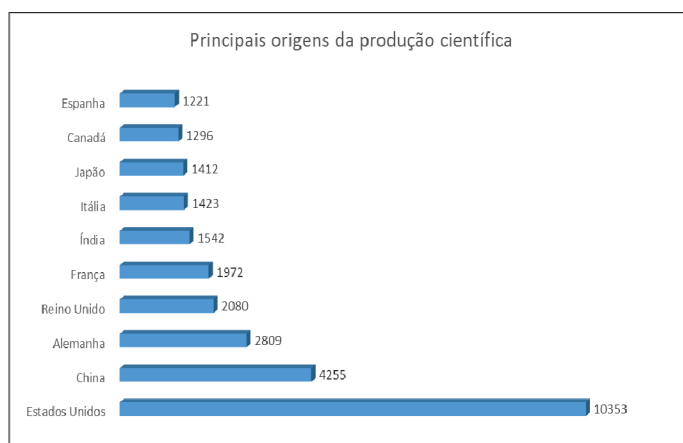


Figura 2. Países com maior número de publicações, segundo a base Scopus

Entre as IES dos Estados Unidos, destacam-se em ordem decrescente de produção científica: *Massachusetts Institute of Technology, Carnegie Mellon University, Northwestern University, Texas A&M University, UC Berkeley, Georgia Institute of*

Technology e *University of Wisconsin Madison*, todas com mais de 200 periódicos e entre as quinze maiores produtoras identificadas, o que representa 47%.

Pesquisa de currículo das principais instituições

Nas IES *Massachusetts Institute of Technology*, *Carnegie Mellon University* e *Northwestern University* as linguagens de programação, desenvolvimento de algoritmos ou utilização de planilhas eletrônicas são abordados em todos os cursos de química e engenharia. As disciplinas que remetem a esses tópicos têm como foco desenvolver solução de situações-problemas em plataformas computacionais, seja pelo desenvolvimento de algoritmos ou pela utilização de programas comerciais, ou seja, 100% dos cursos são cobertos por ementas que obrigam e orientam o ensino e avaliam o desempenho estudantil. Destaca-se o *Massachusetts Institute of Technology* onde o ensino de programação é explicitado nas quatro disciplinas cujos conteúdos são diretamente relacionados aos conceitos aplicados pelos profissionais no cotidiano da indústria química. Enquanto o *Carnegie Mellon University* apresenta o maior número de disciplinas com ensino de programação (seis ao todo) distribuídas desde o primeiro ano até o quinto ano do currículo, 33% destas disciplinas são integradas às disciplinas profissionais e o conteúdo é contextualizado, e 67% restante é abordado inicialmente no curso sem qualquer vínculo e apresentam as diversas ferramentas possíveis de utilização na solução de problemas matemáticos.

Além destas IES, a *Texas A&M University* figura como a quarta maior participante relacionada as publicações, cujo curso de engenharia química abordada cinco disciplinas relacionadas explicitamente as linguagens de programação, familiarização com planilhas ou plataformas comerciais, sendo duas disciplinas sugeridas no

quinto período, outras duas no sétimo e mais uma no oitavo e último período. São disciplinas em que as ementas possuem tópicos de familiarização com planilhas eletrônicas e programas comerciais, como ASPEN Plus®, ProMax®, Hysys®, PRO II®, ICARUS®, VISIO® e AUTOCAD®, implementação de ferramentas computacionais na execução de simulações e controle de processos, fluidodinâmica computacional e desenvolvimento de algoritmos aplicados a situações-problemas da engenharia. A forma como são distribuídas ao longo do curso, possibilita expor por abordagens diferentes como as ferramentas computacionais facilitam e se aplicam no cotidiano da profissão, no qual respostas mais precisas e rápidas são necessárias.

Do ponto de vista dos cursos de química, identificou-se as IES *Purdue University* e *North Carolina State University* como maiores participantes, cujos cursos equivalentes a licenciatura em química (*Science Education - Chemistry Concentration*) disponibilizam três disciplinas com conteúdos relacionados a programação e educação. Em comum, esses cursos tem a disciplina de materiais de instrução a ciência, em que é abordado o uso de computação no ensino de química e na educação tecnológica, conseqüentemente, estimulando os estudantes a desenvolverem materiais inovadores para o ensino, como jogos didáticos, que, por sua vez, estimulam alunos do ensino médio a conhecerem computação aplicada as ciências.

As demais disciplinas estão inseridas em estatística, fundamental para o profissional atuante em laboratórios, e mecânica moderna, leis dos gases, interações atômicas, termodinâmica e cálculo Newtoniano cujo resultado prático é expresso na forma gráfica pela ferramenta computacional. Embora desconexas do conteúdo químico como um todo, há outras disciplinas dedicadas a transmitir a importância da comunicação escrita e verbal das pesquisas e inovações tecnológicas desenvolvidas, com ênfase na relação entre pesquisa científica e

formulação de problemas, interpretação de resultados e apoio a aceitação de pesquisas.

De maneira sintética, pode-se observar que na grande maioria das IES pesquisadas o ensino de programação está presente de maneira contextualizada nos cursos de química e engenharia, seja vinculada as disciplinas que as empregam diretamente ou como disciplina isolada mas funcionalizada como meio de obter conhecimento prévio para posterior aplicação, pois as rotas matemáticas sugeridas nas ementas são de maior complexidade e assim os estudantes podem entender como serão necessárias no decorrer da graduação.

A maior participação na produção científica também pode estar associada ao conjunto de disciplinas que estimulam a escrita, pesquisa e pensamento crítico e sua respectiva disposição no currículo.

Portanto, nas instituições onde ocorre a valorização do ensino de programação há maior capacidade de produzir inovações em química e engenharia no contexto interdisciplinar que inclui a computação como meio para a transformação.

Como observado nas IES estrangeiras, o ensino contextualizado da programação é empregado com maior ênfase em comparação ao Brasil. A exemplo do que ocorre no *Massachusetts Institute of Technology*, utilizar plataformas indicadas pelos profissionais da área no desenvolvimento de algoritmos permite estimular e integrar os alunos as ferramentas e situações problemas mais comuns.

Proposta educacional

Como mencionado, o *Excel*® e a linguagem *VBA* são ferramentas comuns na rotina de engenheiros recém admitidos por empresas, portanto, preparar os estudantes e vincular seu ensino a situações-problemas da engenharia torna possível suprir parcialmente a deficiência do currículo em novas tecnologias ao mesmo tempo que torna os

temas modernos e interdisciplinares e ampliam a capacidade de percepção, atenção, memória e trabalho em equipe dos estudantes. O desenvolvimento de algoritmos em *VBA* é relativamente simples e pode estar associado a várias disciplinas, de maneira a apresentar aos principais conceitos de programação e ferramentas analíticas do *Excel*®.

A proposta desenvolvida pelos autores inclui subprogramação e estruturas de controle como laços (*for* e *do while*), desvios condicionais com *if*, álgebra em computação e formas de reportar os resultados em gráficos.

Com propósito de aplicar essa proposta sobre os cursos de química e engenharia, é preciso definir tema comum à ambas formações, em que cálculos repetitivos e visualização gráfica dos resultados são necessários, nessa proposta a determinação de propriedades termodinâmicas no equilíbrio líquido-vapor foi escolhida por permitir empregar as principais lógicas, funções matemáticas e algoritmos previamente conhecidos. A rotina desenvolvida em *VBA* pode ser utilizada como exemplo em sala de aula, onde deve ser compreendida e incrementada pelos alunos. A partir dessa introdução, é esperado que o aluno conheça as principais aplicações e funções de planilhas eletrônicas e permita a maior percepção sobre o potencial das ferramentas computacionais. Abaixo, segue o diagrama simplificado do algoritmo proposto:

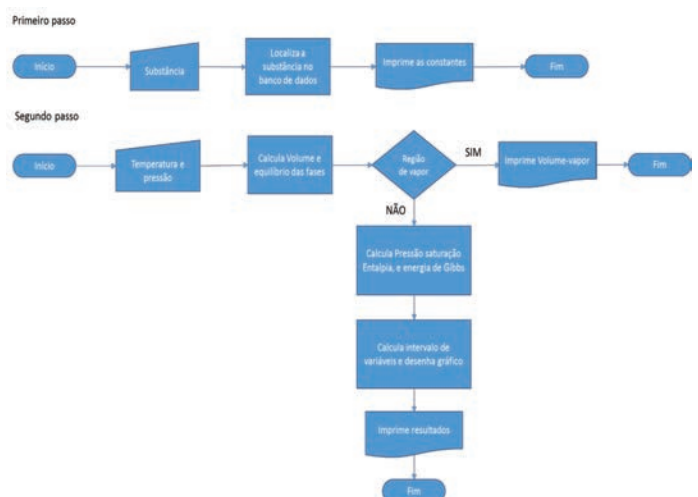


Figura 3. Diagrama básico do algoritmo proposto.

Em sala de aula, deve-se propor modificações desta rotina pelo aluno através da inclusão de misturas binárias, outras funções de estado além do Peng-Robinson ou até inclusão de equilíbrio de fases líquido-líquido, enfim, há inúmeras possibilidades a serem exploradas. O código em VBA foi escrito pelos autores e pode ser visualizado no Anexo I.

Considerações adicionais

A necessidade de ensinar VBA e Excel® pode ser observada pela elevada procura e oferta de cursos e treinamentos oferecidos por instituições privadas no Rio de Janeiro, em que seu conteúdo programático é destinado aos profissionais da área de química e engenharia. O investimento praticado pelas empresas privadas varia entre R\$ 20,00 e R\$ 134,17 por hora, com carga horária de 15 e 24 horas, respectivamente, conforme orçamento disponível no endereço eletrônico das empresas.

Como mostrou a pesquisa, os cursos do Rio de Janeiro apresentam baixa inserção de conteúdos computacionais e, quando presentes, estão em sua maioria descontextualizados da temática foco do curso, sem agregar valor as ciências químicas e engenharia. Pôde-se observar a defasagem de produção científica entre o Brasil e os países desenvolvidos, China e Índia, cujas principais instituições de ensino concretizaram em seus currículos o ensino apropriado de linguagens de programação.

Portanto, mesmo após trinta anos da transformação na indústria química causada pelo avanço da computação, é preciso atualizar os currículos dos cursos de química e engenharia das instituições de ensino tornando possível alcançar o desenvolvimento tecnológico pleno, possível exclusivamente através da qualificação e estímulo aos estudantes em desenvolver habilidades críticas. Nessa mudança, será preciso adaptar o ensino de computação ao objetivo do curso, vinculando a utilização de plataformas para desenvolvimento de

algoritmos, como VBA e planilhas às disciplinas que exigem muito tempo em etapas que pouco agregam conhecimento, como cálculo iterativos ou repetitivos e longos, demonstrando a importância dessa ferramenta, como também seu potencial na superação de barreiras tecnológicas.

A priorização da computação é fundamentalmente necessária, mas revisões periódicas baseadas na identificação de necessidades profissionais e da sociedade serão igualmente relevantes.

CONCLUSÃO

Foi possível identificar poucas instituições públicas de ensino superior no estado do Rio de Janeiro que inserem e contextualizam a computação no currículo dos cursos de química e engenharia, sendo possível identificar em apenas dois cursos entre os dezoito pesquisados alguma abordagem agregadora, embora ainda deficiente.

A produção científica do tema química e computação é crescente, embora observada a deficiente contribuição brasileira em comparação aos países desenvolvidos, China e Índia. As maiores responsáveis por publicar sobre o tema são instituições dos Estados Unidos, cujos currículos contêm a abordagem sistêmica e contextualizada de computação, tanto no início do curso como também vinculada ao conteúdo profissional. As abordagens estão incluídas nos cursos de engenharia e química (bacharelado e licenciatura), onde observaram-se ementas de desenvolvimento de material educacional para o ensino médio utilizando a computação, enquanto na engenharia observou-se até sete disciplinas que incluem a obrigatoriedade do ensino.

Portanto, as instituições do Rio de Janeiro para alcançar o desenvolvimento tecnológico e produzir conhecimento científico em consonância com as necessidades do mercado e sociedade, precisam revisar os currículos de seus cursos e inserir de

acordo com a proposta de ensino a utilização de computação em diferentes ementas das disciplinas, sejam no ciclo básico ou profissional, de maneira contextualizada e sistemática. Como observado, recomenda-se prioritariamente implementar disciplinas no quinto e sexto períodos que abordem concomitantemente o desenvolvimento de rotinas de programação e resolução de questões problemas comuns do curso, como termodinâmica, mecânica dos fluidos, balanço de massa e energia.

O programa Microsoft Excel® foi apresentado na proposta educacional para desenvolvimento em sala de aula, em que os alunos podem compreender como funcionam plataformas de desenvolvimento de algoritmos e como aplicá-los na resolução de temas relevantes da química e engenharia. Na proposta, a determinação de propriedades termodinâmicas é calculada através de algoritmos simples e implementados em VBA e novas funcionalidades devem ser solicitadas aos alunos, estimulando-os a promover melhorias e adaptações na obtenção de outras propriedades.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. M. DE; PARK, S. W. Big Data Analytics em Engenharia Química. **Revista Brasileira de Engenharia Química**, v. 33, p. 15–19, 2017.

ANDRADE, J. B. DE et al. A Formação Do Químico. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 258–362, 2004.

BEQUETTE, W. Nonlinear Control of Chemical Processes : A Review. **Industrial and Engineering Chemistry Research**, v. 30, n. 1991, p. 1391–1413, 1991.

COLEMAN, W. F. Teaching Kinetics Using Excel. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 9, p. 1005739, 2010.

CORONELL, D. G. Computer science or spreadsheet engineering? An excel/VBA-based programming and problem solving course. **Chemical engineering education**, v. 39, p. 142–145, 2005.

CRESS, N. L. et al. Problem-solving and concept

integration using a computational tool in first-year undergraduate chemical engineering. **Education for Chemical Engineers**, v. 7, n. 3, p. e133–e138, 2012.

EDGAR, T. **Computing Through the Curriculum : An Integrated Approach for Chemical Engineering**. Disponível em : <http://www.tf.uns.ac.rs/~omorr/radovan_omorjan_003/Edgar-computing through.html>. Acesso em: 23 abr. 2017.

GABRIELAB. DENARI, THALITAR. SACILOTO, É. T. G. C. Avaliação do uso de planilhas computacionais como uma ferramenta didática em química analítica qualitativa. **Química Nova**, v. 39, n. 3, p. 371–375, 2016.

GE, Y. et al. Using a spreadsheet to solve the Schrodinger equations for the energies of the ground electronic state and the two lowest excited states of H₂. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 6, p. 853–859, 2014.

GERBER, D. J.; KHASHE, S.; SMITH, I. F. C. Surveying the Evolution of Computing in Architecture, Engineering, and Construction Education since 2012. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 30, n. 6, 2016.

HU, H. H.; SHEPHERD, T. D.; COLLEGE, W. Using POGIL to Help Students Learn to Program. **ACM Transactions on Computing education**, v. 13, n. 3, p. 13:1-13:23, 2013.

JAREK, F. et al. Revisão da Literatura sobre a Regulamentação para Produtos Nanoestruturados na Indústria Alimentícia, Cosmética e Farmacêutica. **Revista de Química Industrial**, v. 2 Trimestr, p. 19–22, 2013.

KASSIM, H. O.; CADBURY, R. G. The Place of the Computer in Chemical Engineering Education. **Computers and Chemical Engineering**, v. 20, n. 96, p. 1341–1346, 1996.

KOORSSE, M.; CILLIERS, C.; CALITZ, A. Programming assistance tools to support the learning of IT programming in South African secondary schools. **Computers & Education**, v. 82, n. January, p. 162–178, 2015.

- MACHADO, A. S. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. **Química e Sociedade**, v. 38, p. 104–111, 2016.
- NIECE, B. K. A spreadsheet to facilitate group theory calculations and display of character tables. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 12, p. 1604–1605, 2012.
- ÖHRSTRÖM, L. et al. The Pedagogical Implications of Using MATLAB in Integrated Chemistry and Mathematics Courses. **International Journal of Engineering Education**, v. 21, n. 4, p. 683–691, 2005.
- OLIVEIRA, A. F. et al. Titger - Uma planilha eletrônica para simulação de titulação de mistura de compostos polipróticos. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 224–228, 2007.
- PINHEIRO, A. N.; MEDEIROS, E. DE L.; OLIVEIRA, A. C. Estudos de casos na formação de professores de química. **Química Nova**, v. 33, n. 9, 2010.
- SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731–739, 2007.
- SILVA, A. M. DA. Proposta para Tornar o Ensino de Química mais Atraente. **Revista de Química Industrial**, p. 7–12, 2011.
- SILVA, O. B. DA; OLIVEIRA, J. R. S. DE; QUEIROZ, S. L. SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um Estudo de Caso para a Educação Química no Nível Médio. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, 2011.
- SINEX, S. A.; CHAMBERS, T. L. Developing Online Collaboration Skills in the General Chemistry Laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 9, p. 1244–1246, 2013.
- STAMMITTI, A. Spreadsheets for assisting Transport Phenomena Laboratory experiences. **Education for Chemical Engineers**, v. 8, n. 2, p. e58–e71, 2013.
- WALKOWIAK, M.; NEHRING, A. Using ChemDuino, Excel, and PowerPoint as Tools for Real-Time Measurement Representation in Class. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 4, p. 778–780, 2016.
- WARTHA, E. J.; REZENDE, D. DE B. Os Níveis De Representação No Ensino De Química E As Categorias Da Semiótica De Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 275–290, 2011.
- WONG, K. W. W.; BARFORD, J. P. Teaching Excel VBA as a problem solving tool for chemical engineering core courses. **Education for Chemical Engineers**, v. 5, n. 4, p. e72–e77, 2010.

Anexo I

Public Subs, R, T, P, Tc, Pc, Z, Sgm, Eps, W, K, a, b, V, Vn, alfa, beta, gama, tol, Dif, Hd1, Hd2, Sd1, Sd2, Gd1, Gd2, Fi1, Fi2, Vx1, Vx2, delta, maior, menor, Zvap, Zliq, PR, BzAs Double
Public RecalAs Boolean
Public Ant, Bnt, Cnt, Psat, expoenteAs Double

Sub Calcular()

Dim Linha

'---

Application.ScreenUpdating = False

Sheets("ELV").Range("B12:B27").ClearContents "limpando resultados anteriores

Sheets("ELV").Range("B33").ClearContents "limpando resultados anteriores

Sheets("ELV").Range("B34").ClearContents

Sheets("ELV").Range("A37:I1048554").ClearContents

Sheets("ELV").Range("B8").ClearContents "Pc

Sheets("ELV").Range("B9").ClearContents "Tc

Sheets("ELV").Range("B10").ClearContents "w

"---localiza propriedades da substancia

For Linha = 2 To 91

If Sheets("ELV").Range("B5") = Sheets("Tabela").Cells(Linha, 1) Then

Sheets("ELV").Range("B8").Value = Sheets("Tabela").Cells(Linha, 3).Value "Pc

Sheets("ELV").Range("B9").Value = Sheets("Tabela").Cells(Linha, 4).Value "Tc

Sheets("ELV").Range("B10").Value = Sheets("Tabela").Cells(Linha, 2).Value "w

Sheets("ELV").Range("B29").Value = Sheets("Tabela").Cells(Linha, 5).Value "Ant-Antoine

Sheets("ELV").Range("B30").Value = Sheets("Tabela").Cells(Linha, 6).Value "Bnt-Antoine

Sheets("ELV").Range("B31").Value = Sheets("Tabela").Cells(Linha, 7).Value "Cnt-Antoine

End If

Next Linha

"---verifica preenchimento de todas variaveis

If Sheets("ELV").Cells(6, 2) = "" Or Sheets("ELV").Cells(7, 2) = ""

Or Sheets("ELV").Cells(8, 2) = "" Or Sheets("ELV").Cells(9, 2) = ""

Or Sheets("ELV").Cells(10, 2) = "" Then

MsgBox "Escolha as variáveis T, P, Tc, Pc e fator acêntrico corretamente!"

Exit Sub

End If

"---

"deleta todos os gráficos

On Error Resume Next

ActiveSheet.ChartObjects.Delete

On Error GoTo 0

"----- Entrada de dados

R = 83.144621 * 0.000001 "m³*bar/(K.mol)

P = Sheets("ELV").Cells(6, 2) "bar

T = Sheets("ELV").Cells(7, 2) "Kelvin

Pc = Sheets("ELV").Cells(8, 2) "bar

Tc = Sheets("ELV").Cells(9, 2) "Kelvin

W = Sheets("ELV").Cells(10, 2) "fator acentrico

Recal = False "variável que impede de reescrever volumes de gas e liq com delta<0

Call Calculos

"--- SAÍDA DE DADOS

Sheets("ELV").Cells(13, 2) = 1000000 * menor "correspondente ao volume molar do componente na fase líquida

Sheets("ELV").Cells(12, 2) = 1000000 * maior "correspondente ao volume molar do componente na fase vapor

Sheets("ELV").Cells(16, 2) = Zliq "Z(liq.)

Sheets("ELV").Cells(15, 2) = Zvap "Z(vap.)

```
Sheets("ELV").Cells(25, 2) = Gd1 "Energia de Gibbs(líqu.)  
Sheets("ELV").Cells(24, 2) = Gd2 "Energia de Gibbs(vap.)
```

```
Sheets("ELV").Cells(19, 2) = Hd1 "Entalpia(líqu.)  
Sheets("ELV").Cells(18, 2) = Hd2 "Entalpia(vap.)
```

```
Sheets("ELV").Cells(22, 2) = Sd1 "entropia(líqu.)  
Sheets("ELV").Cells(21, 2) = Sd2 "entropia(vap.)
```

```
If Gd1 > Gd2 Then  
  Sheets("ELV").Cells(26, 2) = "A fase vapor é mais estável"  
Elseif Gd1 < Gd2 Then  
  Sheets("ELV").Cells(26, 2) = "A fase líquida é mais estável"  
End If
```

```
Sheets("ELV").Cells(33, 2) = Psat
```

```
Sheets("ELV").Cells(34, 2) = "Calculado pela eq. Antoine"  
Sheets("ELV").Cells(34, 2).Font.Bold = True
```

```
Sheets("ELV").Cells(27, 2) = "Resolução via Peng-Robinson"  
Sheets("ELV").Cells(27, 2).Font.Bold = True  
"-----"
```

```
"--- calcula todos os T-P, V, Psat (antoine e EdE) e deltaH por P-R  
Recal = True  
If delta > 0 Or delta = 0 Then Call atualizaGRAF
```

```
"---
```

```
Sheets("ELV").Columns.AutoFit  
Sheets("ELV").Rows("1").RowHeight = 95
```

```
End Sub
```

```
"=====  
"=====  
"=====
```

```
Private Sub Calculos()
```

```
"===== EQUAÇÕES DE ESTADO CÚBICAS =====
```

```
"----- Peng-Robinson  
Sgm = 1 + (2 ^ 0.5) "sigma  
Eps = 1 - (2 ^ 0.5) "epsilon
```

```
K = 0.37464 + 1.54226 * W - 0.26992 * (W ^ 2)  
a = 0.45724 * ((R ^ 2 * Tc ^ 2) / Pc) * ((1 + K * (1 - (T / Tc) ^ 0.5)) ^ 2)  
b = 0.0778 * R * Tc / Pc
```

```
alfa = (Sgm + Eps - 1) * b - (R * T / P)  
beta = (Sgm * Eps * (b ^ 2)) - (R * T / P + b) * (Sgm + Eps) * b + (a / P)  
gama = -1 * (R * T / P + b) * Sgm * Eps * (b ^ 2) - (b * a / P)
```

```
PR = (1 + K * (1 - (T / Tc) ^ 0.5)) ^ 2 "coeficiente para peng-robinson  
Bz = 0.0778 * P / Pc * Tc / T "coeficiente para peng-robinson  
q = 0.45724 * PR / (0.07778 * T / Tc) "coeficiente para peng-robinson
```

```
"--- Método iterativo de Newton-Raphson  
tol = 0.00001  
V = R * T / P "chute inicial  
fnr = (V ^ 3) + alfa * (V ^ 2) + beta * V + gama "função  
fnrd = 3 * (V ^ 2) + (alfa * 2 * V) + beta "derivada da função  
Vn = V - (fnr / fnrd)  
Dif = Abs(Vn - V)  
Difx = Application.Max(Dif)
```

```

CONT = 0
While Difx > tol

fnr = (V ^ 3) + alfa * (V ^ 2) + beta * V + gama "função
fnrd = 3 * (V ^ 2) + alfa * 2 * V + beta "derivada da função
Vn = V - (fnr / fnrd)
Dif = Abs(Vn - V)
Difx = Application.Max(Dif)

V = Vn

CONT = CONT + 1
If CONT >= 50 Then
MsgBox "Número de iterações excedido", vbAbortRetryIgnore + vbOKOnly, "Iterações!"
Exit Sub
End If
Wend

"--- Achado o 'V', calcula outras raízes por Baskara
"--- Equação de 2o grau:  $Vx^2 + (alfa + V) * Vx + beta + V * (alfa + V)$ 

delta = (alfa + V) ^ 2 - 4 * (beta + V * (alfa + V))

If delta > 0 Then "região de equilíbrio líquido-vapor
Vx1 = (- (alfa + V) - (delta) ^ 0.5) / 2
Vx2 = (- (alfa + V) + (delta) ^ 0.5) / 2

ElseIf delta = 0 Then "região de líquido
Vx1 = (- (alfa + V)) / 2
Vx2 = Vx1

ElseIf delta < 0 And Recal = False Then "região de vapor
Sheets("ELV").Cells(13, 2) = "Não há fase líquida"
Sheets("ELV").Cells(12, 2) = Format(V * 1000000, "0.00") "correspondente ao volume molar do componente na fase
vapor
GoTo semEQUILIBRIO
End If

maior = Application.Max(Vx1, Vx2, V)
menor = Application.Min(Vx1, Vx2, V)

On Error Resume Next

"--- CÁLCULO DE Z
Zvap = maior * P / R / T
Zliq = menor * P / R / T

"--- Entalpia de desvio
If delta > 0 Or delta = 0 Then
"Fi1 = (1 / (Eps - Sgm) * b) * (Log((menor + Eps * b) / (menor + Sgm * b))) / Log(2.71828182845905)
"Hd1 = P * menor - R * T + (T * a - a) * Fi1
Fi1 = (1 / (Sgm - Eps)) * (Log((Zliq + Bz * Sgm) / (Zliq + Bz * Eps)))
Hd1 = (Zliq - 1 - 1.5 * q * Fi1) * R * 100000 * T

"Fi2 = (1 / (Eps - Sgm) * b) * (Log((maior + Eps * b) / (maior + Sgm * b))) / Log(2.71828182845905)
"Hd2 = P * maior - R * T + (T * a - a) * Fi2
Fi2 = (1 / (Sgm - Eps)) * (Log((Zvap + Bz * Sgm) / (Zvap + Bz * Eps)))
Hd2 = (Zvap - 1 - 1.5 * q * Fi2) * R * 100000 * T
End If

"--- Entropia de desvio
If delta > 0 Or delta = 0 Then
"Sd1 = R * (Log(P * (menor - b) / (R * T))) / (Log(2.71828182845905)) + a * Fi1
"Sd2 = R * (Log(P * (maior - b) / (R * T))) / (Log(2.71828182845905)) + a * Fi2
Sd1 = (Log(Zliq - Bz) - 0.5 * q * Fi1) * R * 100000
Sd2 = (Log(Zvap - Bz) - 0.5 * q * Fi2) * R * 100000

```

```

End If

"--- Gibbs de desvio
  If delta > 0 Or delta = 0 Then
    Gd1 = Hd1 - T * Sd1
    Gd2 = Hd2 - T * Sd2
  End If

On Error GoTo 0

"
"_____ Antoine
"
"_____

Ant = Sheets("ELV").Range("B29").Value "Ant-Antoine
Bnt = Sheets("ELV").Range("B30").Value "Bnt-Antoine
Cnt = Sheets("ELV").Range("B31").Value "Cnt-Antoine

expoente = Ant - Bnt / (T + Cnt)
Psat = (2.71828182845905) ^ expoente

Exit Sub

"
"_____

semEQUILIBRIO:

MsgBox "Não há equilíbrio entre as fases nestas condições", vbExclamation, "Delta <0: Região de vapor"
On Error Resume Next
"
"_____ Antoine
"
"_____

Ant = Sheets("ELV").Range("B29").Value "Ant-Antoine
Bnt = Sheets("ELV").Range("B30").Value "Bnt-Antoine
Cnt = Sheets("ELV").Range("B31").Value "Cnt-Antoine

expoente = Ant - Bnt / (T + Cnt)
Psat = (2.71828182845905) ^ expoente

End Sub

"=====
"=====
"=====

Private Sub atualizaGRAF()
Dim deltaG, T0, PsatPR
Dim ITE, UltLin As Integer
Dim novodeltaG As Double
"---

T0 = Bnt / (Ant - Log(0.1)) - Cnt "Temperatura em que Psat=0.1
T0 = Format(T0, "0")
linhaEscreve = 36

T = T0 + 20
P = ((2.71828182845905) ^ (Ant - Bnt / (T + Cnt))) - 0.01
For T = T0 + 20 To Format(Tc, "0") - 20
ITE = 0

Call Calculos
deltaG = Abs(Gd2 - Gd1)

"P = ((2.71828182845905) ^ (Ant - Bnt / (T + Cnt))) "chute inicial qnd muda T

  While deltaG > 0.1

```

```

If T - T0 <= 65 Then
  If deltaG > 10 Then P = P + 0.0001
  If deltaG <= 10 And deltaG > 1 Then P = P + 0.00001
  If deltaG <= 1 Then P = P + 0.000001

  Elself T - T0 > 65 And T - T0 <= 100 Then
    If deltaG > 50 Then P = P + 0.0001
    If deltaG <= 50 And deltaG > 1 Then P = P + 0.0001
    If deltaG <= 1 Then P = P + 0.00001

    Elself T - T0 > 100 Then
      If deltaG > 50 Then P = P + 0.01
      If deltaG <= 50 And deltaG > 1 Then P = P + 0.001
      If deltaG <= 1 Then P = P + 0.0001
End If

```

Call Calculos

```

novodeltaG = Abs(Gd2 - Gd1) "regressando
If novodeltaG > deltaG Then

  If T - T0 <= 65 Then
    If novodeltaG > 10 Then P = P - 0.0005
    If novodeltaG <= 10 And novodeltaG > 1 Then P = P - 0.00005
    If novodeltaG <= 1 Then P = P - 0.000005

    Elself T - T0 > 65 And T - T0 <= 100 Then
      If novodeltaG > 50 Then P = P - 0.0005
      If novodeltaG <= 50 And novodeltaG > 1 Then P = P - 0.0005
      If novodeltaG <= 1 Then P = P - 0.00005

      Elself T - T0 > 100 Then
        If novodeltaG > 50 Then P = P - 0.05
        If novodeltaG <= 50 And novodeltaG > 1 Then P = P - 0.005
        If novodeltaG <= 1 Then P = P - 0.0005
End If

```

End If

deltaG = Abs(Gd2 - Gd1)

```

ITE = ITE + 1
  If ITE > 5000 Then
    MsgBox "LIMITE DE 5.000 ITERAÇÕES SUPERADO", vbCritical, "ERRO"
    Exit Sub
  End If
Wend

```

```

PsatPR = P
linhaEscreve = linhaEscreve + 1

```

```

Sheets("ELV").Cells(linhaEscreve, 1) = T
Sheets("ELV").Cells(linhaEscreve, 2) = 1 / T
Sheets("ELV").Cells(linhaEscreve, 3) = Psat "antoine
Sheets("ELV").Cells(linhaEscreve, 4) = Log(Psat) "antoine
Sheets("ELV").Cells(linhaEscreve, 5) = PsatPR "peng-robinson
Sheets("ELV").Cells(linhaEscreve, 6) = Log(PsatPR) "peng-robinson
Sheets("ELV").Cells(linhaEscreve, 7) = Hd2 - Hd1 "entalpia de vaporização
Sheets("ELV").Cells(linhaEscreve, 8) = maior
Sheets("ELV").Cells(linhaEscreve, 9) = menor

```

Next T

Call grafOBJETOS

End Sub

```
"=====
"=====
"=====
```

Private Sub grafOBJETOS()

```
Dim myChtObj
Dim LIMeSC As Double
Dim nColumns As Long
Dim UltLin As Integer
"---
```

On Error Resume Next

```
Application.ScreenUpdating = False
UltLin = ActiveSheet.Cells(Rows.Count, "A").End(xlUp).Row
```

```
"deleta todos os gráficos
ActiveSheet.ChartObjects.Delete
```

```
"-----
```

```
"gráfico 1: temperatura e entalpia
Set myChtObj = ActiveSheet.ChartObjects.Add(Left:=350, Width:=250, Top:=75, Height:=225)
myChtObj.Chart.ChartType = xlXYScatter
```

```
With myChtObj.Chart.SeriesCollection.NewSeries
.Name = ActiveSheet.Range("G36")
.Values = ActiveSheet.Range("G37:G" & UltLin)
.XValues = ActiveSheet.Range("A37:A" & UltLin)
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).TickLabels.NumberFormat = "0"
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).TickLabels.NumberFormat = "#.##0"
End With
```

```
myChtObj.Chart.ApplyLayout (4)
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(1).DataLabels.Delete
myChtObj.Chart.HasTitle = True
myChtObj.Chart.ChartTitle.Text = ActiveSheet.Range("B5")
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).HasTitle = True
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).AxisTitle.Text = "Temperatura (K)"
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).HasTitle = True
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).AxisTitle.Text = "Entalpia de vaporização (J/mol)"
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).HasMajorGridlines = False
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(1).MarkerSize = 2
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).MinimumScale = ActiveSheet.Range("A37")
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).MaximumScale = ActiveSheet.Range("A" & UltLin)
```

```
"gráfico 2: PSAT (P-R) e VOLUME MLOAR LIQ E VAP
Set myChtObj = ActiveSheet.ChartObjects.Add(Left:=600, Width:=250, Top:=75, Height:=225)
myChtObj.Chart.ChartType = xlXYScatter
```

```
With myChtObj.Chart.SeriesCollection.NewSeries "vapor
.Name = ActiveSheet.Range("H36")
.Values = ActiveSheet.Range("H37:H" & UltLin)
.XValues = ActiveSheet.Range("E37:E" & UltLin)
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).TickLabels.NumberFormat = "0,00E+00"
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).TickLabels.NumberFormat = "#.##0"
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).TickLabelSpacing = 10
End With
```

```
With myChtObj.Chart.SeriesCollection.NewSeries "liquido
.Name = ActiveSheet.Range("I36")
.Values = ActiveSheet.Range("I37:I" & UltLin)
.XValues = ActiveSheet.Range("E37:E" & UltLin)
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).TickLabels.NumberFormat = "0,00E+00"
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).TickLabels.NumberFormat = "#.##0"
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).TickLabelSpacing = 10
End With
```



```

myChtObj.Chart.ApplyLayout (4)
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(1).DataLabels.Delete
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(2).DataLabels.Delete
myChtObj.Chart.HasTitle = True
myChtObj.Chart.ChartTitle.Text = ActiveSheet.Range("B5")
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).HasTitle = True
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).AxisTitle.Text = "Psat (bar)"
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).HasTitle = True
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).AxisTitle.Text = "Volume molar (m3/mol)"
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).HasMajorGridlines = False
LIMeSC = ActiveSheet.Range("H" & UltLin).Value * 10
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).MaximumScale = LIMeSC
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(1).MarkerSize = 2
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(2).MarkerSize = 2
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).MinimumScale = ActiveSheet.Range("E37")
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).MaximumScale = ActiveSheet.Range("E" & UltLin)

```

"gráfico 3: 1/T e ln(Psat)

```

Set myChtObj = ActiveSheet.ChartObjects.Add(Left:=350, Width:=250, Top:=300, Height:=225)
myChtObj.Chart.ChartType = xlXYScatter

```

```

With myChtObj.Chart.SeriesCollection.NewSeries
.Name = ActiveSheet.Range("C35")
.Values = ActiveSheet.Range("D37:D" & UltLin)
.XValues = ActiveSheet.Range("B37:B" & UltLin)
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).TickLabels.NumberFormat = "0,00E+00"
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).TickLabels.NumberFormat = "0,00E+00"
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).MaximumScale = ActiveSheet.Range("D" & UltLin)
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).MinimumScale = ActiveSheet.Range("D37")
End With

```

```

With myChtObj.Chart.SeriesCollection.NewSeries
.Name = ActiveSheet.Range("E35")
.Values = ActiveSheet.Range("F37:F" & UltLin)
.XValues = ActiveSheet.Range("B37:B" & UltLin)
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).TickLabels.NumberFormat = "0,00E+00"
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).TickLabels.NumberFormat = "0,00E+00"
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).MaximumScale = ActiveSheet.Range("F" & UltLin)
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).MinimumScale = ActiveSheet.Range("F37")
End With

```

```

myChtObj.Chart.ApplyLayout (4)
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(1).DataLabels.Delete
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(2).DataLabels.Delete
myChtObj.Chart.HasTitle = True
myChtObj.Chart.ChartTitle.Text = ActiveSheet.Range("B5")
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).HasTitle = True
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).AxisTitle.Text = "1/Temperatura (K)"
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).HasTitle = True
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).AxisTitle.Text = "Ln(Psat[bar])"
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).HasMajorGridlines = False
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(1).MarkerSize = 2
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(2).MarkerSize = 2
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).MaximumScale = ActiveSheet.Range("B37")
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).MinimumScale = ActiveSheet.Range("B" & UltLin)

```

"gráfico 4: T e Psat

```

Set myChtObj = ActiveSheet.ChartObjects.Add(Left:=600, Width:=250, Top:=300, Height:=225)
myChtObj.Chart.ChartType = xlXYScatter

```

```

With myChtObj.Chart.SeriesCollection.NewSeries "ANTOINE
.Name = ActiveSheet.Range("C35")
.Values = ActiveSheet.Range("C37:C" & UltLin)
.XValues = ActiveSheet.Range("A37:A" & UltLin)
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).TickLabels.NumberFormat = "#.##0"
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).TickLabels.NumberFormat = "#.##0"

```

```
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).MaximumScale = ActiveSheet.Range("C" & UltLin)
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).MinimumScale = ActiveSheet.Range("C37")
End With
```

```
With myChtObj.Chart.SeriesCollection.NewSeries "PENG-ROBINSON"
.Name = ActiveSheet.Range("E35")
.Values = ActiveSheet.Range("E37:E" & UltLin)
.XValues = ActiveSheet.Range("A37:A" & UltLin)
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).TickLabels.NumberFormat = "#.##0"
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).TickLabels.NumberFormat = "#.##0"
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).MaximumScale = ActiveSheet.Range("E" & UltLin)
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).MinimumScale = ActiveSheet.Range("E37")
End With
```

```
myChtObj.Chart.ApplyLayout (4)
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(1).DataLabels.Delete
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(2).DataLabels.Delete
myChtObj.Chart.HasTitle = True
myChtObj.Chart.ChartTitle.Text = ActiveSheet.Range("B5")
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).HasTitle = True
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).AxisTitle.Text = "Temperatura (K)"
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).HasTitle = True
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).AxisTitle.Text = "Psat(bar)"
myChtObj.Chart.Axes(xlValue).HasMajorGridlines = False
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(1).MarkerSize = 2
myChtObj.Chart.FullSeriesCollection(2).MarkerSize = 2
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).MinimumScale = ActiveSheet.Range("A37")
myChtObj.Chart.Axes(xlCategory).MaximumScale = ActiveSheet.Range("A" & UltLin)
```

```
On Error GoTo 0
```

```
End Sub
```

Perspectivas da área de inibidores de corrosão verdes

Perspectives of the green corrosion inhibitor area

**Luana B. Furtado^a, Rafaela C. Nascimento^a, Peter R. Seidl^a e
Maria José O. C. Guimarães^a**

^a *Departamento de Processos Orgânicos, Escola de Química,
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia, Rio de Janeiro - RJ, Brasil*
* pseidl@eq.ufrj.br

Submetido em 08/10/2018; Versão revisada em 21/10/2018; Aceito em 23/10/2018

Resumo

As biorrefinarias e o desenvolvimento de tecnologias verdes fazem parte da P&D dos países mais desenvolvidos e em desenvolvimento, mobilizando grandes esforços e recursos financeiros. Os produtos químicos desenvolvidos a partir de coprodutos e resíduos são os que têm maior potencial para agregar valor às cadeias produtivas de biomassa, devido à participação estratégica da indústria química no fornecimento de insumos e produtos finais para diversos setores da economia. Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de diferentes biomassas e outras fontes para a produção de substâncias químicas para aplicação em inibidores de corrosão. Métodos de extração, características estruturais dos compostos e eficiências de inibição de corrosão são apresentados e analisados.

Palavras-chave: Inibidores verdes, Biomassa, Corrosão.

Abstract

Biorefineries and the development of green technologies are part of the R&D of most developed and developing countries, mobilizing great efforts and financial resources. The chemicals developed from co-products and residues are the ones that have the greatest potential to add value to the biomass production chains, due to the strategic participation of the chemical industry in the supply of inputs and final products to various sectors of the economy. This work aims to evaluate the potential of different biomasses and other sources for the production of chemical substances for application as corrosion inhibitors. Extraction methods, structural characteristics of the compounds and corrosion inhibition efficiencies are presented and analyzed.

Keywords: Green inhibitors, Biomass, Corrosion.

INTRODUÇÃO

Atualmente, existe um comprometimento em minimizar os impactos adversos inerentes às atividades industriais a partir da utilização de produtos de menor toxicidade provenientes de biomassas, o que permite a reutilização de materiais residuais, agregando valor a coprodutos e subprodutos. Um dos setores que tem investido na utilização de biomassa é o de inibidores de corrosão, uma vez que a corrosão é um problema que acarreta diversos custos diretos e indiretos para a indústria, e associado ao fato de que existe a necessidade de desenvolver novos inibidores menos impactantes em substituição aos inibidores tradicionais (GECE, 2011)

O ferro e suas ligas são vastamente empregados na indústria devido ao seu custo-benefício, propriedades mecânicas e facilidade de fabricação (HU et al., 2016). Dentre estes materiais, o aço carbono sofre severo ataque corrosivo durante operações de decapagem, acidificação de poços de petróleo e limpeza química (SARANYA et al., 2016).

O uso de inibidores de corrosão na indústria de óleo e gás é necessário devido à presença de agentes corrosivos associado às operações de acidificação de poços. Estas operações têm como objetivo aumentar a produtividade dos reservatórios. Tais tratamentos ácidos são conduzidos em temperaturas superiores a 60 °C, empregando-se fluidos ácidos inorgânicos (HCl e H₂SO₄), orgânicos (acético e fórmico), e misturas de ácidos (HCl - ácido fórmico, HCl - ácido acético) (FOUDA et al., 2017). HCl (15-28% m/v) é o ácido mais comumente usado em acidificação de poços devido ao seu custo, produtos de reação solúveis e alto poder de dissolução. Entretanto, o maior problema no emprego deste ácido é a elevada taxa de corrosão e a rápida taxa de reação, comprometendo as estruturas metálicas presentes na construção dos poços, em particular, aço-carbono (UMOREN, 2016). Nesse sentido, torna-se necessário empregar métodos para mitigar a corrosão, de modo que os inibidores

encontram-se entre as estratégias mais efetivas e práticas, especialmente em ambientes ácidos (TIU e ADVINCULA, 2015).

Os inibidores de corrosão atuam adsorvendo-se à superfície metálica e formando filmes protetores que criam uma barreira protetora entre o metal e o meio agressivo (UMOREN, 2016). Os inibidores de corrosão podem ser classificados com base na composição química (orgânicos e inorgânicos) e no seu comportamento (anódicos, catódicos, mistos e de adsorção). Os inibidores de adsorção mistos correspondem a 80% dos inibidores orgânicos e atuam formando um filme protetor sobre áreas anódicas e catódicas da superfície metálica. Neste caso, a formação de uma camada protetora ocorre por adsorção física ou química das moléculas do inibidor (TIU e ADVINCULA, 2015).

A inibição da corrosão depende majoritariamente das propriedades estruturais eletrônicas e físico-químicas, tais como: ligações π ; heteroátomos, como oxigênio, nitrogênio e enxofre conjugados com múltiplas ligações na estrutura molecular; tamanho molecular suficiente para garantir o recobrimento da superfície metálica; solubilidade; grupos funcionais; aromaticidade; átomos doadores de elétrons e fatores estéricos (FOUDA et al., 2017; McCAFFERTY, 2009).

No entanto, os inibidores convencionais acarretam diversos impactos ao ambiente e à saúde, de modo que princípios ativos oriundos de biomassas são promissores inibidores de corrosão verdes ou ecologicamente corretos. Os inibidores verdes são produtos químicos que satisfazem o nível reduzido de geração de substâncias perigosas, e os processos que envolvem o seu uso são governados por química sustentável, sem efeitos negativos diretos ou indiretos ao meio ambiente ou à saúde (UMOREN e EDUOK, 2016). Além disso, os inibidores verdes são substâncias biodegradáveis que não contêm metais pesados ou compostos tóxicos, de modo que envolvem o uso de substâncias, técnicas e metodologias que reduzam a utilização de produtos,

subprodutos, solventes e reagentes, priorizando a utilização de extratos vegetais, líquidos iônicos, bioquímicos, inibidores orgânicos biodegradáveis e inibidores inorgânicos verdes (NEGM, YOUSEF e TAWFIK, 2013).

Face ao exposto, o objetivo do presente trabalho é fornecer uma visão geral do panorama mundial de pesquisas científicas sobre inibidores verdes de corrosão. Os países que têm se destacado neste cenário, as potenciais fontes de biomassa e as características estruturais dos compostos obtidos foram investigados, a fim de ressaltar a importância e sustentabilidade desta área da química verde e orientar estudos futuros.

METODOLOGIA DE PESQUISA

A literatura de artigos científicos foi analisada empregando a base de dados *Science Direct*. Foram avaliadas as publicações dos últimos 4 anos relacionadas a inibidores de corrosão verdes para aço carbono em fluidos ácidos inorgânicos (HCl e H₂SO₄), seja a partir da extração de folhas, frutos e sementes ou por conversão química. Foram analisadas 358 publicações, as quais foram agrupadas por taxonomias, como país de origem, tipos de biomassa e características estruturais dos compostos. Os parâmetros considerados nos trabalhos coletados foram o tipo de inibidor, de modo que se buscou selecionar trabalhos acerca de compostos sintetizados, polímeros, fontes alternativas de inibidores e extratos naturais, além da concentração e temperatura nas quais estes compostos são empregados em ensaios gravimétricos. A estratégia de busca adotada consta na Tabela 1.

Tabela 1

Estratégia de busca adotada empregando a base *Science direct*.

| | |
|-------------------------|--|
| Palavras-chave | Corros* and inhib* and (friendly or green) |
| Estratégias de pesquisa | Artigos Últimos 4 anos Filtros: "corrosion", "HCl", "mild steel", "metal", "inhib" |
| Base de dados | Science Direct |
| Total de resultados | 358 artigos |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos científicos foram analisados e agrupados quanto ao país de origem, fonte de origem e características estruturais. Também foram realizadas análises da concentração de inibidor usualmente empregada no fluido ácido e em quais faixas de temperatura estes inibidores são aplicados com maior frequência. Por último, mencionam-se os intensificadores e surfactantes frequentemente empregados junto aos inibidores para potencializar a eficiência de proteção.

País de origem

A classificação dos trabalhos quanto ao país de origem está representada na Figura 1. A Índia se destaca neste cenário com 35% dos trabalhos publicados, seguida da China com 8% das publicações analisadas. A Índia tem liderado a pesquisa científica de obtenção de inibidores verdes, o que reflete a grande variedade de matérias-primas naturais disponíveis nesse país para estudos. Com relação ao Brasil, apesar de possuir igualmente grande variedade de matérias-primas naturais para ser empregada em estudos de inibidores de corrosão, sua participação nas publicações analisadas foi de apenas 1%, junto com países como México, Argentina e Alemanha, indicando que esta área ainda precisa ser mais pesquisada no Brasil.

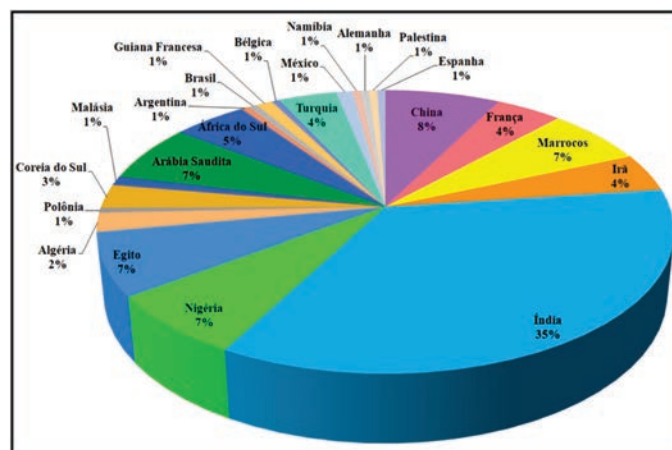


Figura 1. Publicações sobre inibidores de corrosão verdes divididas por países.

Fontes de origem e tipos de inibidores

Quanto ao tipo e fonte dos inibidores, verifica-se que os produtos obtidos a partir de conversão química são objeto de estudo da maior parte das publicações (Figura 2). Estes novos inibidores possibilitam a obtenção de estruturas moleculares mais complexas, contendo mais de um heteroátomo, insaturações, anel aromático e outras estruturas responsáveis pela elevada eficiência de adsorção à superfície metálica e proteção da mesma.

Verifica-se (Figura 2) que 42,03% dos trabalhos empregam algum tipo de conversão química para sintetizar novos compostos como derivados de tiouréia obtidos por rota verde empregando semente (TORRES et al., 2014) e surfactante sintetizado com óleo de semente (ADEWUYI, GOPFERT e WOLFF, 2014); 30,43% estudam o emprego de extratos de produtos naturais, como extratos de madeira (CHEVALIER et al., 2014), folha (ANUPAMA, RAMYA e JOSEPH, 2017), casca (ODEWUNMI, UMOREN e GASEM, 2015), pétalas (MOURYA, BANERJEE e SINGH, 2014), fruto (SINGH, GUPTA e GUPTA, 2015) e semente (EL-ETRE e ALI, 2017); 8,7% dedicam-se ao desenvolvimento de produtos poliméricos; e os 18,84% restantes investigam fontes provenientes de outros segmentos reaproveitando compostos para atender aos princípios da química verde, mas não são obtidos a partir de biomassas.

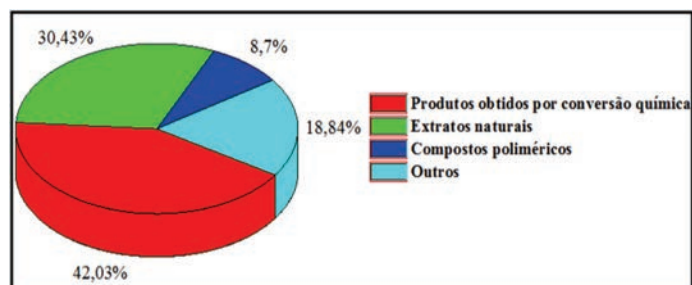


Figura 2. Fontes de obtenção de inibidores verdes.

Compostos sintetizados

A eficiência de quatro compostos derivados da quinolina foi investigada devido a sua natureza atóxica e características estruturais responsáveis por elevada densidade eletrônica (SINGH, SRIVASTAVA

E QURASHI, 2016). A Figura 3 apresenta as estruturas dos 4 compostos sintetizados, cujo radical R varia em cada composto. No composto 1, esse radical é um anel aromático, enquanto que no composto 4 é um anel aromático com amino substituinte.

A eficiência desses compostos na proteção de aço carbono foi avaliada empregando ensaios gravimétricos e eletroquímicos em meio de HCl 1 mol L⁻¹. A partir dos ensaios gravimétricos a 35 °C por 3 h de imersão verificou-se que as eficiências máximas ocorreram na presença de 150 mg L⁻¹ dos compostos, sendo o composto 4 o de melhor desempenho, cuja eficiência foi de 98,09%, seguido do composto 3 (96,66%), composto 2 (96,19%) e composto 1 (93,33%). Essa ordem de eficiência é atribuída à estrutura molecular distinta dos derivados da quinolina. Assim, o composto 4 apresentou a melhor eficiência devido ao grupo doador de elétrons forte -N(CH₃)₂ (SINGH, SRIVASTAVA e QURASHI, 2016). Os inibidores 3 e 2 apresentaram melhor desempenho em relação a 1 por possuírem grupos doadores, CH₃O e CH₃, no anel aromático; enquanto o composto 1 não apresenta substituinte algum no anel, resultando na menor eficiência dentre os quatro compostos. Isto demonstra a importância na escolha dos substituintes durante a etapa de síntese, devendo-se priorizar grupos doadores de elétrons.

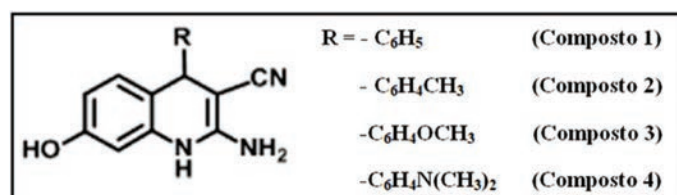


Figura 3. Estruturas dos derivados de quinolina.

Três inibidores Di-indol metanos com substituintes distintos (compostos 5, 6 e 7) foram sintetizados e tiveram suas eficiências avaliadas na proteção de aço carbono, imerso em HCl 1 mol L⁻¹, por métodos eletroquímicos, gravimétricos e análise de superfície. A ordem de eficiência dos compostos foi: composto 7 > composto 6 > composto 5, e suas

estruturas estão indicadas na Figura 4. A eficiência máxima foi de 98,06% na concentração de 200 mg L⁻¹ após imersão de 3 h na solução teste. A análise de EDS revelou que a intensidade nos sinais atribuídos a Nitrogênio e Oxigênio eram maiores em ensaios com o composto 7 e menores em ensaios com o composto 5, sugerindo que o composto 7 tem maior tendência de adsorção à superfície dos metais dentre os três compostos sintetizados. Além disso, o fato de o composto 7 apresentar heteroátomo de oxigênio no radical R, e o composto 6 não apresentar, favorece a doação de elétrons e adsorção do composto 7 à superfície metálica. Assim, verifica-se que técnicas de avaliação da superfície metálica também podem fornecer informações importantes sobre a capacidade de adsorção dos compostos à superfície e eficiência de proteção (VERMA, SINGH e QURASHI, 2015).

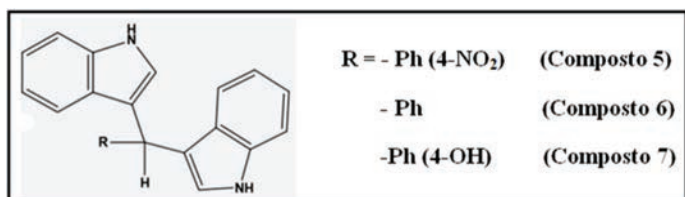


Figura 4. Estruturas dos três compostos Di-indol metanos sintetizados.

A influência da presença e tamanho do anel aromático em três moléculas indóis 3-amino alquiladas (compostos 8, 9 e 10) foi investigada na proteção de aço carbono em HCl 1 mol L⁻¹. As estruturas destes compostos são apresentadas na Figura 5. Os ensaios de perda de massa foram realizados em tempo de imersão de 3 h e as concentrações das moléculas variaram de 0,172 a 0,862 mM. A eficiência superior do composto 9 (96,08%) em relação ao composto 8 (94,34%) pode ser explicada pelo maior recobrimento da superfície pelo anel de pirrolidina presente em sua estrutura, enquanto o composto 8 possui radical acíclico. No entanto, a eficiência superior do composto 10 (96,95%) em relação ao composto 9 ocorre devido ao tamanho dos anéis heterocíclicos. Como o composto 10 possui anel com maior número de átomos de

carbono, este recobre de forma mais eficiente a superfície do que o composto 9. Assim, pode-se concluir que a eficiência destes compostos aumenta com a introdução de anéis, e é influenciada pelo tamanho do anel. Além disso, ocorre uma repulsão entre a cadeia apolar hidrofóbica e a fase aquosa polar, o que induz os compostos a adsorverem à superfície metálica a fim de minimizar o efeito de repulsão (VERMA, QURASHI e EBENSO, 2016).

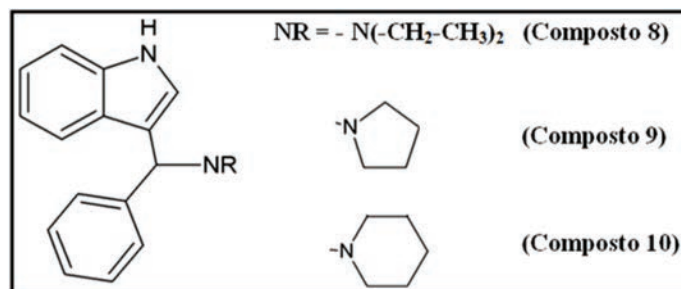


Figura 5. Estrutura dos compostos nitrogenados sintetizados.

Outro tipo de inibidor sintetizado que tem sido estudado são as bases de Schiff, classe de compostos caracterizada pela presença do grupo funcional -CH=N-. Estes compostos apresentam boa eficiência de inibição e tendência de formação de complexo com íons de metais de transição. São conhecidos também pela habilidade de adsorção ao metal. Esses compostos geralmente formam filmes finos e persistentes à superfície metálica, os quais reduzem a taxa de corrosão pela atuação em reações anódicas, catódicas ou em ambas. Entretanto, a maioria destes compostos é tóxica e devem ser substituídos por alternativas mais corretas ambientalmente. Assim, bases de Schiff a partir de aminoácidos mantêm a eficiência elevada e atendem às exigências ambientais. Neste sentido, Gupta et al. (2016) investigaram a eficiência dos compostos 11, 12 e 13 (Figura 6) sintetizados a partir de lisina com três diferentes aldeídos em HCl 1 mol L⁻¹.

A escolha destes compostos está relacionada ao fato de poderem ser sintetizados facilmente a partir de produtos disponíveis comercialmente e matérias primas verdes; apresentarem anel aromático, heteroátomos (N, O) e o grupo

funcional $-\text{CH}=\text{N}-$, através dos quais adsorvem à superfície metálica. Os testes de perda de massa indicaram eficiências máximas de 93,9 % (Composto 11), 94,7% (Composto 12) e 95,6% (Composto 13), em concentração de 400 mg L^{-1} dos compostos inibidores. A maior eficiência do composto 13 está relacionada à presença do grupo $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$, forte doador de elétrons (GUPTA et al., 2016).

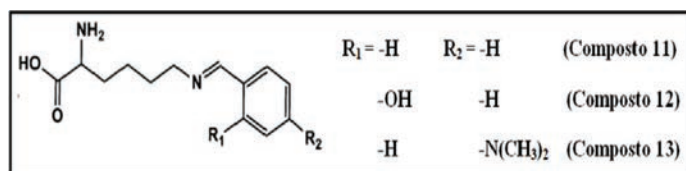


Figura 6. Bases de Schiff sintetizadas a partir do aminoácido lisina e três diferentes aldeídos.

Polímeros

Polímeros naturais apresentam menor custo, são ecologicamente corretos e podem atuar como inibidores de corrosão eficientes. Entre estes, destacam-se os polissacarídeos grafitizados ou modificados, os quais são de fácil síntese e possuem múltiplos sítios, o que acarreta em uma adsorção mais forte em relação às unidades monoméricas.

Desta forma, goma xantana (Composto 14), e um copolímero de acrilamida e goma xantana (Composto 15) foram analisados como inibidores de corrosão para aço carbono em HCl 15% (Figura 7). Os ensaios gravimétricos indicaram eficiências máximas de 90,2% para o composto 14 e 92,79% para o composto 15 na presença de $0,4 \text{ g L}^{-1}$ dos inibidores a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, e até $60 \text{ }^\circ\text{C}$ as eficiências mantiveram-se próximas a 61% para ambos. Os inibidores adsorvem à superfície metálica principalmente através de pares de elétrons não compartilhados nas moléculas e interações eletrostáticas entre as moléculas do inibidor e a superfície carregada do metal. Assim, a maior parte das moléculas está adsorvida na forma protonada no meio ácido, de modo que o composto 15 está mais protonado do que o composto 14 devido ao grupo acrilamida. Assim, a protonação ajuda o polímero a se

adsorver à superfície metálica carregada negativamente de modo mais eficiente (BISWAS, PAL e UDAYABHANU, 2015).

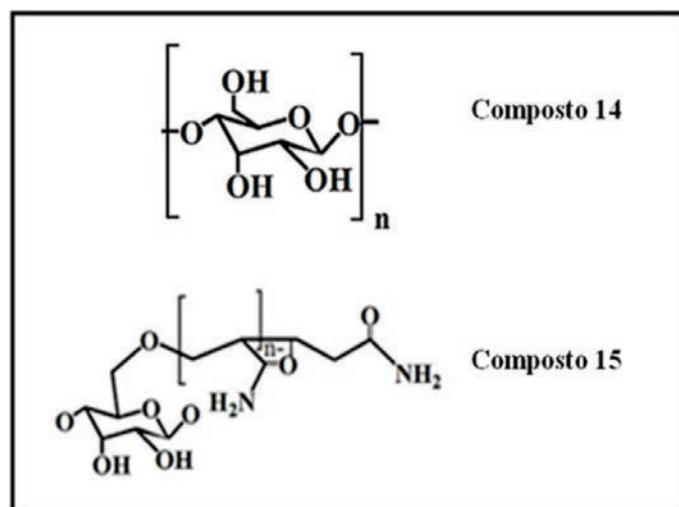


Figura 7. Estruturas da goma xantana (Composto 14) e polímero grafitizado de goma xantana e acrilamida (Composto 15).

Um polímero de poli(acrilamida) com goma guar em diferentes graus de grafitização também foi estudado. Este composto foi avaliado como inibidor em HCl 1 mol L^{-1} por meio de ensaios gravimétricos e eletroquímicos. Os ensaios gravimétricos indicaram que a eficiência aumenta rapidamente após a imersão, mantendo-se em 93% após 5 horas, e 90% até 50 horas de imersão. Somente após 50 horas ocorre redução gradual da eficiência devido à quebra de ligações glicosídicas pela hidrólise em meio ácido, produzindo fragmentos menores, o que resulta em proteção ineficiente da superfície metálica. Além disso, os ensaios eletroquímicos constataram que a eficiência de inibição da goma guar e da poli(acrilamida) (PAM) isoladas é em torno de 71-75% em 500 mg L^{-1} , porém ao grafitizá-los ocorre um aumento expressivo da eficiência, atingindo valores de 90% após 7,5% de grafitização, e um máximo de 91,4% após 86% de grafitização. Logo, graus de grafitização crescentes influenciam positivamente a eficiência de inibição (ROY et al., 2014).

Fontes alternativas

Uma das fontes alternativas de inibidores de corrosão que tem sido estudada é o lodo de esgoto.

Este apresenta composição química complexa em sua parte sólida, sendo a maior parte composta por proteínas, carboidratos e lipídeos. As proteínas podem ser facilmente biodegradadas em moléculas orgânicas menores, como aminoácidos, em condições específicas. Assim, Su et al. (2014) desenvolveram um método rápido de hidrólise de proteínas presentes no lodo e confirmaram a possibilidade de utilização deste como matéria prima para extrair compostos com potencial inibidor. O método consistiu em ultrassom hidrotérmico com HCl e otimizou as condições de hidrólise, concluindo que o ideal é utilizar 10 mL de HCl, com tempo de hidrólise de 14h a 100 °C em 99,05% de água, obtendo 85,74% de hidrolisado, o qual contém cerca de 16 espécies de aminoácidos distintos. A eficiência máxima obtida deste hidrolisado (0,372 g L⁻¹) foi de 93,5% a 30 °C, e cerca de 80% a 60 °C. A utilização de fontes alternativas deste tipo agrega valor a um resíduo, além de gerar uma fonte potencial de inibidores de baixo custo.

A aplicação de vitaminas no controle da corrosão de metais foi avaliada, sendo reportado o estudo da riboflavina (vitamina B2) na proteção de aço carbono em HCl (1 mol L⁻¹) e H₂SO₄ (0,5 mol L⁻¹). Esta vitamina possui heteroátomos e anéis aromáticos, os quais desempenham papéis importantes na proteção de metais. As eficiências máximas atingidas com este inibidor (1,2 mM) foram de 83,9% em HCl e 71,4% em H₂SO₄, demonstrando seu potencial de aplicação (CHIBIEBERE et al., 2015).

Outra fonte alternativa que tem sido investigada são os medicamentos devido a sua natureza atóxica e ao seu impacto negligenciado no ambiente aquático. Nesse sentido, a literatura relata inúmeros casos de utilização de medicamentos na prevenção de corrosão em diferentes meios eletrolíticos. O potencial de medicamentos antibacterianos como inibidores de corrosão para aço carbono em HCl 1 mol L⁻¹ foi estudado por meio de ensaios eletroquímicos. Os medicamentos estudados foram

penicilina (Composto 16), ampicilina (Composto 17) e amoxicilina (Composto 18), as quais apresentam estruturas similares, diferindo apenas em dois substituintes, conforme Figura 8 (GOLESTANI, SHAHIDI e GHAZANFARI, 2014).

As eficiências máximas obtidas foram 98,4% (Composto 16), 97,5% (Composto 17) e 93,0% (Composto 18), em concentrações de 10 mM. Como a eficiência do composto 16 é maior, os autores afirmam que seu mecanismo de inibição está relacionado à quimissorção, ocorrendo deslocamento de moléculas de água da superfície do metal, e compartilhamento de elétrons entre heteroátomos e ferro. Já os compostos 17 e 18 sofrem protonação, devido à presença do grupo -NH₂, e adsorvem à superfície metálica via cloretos, os quais formam pontes entre a superfície carregada positivamente e os cátions da substância protonada (GOLESTANI, SHAHIDI e GHAZANFARI, 2014).

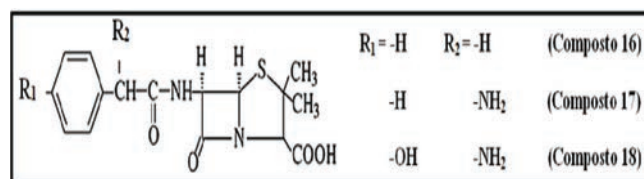


Figura 8. Estruturas dos medicamentos antibacterianas.

Extratos naturais

A utilização de sementes, folhas, frutos e partes aéreas de plantas, como fontes de inibidores verdes se deve à presença de tocoferóis, carotenoides, compostos fenólicos, alcaloides, flavonoides, taninos e compostos policíclicos, os quais possuem certas características estruturais, tais como a presença de heteroátomos, insaturações e elevada densidade eletrônica, permitindo melhor adsorção à superfície metálica (FURTADO, 2017). No entanto, nestas fontes de inibidores há necessidade de alguma etapa de extração a fim de se obter o composto desejado numa forma solúvel ou dispersável em meio aquoso. A Figura 9 demonstra as diversas etapas envolvidas no processamento de diferentes biomassas.

Os processos de extração, de maneira geral, envolvem a secagem prévia do material, seguida de cominuição até obter-se um pó, o qual é submetido a uma extração com metanol, etanol, água destilada, HCl ou H₂SO₄. Após obtenção do extrato, ocorre uma etapa de concentração por rotaevaporação/evaporação. Os métodos variam quanto ao tipo de solvente empregado na extração, temperatura, tempos de secagem e de extração, e proporção pó/solvente.

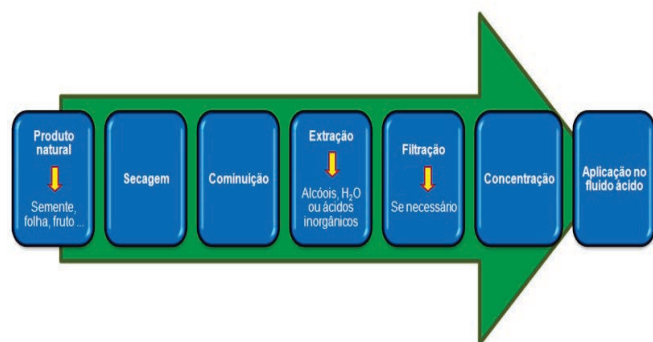


Figura 9. Etapas de processamento para obtenção de extratos inibidores de corrosão.

Alguns trabalhos comparam as eficiências de inibição da corrosão promovida por extratos obtidos com álcool e com água. Em relação ao processo de extração das folhas de *D. cochleata* em metanol e em água, observou-se não só a necessidade do dobro do tempo em agitação em água, mas também diferenças significativas de eficiências de inibição. Assim, a eficiência de inibição do extrato foi influenciada pelo solvente empregado, sendo maior com metanol do que com água (NATHIYA e VAIRAMUTHU, 2016). Isso ocorre pela maior interação e capacidade de solubilização do metanol, o qual interage com os constituintes do extrato, permitindo sua extração.

A Tabela 2 apresenta as biomassas avaliadas como fontes de inibidores de corrosão e as eficiências máximas de inibição obtidas em fluidos ácidos inorgânicos. A maioria desses inibidores apresentam eficiências de inibição elevadas sendo utilizados em concentrações na faixa de 500-4000 mg L⁻¹ e em temperaturas de 25 °C a 60 °C.

Tabela 2

Eficiências de inibição de diferentes extratos oriundos de biomassa.

| Origem do extrato | Espécie | Procedimento de extração | Fluido ácido* | Eficiência máxima** |
|---|-----------------------------------|--|--|---|
| Folha (ABDULLATEF, 2015) | <i>Silene marmarica</i> | Refluxo na proporção 1:10 g de folha por mL de H ₂ O por 1 h. | HCl 1 mol L ⁻¹ | 81,8% |
| Folha (NATHIYA e VAIRAMUTHU, 2016) | <i>D. cochleata</i> | Proporção 1:5 g de folha por mL de metanol em agitação por 3 h (Metanol) e 6 h (H ₂ O). | H ₂ SO ₄ 1 mol L ⁻¹ | 95,1% (Metanol) e 71,6% (H ₂ O) |
| Folha (PRABAKARAN et al., 2016) | <i>Ligularia fischeri</i> | Proporção 1:13 g de folha por mL de metanol até fervura. | HCl 1 mol L ⁻¹ | 92,0% |
| Folha (MUTHUKRISHNAN et al., 2015) | <i>Ficus hispida</i> | Extração por 12 h a 60°C. | HCl 1 mol L ⁻¹ | 87,4% |
| Folha (ROSE et al., 2016) | <i>Tabernaemontana divaricata</i> | Extração por 3 dias em etanol. | HCl 1 mol L ⁻¹ | 95,2% |
| Folha (BAMMOU et al., 2014) | <i>Chenopodium Ambrosioides</i> | Agitação a frio por 24 h em HCl 1 mol L ⁻¹ | H ₂ SO ₄ 0,5 mol L ⁻¹ | 92,0% |
| Folha (ALANEME, OLUSEGUN e ALO, 2016) | <i>Pennisetum purpureum</i> | Extração em etanol por 48 h. | HCl 1 mol L ⁻¹ | 95,0% |
| Folha (PRABAKARAN et al., 2017) | <i>Aster koraiensis</i> | Extração em metanol. | H ₂ SO ₄ 1 mol L ⁻¹ | 90,5% |
| Partes aéreas (HU et al., 2015) | <i>Capsella bursa pastoris</i> | Extração em 50% de etanol e ultrassom por 45 min. | HCl 1 mol L ⁻¹ | 95,5% |
| Partes aéreas (BARAN, CAKIR e YAZICI, 2016) | <i>Gentiana olivieri</i> | Extração com metanol. | HCl 0,5 mol L ⁻¹ | 93,7% |
| Semente (EL-ETRE e ALI, 2016) | <i>Melia azedarach L.</i> | Refluxo em H ₂ O a 60°C por 6 h. | HCl 2 mol L ⁻¹ | 95,9% |
| Casca (ODEWUNMI, UMOREN e GASEM, 2015) | <i>Citrullus lanatus</i> | Proporção 1:200 g de casca moída por mL de H ₂ SO ₄ 0,5 mol L ⁻¹ em fervura por 10 min. | HCl 1 mol L ⁻¹ e H ₂ SO ₄ 0,5 mol L ⁻¹ | 80,7% (HCl) e 79,9% (H ₂ SO ₄) |
| Casca (UMOREN et al., 2014) | <i>Cocos nucifera</i> | Extração em metanol (48 h) e H ₂ O (72 h). | H ₂ SO ₄ 0,5 mol L ⁻¹ | 94,3% (Metanol) e 41,7% (H ₂ O) |
| Casca (MOBIN e RIZVI, 2017) | <i>Plantago</i> | Extração em H ₂ O por 48 h por poucos minutos. | HCl 1 mol L ⁻¹ | 94,4% |
| Pétalas (MOURYA, BANERJEE e SINGH, 2014) | <i>Tagetes erecta</i> | Extração em 40% de etanol. | H ₂ SO ₄ 0,5 mol L ⁻¹ | 96,3% |
| Fruto (SINGH, GUPTA e GUPTA, 2015) | <i>Litchi chinensis</i> | Refluxo na proporção 1:10 g de fruto por mL de H ₂ O por 4 h. | H ₂ SO ₄ 0,5 mol L ⁻¹ | 97,8% |

*Tipo de fluido ácido para o teste de eficiência de corrosão.
**Calculadas a partir de ensaios gravimétricos e/ou eletroquímicos.

Características estruturais dos compostos

A Figura 10 fornece o percentual dos diferentes tipos de compostos orgânicos obtidos de biomassas. Percebe-se que mais de 50% das moléculas contêm N e/ou O, sendo que 31,34% destas também são aromáticas. Além disso, apenas 8,96% possuem heteroátomos de Nitrogênio, Oxigênio, Enxofre e anel aromático. Tais heteroátomos são responsáveis pela proteção da superfície metálica e possuem a seguinte ordem de eficiência: O < N < S < P (NEGM, YOUSEF e TAWFIK, 2013).

Dentre os compostos nitrogenados, oxigenados e aromáticos (31,34%), 64,3% correspondem a moléculas *tailor made*, enquanto 23,8% são obtidos diretamente dos extratos. Além disso, 92,8% deste grupo apresentam eficiências superiores a 85%, indicando a efetividade na proteção do aço carbono em meio ácido, sendo mais de 50% empregados em concentrações de até 500 mg L⁻¹. Dentre os

compostos que além destas características estruturais também apresentam enxofre (8,96%), todos são *tailor made*, o que corrobora com a importância da síntese no desenvolvimento de moléculas com múltiplos sítios de ancoragem. Já dentre os compostos apenas oxigenados (13,43%), 88,2% destes são provenientes diretamente de extratos e produtos naturais, sendo 70,6% empregados em concentrações acima de 1000 mg L⁻¹. As moléculas encontradas nos extratos de plantas, sementes, óleos e frutos, de modo geral, não possuem tantos sítios responsáveis pela doação de elétrons e adsorção à superfície metálica, demandando concentrações elevadas de uso para atingir eficiências comparáveis as dos compostos *tailor made*.

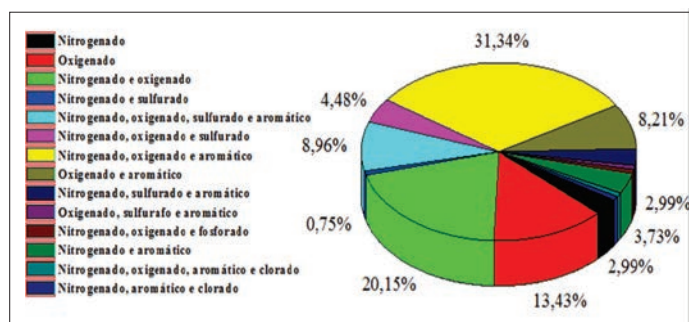


Figura 10. Classificação dos compostos quanto ao tipo de heteroátomos e aromaticidade.

Concentração do inibidor e temperatura empregados em ensaios gravimétricos

Os artigos também foram avaliados quanto a concentração utilizada de inibidor no fluido ácido. A partir da Figura 11, constata-se que cerca de 75% dos trabalhos avaliados empregam concentrações de até 600 mg L⁻¹. Essa informação corrobora a definição de inibidores, ou seja, substâncias que aplicadas em baixas concentrações retardam o processo corrosivo (GENTIL, 2011).

Entretanto, alguns trabalhos empregam as concentrações em %v/v, representando uma concentração muito mais elevada do inibidor no fluido ácido, como por exemplo, o emprego de um

medicamento nas concentrações de 1 a 11%v/v, obtendo eficiência máxima de 94,76% em 9%v/v (GEETHAMANI e KASTHURI, 2016); extrato da semente de *Hunteria umbellata* com eficiência máxima de 98% em 5%v/v (CHIBIEBERE et al., 2015); extrato de folha de *Phyllanthus amarus* com eficiência máxima de 94% em 4%v/v (ANUPAMA, RAMYA e JOSEPH, 2016); extrato de bagaço de uva com eficiência máxima de 97% em 2%v/v (ROCHA et al., 2012); extrato de *Acacia tortilis* com eficiência máxima de 93% em 10%v/v (SULEIMAN, ABDULWAHAB e AWE, 2016); extrato de gengibre (0,01 - 5%v/v), obtendo 89% de eficiência em 5% v/v (EL-SABBAH et al., 2015); e, extrato da folha *Morus nigra L.* com eficiência máxima de 84% em 10%v/v (ALKAIS e EDRAH, 2016).

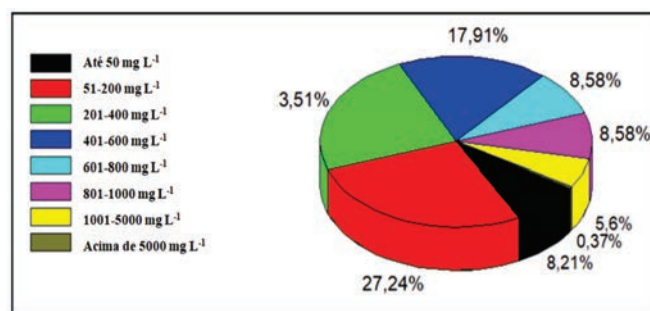


Figura 11. Classificação dos artigos científicos quanto à concentração do inibidor.

Em relação às condições de temperatura (Figura 12), verificou-se que 88% dos trabalhos empregam condições que variam da temperatura ambiente até 60 °C, enquanto apenas 12% avalia a eficiência dos inibidores em temperaturas mais elevadas (61-100 °C). Isto se deve ao fato de que a eficiência de inibição de muitos extratos naturais reduz com o aumento da temperatura devido à degradação de complexos fitoquímicos.

Com relação aos ambientes de alta temperatura, podem-se citar as operações de acidificação de poços de petróleo, as quais empregam fluidos ácidos para aumentar a permeabilidade dos poços. A ação combinada de ambiente ácido com altas temperaturas compromete estruturas metálicas, sendo necessário o uso de

inibidores de corrosão (FINSGAR e JACKSON, 2014). Assim, este é um exemplo onde são necessárias pesquisas quanto ao desenvolvimento de inibidores verdes para temperaturas acima de 60 °C.

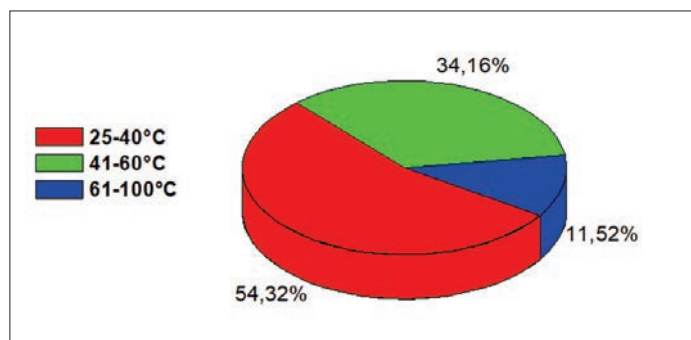


Figura 12. Classificação dos artigos científicos quanto à temperatura empregada nos ensaios gravimétricos.

Intensificadores e surfactantes

Devido à redução de eficiência de inibição com o aumento da temperatura, limitando a aplicação em determinadas operações, íons haleto, surfactantes, solventes e polímeros têm recebido atenção pelo uso como intensificadores, com o intuito de melhorar o desempenho dos inibidores (ITUEN et al., 2016).

Neste sentido, o potencial de inibição do extrato de *Pennisetum purpureum* isolado e combinado com os intensificadores KI e NH₄Cl em HCl 3,5% foi investigado. As eficiências máximas obtidas foram de 83,5% para o extrato, 88,3% para o extrato com NH₄Cl, e 94,9% para extrato com KI a 30 °C. Mesmo com a elevação da temperatura, a formulação com KI manteve eficiências de 88,9% a 60°C, e 57,6% a 90 °C, enquanto o extrato isolado atingiu 67,2% (60 °C) e 19,3% (90 °C) (ITUEN et al., 2016).

O efeito sinérgico dos íons haleto pode ser avaliado pela equação 1, proposta por Amarakki e Hackermann, onde I_i é a eficiência de inibição do extrato sozinho, I_a é a eficiência do aditivo, e I_{i+a} é a eficiência da blenda. Se SP for maior que o valor unitário, há efeito sinérgico; e se for menor, o efeito é antagônico (FINSGAR e JACKSON, 2014). Assim,

tanto para a blenda com NH₄Cl quanto com KI, os valores foram superiores a uma unidade, o que comprova o caráter sinérgico.

$$SP = \frac{1 - (I_i + I_a)}{1 - (I_{i+a})}$$

O efeito sinérgico de intensificadores inorgânicos com extrato de folhas *Morus alba pendula* em HCl 1 mol L⁻¹ também foi avaliado. A eficiência máxima obtida a 25 °C foi 93% (0,4 g L⁻¹ de extrato), porém ao combinar com KI (5 a 10 mM), obteve-se 96% de eficiência (10 mM KI) (JOKAR, FARAHANI e RAMEZANZADEH, 2016).

O uso de extrato de folhas *Eleusine aegyptiaca* e *Croton rottleri* como inibidores de corrosão em HCl 1 mol L⁻¹ também foi estudado. As eficiências máximas obtidas para *E. aegyptiaca* e *C. rottleri* foram de 91,3% e 94,5% (2400 mg L⁻¹) a 25 °C, respectivamente. A fim de melhorar a eficiência e diversificar a aplicação do inibidor, foi avaliado o efeito sinérgico com KX (KCl, KBr ou KI) empregando ensaios gravimétricos. A adição de baixa concentração de haleto (1 e 5 mg L⁻¹) mostrou uma eficiência inferior a relatada anteriormente para os dois extratos. No entanto, ao aumentar a concentração para 15 mg L⁻¹, a eficiência do extrato de *E. aegyptiaca* passou de 91,3% para 96,9% com KCl, 97,4% com KBr e 98,1% com KI; enquanto para o extrato de *C. rottleri*, a eficiência aumentou de 94,5% para 97,2% em KCl, 98% em KBr, e 98,9% em KI. Isso indica que existem alguns intensificadores disponíveis e efetivos no aumento da eficiência, e dependendo do inibidor, existe uma concentração ideal para cada intensificador (RAJESWARI et al., 2014).

CONCLUSÃO

O potencial e a importância do uso de biomassa para obtenção de insumos químicos renováveis para

aplicação como inibidores de corrosão são evidentes, cabendo o estabelecimento de rotas químicas e métodos de processamento que viabilizem esse aproveitamento. A diversificação de produtos que podem ser obtidos de diferentes fontes renováveis é imensurável, e devido à complexidade das diferentes matrizes, os compostos extraídos possuem as características estruturais necessárias para aplicação direta como inibidores. Após isolados os compostos de fontes renováveis, é possível ainda, obter estruturas moleculares mais complexas por conversão química, possibilitando melhor adsorção na superfície a ser protegida. Nos casos onde a eficiência de inibição da corrosão é severamente afetada por elevações na temperatura, pode-se empregar coadjuvantes como intensificadores (haleto ou outros compostos) e surfactantes melhorando o desempenho destes aditivos. A utilização destas biomassas para tal aplicação certamente impactará de forma positiva a indústria química e o setor de agronegócio, repercutindo em grandes benefícios para a sociedade e principalmente para o meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de mestrado de L. B. Furtado.

REFERÊNCIAS

ABDULLATEF, O. A., Kinetics and thermodynamics of the dissolution of steel in 1 mol L⁻¹ hydrochloric acid solution in the presence of *Silene Marmarica* as environmentally friendly corrosion inhibitor. **Egyptian Journal of Petroleum**, v. 24, p. 505-511, 2015.

ADEWUYI, A., GÖPFERT, A., WOLFF, T. Succinyl amide gemini surfactant from *Adenopus breviflorus* seed oil: A potential corrosion inhibitor of mild steel in acidic medium. **Industrial Crops and Products**, v. 52, p. 439-449, 2014.

ALANEME, K. K., OLUSEGUN, S. J., ALO, A. W., Corrosion inhibitory properties of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) extract: Effect on mild steel corrosion in 1 M HCl solution. **Alexandria Engineering Journal**, v. 55, p. 1069-1076, 2016.

ALKAIS, A. R.; EDRAH, S. M. The corrosion inhibition of mild steel in acid solutions media by adsorption of leaves of *Morus nigra* L. from Libya. **International Journal of Science and Research**, v. 5, n. 4, p. 730-734, 2016.

ANUPAMA, K. K., RAMYA, K., JOSEPH, A. Electrochemical measurements and theoretical calculations on the inhibitive interaction of *Plectranthus amboinicus* leaf extract with mild steel in hydrochloric acid. **Measurement**, v. 95, p. 297-305, 2017.

ANUPAMA, K. K.; RAMYA, K.; JOSEPH. Electrochemical and computational aspects of surface interaction and corrosion inhibition of mild steel in hydrochloric acid by *Phyllanthus amarus* leaf extract (PAE). **Journal of Molecular Liquids**, v. 216, p. 146-155, 2016.

BAMMOU, L. et al. Corrosion inhibition of steel in sulfuric acid solution by the *Chenopodium ambrosioides* extracts. **Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences**, v. 16, p. 83-90, 2014.

BARAN, E., CAKIR, A., YAZICI, B., Inhibitory effect of *Gentiana olivieri* extracts on the corrosion of mild steel in 0.5 M HCl: Electrochemical and phytochemical evaluation. **Arabian Journal of Chemistry** (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2016.06.008>.

BISWAS, A.; PAL, S.; UDAYABHANU, G. Experimental and theoretical studies of xanthum gum and its graftco-polymer as corrosion inhibitor for mild steel in 15% HCl. **Applied Surface Science**, v. 353, p. 173-183, 2015.

CHEVALIER, M. et al. Enhanced corrosion resistance of mild steel in 1 M hydrochloric acid solution by alkaloids extracts from *Aniba rosaeodora* plant: Electrochemical, phytochemical and XPS studies. **Electrochimica Acta**, v. 131, p. 96-105, 2014.

- CHIBIEBERE, M. A.; OGUZIE, E. E.; LIU, L.; LI, Y.; WANG, F. Adsorption and corrosion inhibiting effect of riboflavin on Q235 mild steel corrosion in acidic environments. **Materials Chemistry and Physics**, v. 156, p. 95-104, 2015.
- EL-ETRE, A. Y., ALI, A. I. A novel green inhibitor for C-steel corrosion in 2.0 mol L⁻¹ hydrochloric acid solution. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, v. 25, n. 3, p. 373-380, 2017.
- EL-SABBAH, M. M. B. et al. Aqueous extract of Ginger as green corrosion inhibitor for mild steel in hydrochloric acid solution. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v. 6, n. 6, p. 1502-1507, 2015.
- FINSGAR, M.; J. JACKSON. Application of corrosion inhibitors for steels in acidic media for the oil and gas industry: A review. **Corrosion Science**, n. 86, p. 17-41, 2014.
- FOUDA, A. S. et al. Evaluation of 4-amidinophenyl-2,2'-bithiophene and its aza-analogue as novel corrosion inhibitors for CS in acidic media: Experimental and theoretical study. **Journal of Molecular Liquids**, v. 240, p. 372-388, 2017.
- FURTADO L. B. Desenvolvimento de inibidores verdes a base de alquilfenóis para aplicação em fluidos de acidificação para poços de petróleo. *Dissertação de mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 2017.
- GECE, G. Drugs: A review of promising novel corrosion inhibitors. **Corrosion Science**, v. 53, n. 12, p. 3873-3898, 2011.
- GEETHAMANI, P.; KASTHURI, P. K. The inhibitory action of expired asthalin drug on the corrosion of mild steel in acidic media: A comparative study. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 63, p. 490-499, 2016.
- GENTIL, V. *Corrosão*, Editora Guanabara, edição de 2011.
- GOLESTANI, GH.; SHAHIDI, M.; GHAZANFARI, D. Electrochemical evaluation of antibacterial drugs as environment-friendly inhibitors for corrosion of carbon steel in HCl solution. **Applied Surface Science**, v. 308, p. 347-362, 2014.
- GUPTA, N. K.; VERMA, C.; QURAIISHI, M. A.; MUKHERJEE, A. K. Schiff's bases derived from L-lysine and aromatic aldehydes as green corrosion inhibitors for mild steel: Experimental and theoretical studies. **Journal of Molecular Liquids**, v. 215, p. 47-57, 2016.
- HU, K. et al. Effect of novel cytosine-L-alanine derivate based corrosion inhibitor on steel surface in acidic solution. **Journal of Molecular Liquids**, v. 222, p. 109-117, 2016.
- HU, Q., QIU, Y., ZHANG, G., GUO, X. Capsella bursa-pastoris extract as an eco-friendly inhibitor on the corrosion of Q235 carbon steels in 1 mol L⁻¹ hydrochloric acid. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, v. 23, p. 1408-1415, 2015.
- ITUEN, E.; JAMES, A.; AKARANTA, O.; SUN, S. Eco-friendly corrosion inhibitor from *Pennisetum purpureum* biomass and synergistic intensifiers for mild steel. **Chinese Journal of Chemical Engineering** (2 0 1 6) , <http://dx.doi.org/10.1016/j.cjche.2016.04.028>.
- JOKAR, M.; FARAHANI, T. S.; RAMEZANZADEH, B. J. Electrochemical and surface characterizations of morus alba pendula leaves extract (MAPLE) as a green corrosion inhibitor for steel in 1 M HCl. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 63, p. 436-452, 2016.
- MCCAFFERTY, E. Em *Introduction to corrosion science*; Howell K., Ed. Springer, Alexandria, USA, 2009, cap. 2.
- MOBIN, M., RIZVI, M. Polysaccharide from *Plantago* as a green corrosion inhibitor for carbon steel in 1 M HCl solution. **Carbohydrate Polymers**, v. 160, p. 172-183, 2017.
- MOURYA, P., BANERJEE, S., SINGH, M. M. Corrosion inhibition of mild steel in acidic solution by *Tagetes erecta* (Marigold flower) extract as a green inhibitor. **Corrosion Science**, v. 85, p. 352-363, 2014.
- MUTHUKRISHNAN, P., PRAKASH, P., JEYAPRABHA, B., SHANKAR, K. Stigmasterol extracted from *Ficus hispida* leaves as

a green inhibitor for the mild steel corrosion in 1 M HCl solution. **Arabian Journal of Chemistry** (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2015.09.005>.

NATHIYA, R. S., VAIRAMUTHU, R. Evaluation of *Dryopteris cochleata* leaf extracts as green inhibitor for corrosion of aluminum in 1 M H₂SO₄. **Egyptian Journal of Petroleum** (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpe.2016.05.002>.

NEGM, N. A., YOUSEF, M. A., TAWFIK, S. M. Impact of synthesized and natural compounds in corrosion inhibition of carbon steel and aluminum in acidic media. **Recent Patents on Corrosion Science**, v. 3, n. 1, 2013.

ODEWUNMI, N. A., UMOREN, S. A., GASEM, Z. M. Watermelon waste products as green corrosion inhibitors for mild steel in HCl solution. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 3, p. 286-296, 2015.

PRABAKARAN, M. et al. *Aster koraiensis* as nontoxic corrosion inhibitor for mild steel in sulfuric acid. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 52, p. 235-242, 2017.

PRABAKARAN, M. et al. Highly efficient *Lingularia fischeri* green extract for the protection against corrosion of mild steel in acidic medium: Electrochemical and spectroscopic investigations. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 59, p. 553-562, 2016.

RAJESWARI, V. et al. Corrosion inhibition of *Eleusine aegyptiaca* and *Croton rottleri* leaf extracts on cast iron surface in 1 M HCl medium. **Applied Surface Science**, v. 314, p. 537-545, 2014.

ROCHA, J. C. et al. Grape pomace extracts as Green corrosion inhibitors for carbon steel in hydrochloric acid solutions. **International Journal of Electrochemical Science**, v. 7, p. 11941-11956, 2012.

ROSE, K., KIM, B., RAJAGOPAL, K., ARUMUGAM, S., DEVARAYAN, K. Surface protection of steel in acidic medium by *Tabernae Montana divaricata* extract: Physicochemical evidence for adsorption of inhibitor. **Journal of Molecular Liquids**, v. 214, p.

111-116, 2016.

ROY, P.; KARFA, P.; ADHIKARI, U.; SUKUL, D. Corrosion inhibition of mild steel in acidic medium by polyacrylamide grafted guar gum with various grafting percentage: Effect of intramolecular synergism. **Corrosion Science**, v. 88, p. 246-253, 2014.

SARANYA, J. et al. N-heterocycles as corrosion inhibitors for mild steel in acid medium. **Journal of Molecular Liquids**, v. 216, p. 42-52, 2016.

SCIENCE DIRECT. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/>. Acesso em 07, Dez., 2018.

SINGH, M. R., GUPTA, P., GUPTA, K., The litchi (*Litchi Chinensis*) peels extract as a potential green inhibitor in prevention of corrosion of mild steel in 0.5 M H₂SO₄ solution. **Arabian Journal of Chemistry** (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2015.01.002>.

SINGH, P.; SRIVASTAVA, V.; QURAIHI, M. A. A novel quinoline derivatives as Green corrosion inhibitors for mild steel in acidic medium: Electrochemical, SEM, AFM and XPS studies. **Journal of Molecular Liquids**, v. 216, p. 164-173, 2016.

SU, W. et al. A new insight into resource recovery of excess sewage sludge: Feasibility of extracting mixed amino acids as an environment-friendly corrosion inhibitor for industrial pickling. **Journal of Hazardous Materials**, v. 279, p. 38-45, 2014.

SULEIMAN, I. Y.; ABDULWAHAB, M.; AWE, F. E. A study of the green corrosion inhibition of *Acacia tortilis* extract on mild steel sulphuric acid environment. **Journal of advanced electrochemistry**, v. 2, n. 1, p. 50-55, 2016.

TIU, B. D. B., ADVINCULA, R. C. Polymeric corrosion inhibitors for the oil and gas industry: Design principles and mechanism. **Reactive and Functional Polymers**, v. 95, p. 25-45, 2015.

TORRES, V. V. et al. Study of thioureas derivatives synthesized from a green route as corrosion inhibitors for mild steel in HCl solution. **Corrosion Science**, v. 79, p. 108-118, 2014.

UMOREN, S. A. et al. Inhibition of mild steel corrosion in H_2SO_4 solution by coconut coir dust extract obtained from different solvent systems and synergistic effect of iodide ions: Ethanol and acetone extracts. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 2, p. 1048-1060, 2014.

UMOREN, S. A. Polypropylene glycol: A novel corrosion inhibitor for X 60 pipeline steel in 15% HCl solution. **Journal of Molecular Liquids**, v. 219, p. 946-958, 2016.

UMOREN, S. A., EDUOK, U. M. Application of carbohydrate polymers as corrosion inhibitors for metal substrates in different media: A review.

Carbohydrate polymers, v. 140, p. 314-341, 2016.

VERMA, C. et al. A 3-amino alkylated indoles as corrosion inhibitors for mild steel in 1 M HCl: Experimental and theoretical studies. **Journal of Molecular Liquids**, v. 219, p. 647-660, 2016.

VERMA, C.; SINGH, P.; QURAIISHI, M. A. A thermodynamical, electrochemical and surface investigation of Bis (indolyl) methanes as green corrosion inhibitors for mild steel in 1 M hydrochloric acid solution. **Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences (2015)**, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaubas.2015.04.003>.

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 – site: www.sindiquim.org.br