



Revista de Química Industrial

Artigo técnico:

Gerenciamento de
resíduos do laboratório de
Físico-química da CHESF.

ABQ no Ano Internacional da Química



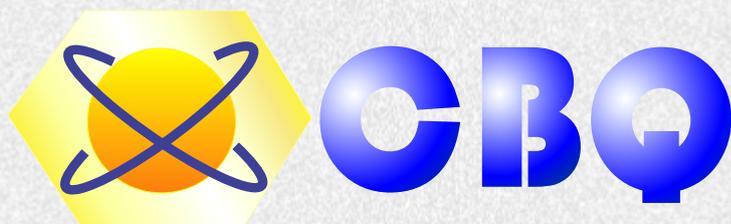
Artigo técnico:

Tratamento da biomassa
lignocelulósica da cadeia
produtiva de dendê
(*Elaeis guineensis*) para
produção de glicose por
hidrólise ácida.

80
ANOS



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA



Congresso Brasileiro de Química



IMPEQUI

Simpósio Brasileiro
de Educação Química



BIOCOM

Simpósio Nacional
de Biocombustíveis



Encontro Nacional
de Tecnologia Química

Informações:
www.abq.org.br



Editorial

Um ano como nenhum outro

Todo ano nunca é igual aos que lhe precedem, e nem será igual aos que ainda estão por vir. Então, porque esta ênfase no título deste editorial?

Há duas razões muito especiais. Em primeiro lugar, as raízes mais antigas da ABQ completarão 90 anos em 2012, cujas comemorações atingirão seu ápice por ocasião do 52º Congresso Brasileiro de Química, a ser realizado em outubro, na cidade do Recife. O segundo motivo diz respeito a RQI, que em fevereiro deste ano completou 80 anos. Resultado do idealismo de seu fundador, o químico industrial Jayme da Nóbrega Santa Rosa (que foi sócio da ABQ por toda a sua vida profissional), sua trajetória é a matéria de capa deste número. Esta longa vida da publicação nacional da área de química mais antiga em circulação transforma a RQI em um tesouro que registra, passo a passo, a inserção e a evolução da química no cotidiano brasileiro nas últimas oito décadas.

Já que falamos da RQI algumas novidades já podem ser percebidas em relação à revista. A mais importante delas foi a entrada no ar em 11 de janeiro do novo portal da ABQ onde a RQI possui agora um endereço próprio (<http://www.abq.org.br/rqi>). Afora as normas de submissão, todos os visitantes têm acesso gratuito a todo o conteúdo dos números da RQI publicados nos últimos dois anos (2010-2011). Além disso, ao ler este número, os leitores perceberão que existem coisas novas incorporadas à estrutura da revista.

Este número da RQI dedica espaço às realizações da ABQ, por meio de suas regionais, ao longo do Ano Internacional da Química (AIQ). É uma forma de demonstrar o quão intensa foi a atuação da ABQ durante o AIQ.

Dois artigos técnicos, ambos ligados à química de processos, figuram neste número; eles resgatam muito do espírito dos primeiros artigos técnicos da RQI publicados nos anos 1930.

Por fim, preste atenção na agenda de eventos de 2012. É uma das mais ricas dos últimos anos.

Enfim, chegou a hora de você, caro leitor, aproveitar todo o conteúdo deste novo número da RQI. Contamos com sua preciosa colaboração para nos enviar (rqi@abq.org.br) críticas, sugestões e elogios – tudo isso é muito importante para melhorar sempre a nossa RQI. Então, boa leitura para todos!

Júlio Carlos Afonso
Editor

EXPEDIENTE

Associação Brasileira de Química

Utilidade Pública Federal:
Decreto nº 33.254 de 8/7/1953
Av. Presidente Vargas, 633 sala 2208
20071-004 – Rio de Janeiro – RJ
Tel/fax: 21 2224-4480
e-mail: rqi@abq.org.br
www.abq.org.br

RQI – Revista de Química Industrial

é uma publicação da ABQ (www.abq.org.br/rqi).
Indexada no Chemical Abstracts.
Indexada no Qualis da CAPES nas áreas de
Engenharias II (B4), Engenharias III (B5),
Interdisciplinar (B4) e Ciências
Biológicas I (B5).

Fundador

Jayme da Nóbrega Santa Rosa (1903-1998)

Editor

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

Conselho Editorial

Airton Marques da Silva (UECE)
Alvaro Chrispino (CEFET-RJ)
David Tabak (FIOCRUZ)
Magda Beretta (UFBA)
Newton Mario Battastini (SINDIQUIM)
Peter Rudolf Seidl (UFRJ)
Silvana Carvalho de Souza Calado (UFPE)

Coordenador

Celso Augusto Caldas Fernandes

Criação da logomarca, arte, capa e diagramação

Adriana dos Santos Lopes

Comercialização/Publicidade

Tel/Fax: 21 2224-4480 - e-mail: rqi@abq.org.br

Impressão

Gráfica Clip / Lokal
Tel: 21 9733-0430
e-mail: venturellicjb@gmail.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 página 28 e no portal www.abq.org.br/rqi.



ISSN: 0370-694X

Revista de Química Industrial

Ano 80 Nº 734 1º trimestre de 2012

Sumário

- 1** Editorial.
- 2** Sumário.
- 3** Capa: 80 anos da RQI.
- 8** Artigo técnico: Gerenciamento de resíduos do laboratório de Físico-química da CHESF.
- 14** Acontecendo: As Regionais da Associação Brasileira de Química durante o Ano Internacional da Química (AIQ).
- 19** Artigo técnico: Tratamento da biomassa lignocelulósica da cadeia produtiva de dendê (*Elaeis guineensis*) para produção de glicose por hidrólise ácida.
- 26** Aconteceu na RQI.
- 28** Agenda.

RQI 80 anos

Júlio Carlos Afonso
Editor

Fevereiro de 1932. Circulava o primeiro número da Revista de Química Industrial (RQI). Fruto do idealismo e empreendedorismo de Jayme da Nóbrega Santa Rosa (1903-1998), potiguar nascido em Caicó, e formado em Química Industrial pelo curso anexo à Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária, estampava desde o seu primeiro editorial o objetivo daquela publicação: promover o progresso do país através de uma sólida interação entre a ciência química e a indústria, significando o futuro de muitas gerações do povo brasileiro.

Esse objetivo explica porque a RQI esteve vinculada em seus primeiros anos ao Sindicato dos Químicos do Rio de Janeiro, então Capital Federal, que lutava pelo reconhecimento e regulamentação da profissão de químico.

Naquela época, a ciência química era também exercida por outros profissionais (engenheiros, médicos, farmacêuticos) e o estudo da química era restrito a poucos estabelecimentos de ensino superior.

Além do secretário-residente da RQI, Jayme Santa Rosa, seu primeiro diretor era nada mais do que o ícone Carlos Eduardo Nabuco de Araújo, e o gerente era J. Cardoso Júnior. Havia ainda três redatores: Taygoara F. Amorim, Henrique Paulo da Cunha Bahiana e João de Mesquita Barros Filho. Suas fontes de recursos eram as assinaturas, as vendas avulsas e a veiculação de propagandas. Cada número continha de 28 a 36 páginas, que é o padrão atual adotado pela RQI.

Desde os seus primeiros números, a RQI tinha uma divisão que lembra um pouco a estrutura atual:

editorial, expediente, índice, artigos técnicos, anúncios de eventos, resenhas de livros; talvez a mais importante dessas divisões fosse as notícias relativas a diversos segmentos industriais (siderúrgico, metalúrgico, cimenteiro, exploração mineral, cosméticas, produtos naturais, farmacêutica, têxtil etc.), pois elas davam um retrato fiel da progressiva introdução de atividades industriais ligadas à química em todos os cantos deste imenso país, ou então indicavam novidades surgidas no exterior (novos produtos, novos processos, novas técnicas de análise química).

Numa época sem internet, fax e outras comodidades da comunicação, dispor de um número da RQI significava estar atualizado quanto a novidades químicas... Os alunos dos cursos de química, química industrial e engenharia química certamente se nutriram de muitas de suas informações ao longo destes 80 anos de vida.

Essa visão além de seu tempo de Jayme Santa Rosa permitiu que a RQI fosse por décadas um canal excepcional para veiculação de propagandas de produtos químicos, serviços, novas fábricas e divulgação institucional de empresas (muitas das quais não existem mais).

Algumas dessas propagandas são belíssimas obras de arte, feitas sem os modernos programas de computação gráfica de que dispomos. Cartas de leitores, assinantes, indústrias e instituições de ensino enviadas à redação da RQI atestavam o prestígio que ela havia alcançado, até mesmo em outros países da América Latina.

Exemplo de trabalho publicado por eminentes nomes da química nacional: Eloísa Biasotto Mano (número 291, 1956)

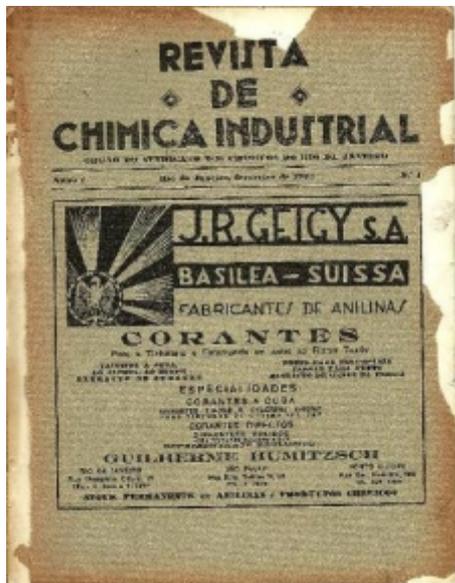
Análise qualitativa de plásticos

1.º) — IDENTIFICAÇÃO DE PLÁSTICOS CELULÓSICOS

A análise qualitativa de plásticos tem sido objeto de estudo de numerosos autores. Apesar disso, ainda não foi adotado oficialmente método algum, nem temos conhecimentos de método rápido e simples, de uso generalizado e eficiência comprovada,

Eloisa Biasotto Mano
Luiz Carlos O. Cunha Lima
Laboratório de Borracha e Plásticos.

ções características que não são afetadas, em muitos casos, pela presença de outras substâncias. Note-se que um maior ou menor grau de polimerização ou substituição da resina não deverá influir nesse resultado. A execução seria também muito mais



Capas e formatos das logos da RQI nas décadas de 1930 a 1960.

De cima para baixo: número 1 (fevereiro de 1932); número 16 (agosto de 1933); número 63 (julho de 1937); número 146 (junho de 1944)

Outra importante marca da RQI, que se mantém até hoje, é a publicação de artigos técnicos e técnico-científicos, alguns deles envolvendo ícones da química nacional como Eloísa Biasotto Mano, Otto Rothe, Otto Alcides Ohlweiler, Otto Richard Gottlieb, Newton Bhurer, Hebe Martelli e tantos outros. Nestes 734 números da RQI foram publicados cerca de 2 mil artigos.

Após uma breve adaptação ainda em 1932, a periodicidade da revista passou a ser mensal, mantendo-se assim com notável regularidade até abril de 1987, quando Jayme Santa Rosa, após 55 anos e 2 meses, deixou a RQI.

O caráter cosmopolita da RQI era tal que se tornou um veículo de divulgação de eventos e congressos científicos, começando pelo III Congresso Latino-Americano de Química, realizado no Rio de Janeiro em 1937, e os nossos familiares CBQs (a partir de 1943). Em 1940, a RQI se desligou do Sindicato dos Químicos do Rio de Janeiro, passando a ter vida própria, e foi registrada no DIP (Departamento de Imprensa e Propaganda) do Governo Getúlio Vargas sob o número 10.344. A partir do ano seguinte, a RQI começou a ceder espaço a agremiações de classe e científicas (como a ABNT, Clube de Engenharia, Sindicato dos Químicos do Rio de Janeiro etc.). A ABQ começou a dispor de espaço na RQI em 1982.

Após os primeiros 15 números, impressos em papel jornal em preto e branco, o número 16 (agosto de 1933) mostrava um novo formato: capa em papel couché com um novo logo da RQI, e a primeiras propagandas em cores. Nova evolução gráfica aconteceu em fevereiro de 1937 (é de se notar que a grafia "Chimica" passou a Química com a reforma ortográfica de 1931, mas somente em junho de 1941 é que essa mudança passou a figurar no título da RQI). Em junho de 1944, nova alteração no logo da RQI passou a vigorar, durando quase 25 anos.

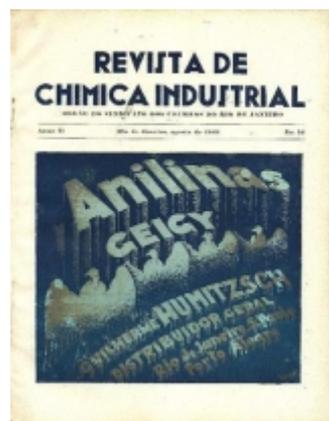
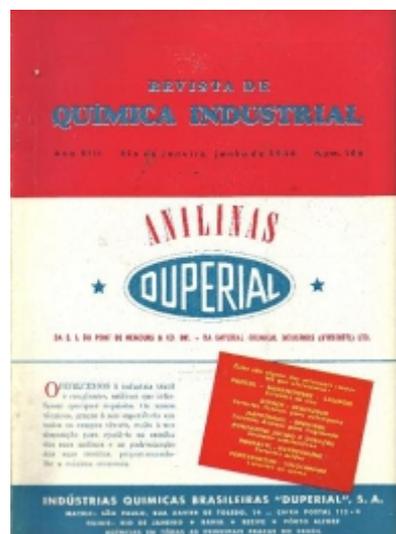


Foto histórica do III Congresso Latino-Americano de Química, no Rio de Janeiro. Aparecem Álvaro Alberto, José de Freitas Machado, Carneiro Felipe e Carlos Liberali. Jayme Sta. Rosa é o primeiro à esquerda (número 62, junho de 1937)



Chamada para o 15º CBQ, no Rio de Janeiro, então comemorando seu 400º aniversário (número 393, janeiro de 1965)

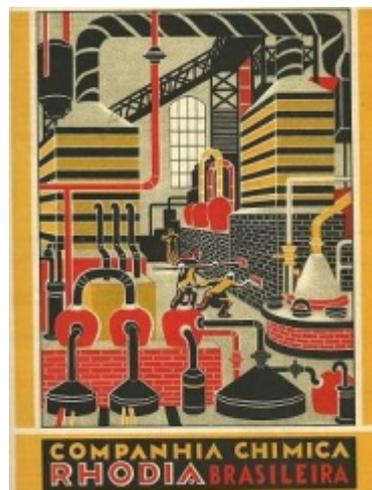
15.º Congresso Brasileiro de Química

Como parte das comemorações do IV Centenário de Fundação da Cidade do Rio de Janeiro, a Associação Brasileira de Química promoverá, de 17 a 24 de julho próximo futuro na Guanabara, o 15º Congresso Brasileiro de Química, que reunirá químicos de todo o Brasil e de vários outros países.

Visa o certame dar maior divulgação e promover aprimoramento dos conhecimentos científicos e tecnológicos no país, bem como objetiva fomentar a industrialização brasileira.

Do programa constará a realização de simpósio sobre Desenvolvimento Industrial e Indústria Petroquímica, de reuniões para debates dos seguintes temas principais: a) Técnicas modernas de química analítica; b) Radioatividade e química sub-atômica; c) Química orgânica e bioquímica; d) Conservação de alimentos.

Pretende também a Seção Regional da A.B.Q. da Guanabara, promover simultaneamente uma exposição da indústria química nacional.



Só um Chopp Realmente Puro PÓDE SER TÃO SABOROSO!

Brahma CHOPP
ENBARRILADO

O período da II Guerra Mundial afetou a qualidade gráfica da RQI: o número de páginas por número foi reduzido, a qualidade do papel se aproximou daquela do papel jornal e o número de cores foi reduzido. Entretanto, nos editoriais, Jayme Santa Rosa sempre mantinha acesa a chama do desenvolvimento e da consolidação da indústria química no país, ainda mais que muitos produtos antes importados tiveram que ser substituídos por soluções brasileiras ou então fabricados “na marra”. O gasogênio foi talvez o exemplo mais representativo dessa situação. Pouco se falou da guerra em si (exceto quanto à bomba atômica), mas ela fazia as suas marcas na RQI: anúncios de empresas alemãs e mesmo outros países europeus desapareceram, surgindo em contrapartida os primeiros anúncios de empresas norte-americanas, notadamente nos segmentos de petróleo, minerais e combustíveis. Alguns empreendimentos nacionais também apareceram, não havia mais apenas anúncios de empresas brasileiras voltadas a produtos naturais.

O período pós-guerra marcou o início da industrialização em massa do Brasil, particularmente centrado em São Paulo. Ainda nos anos 1940 surgiram as primeiras citações de termos hoje de uso corrente em nosso dia a dia: poluição, resíduos, plásticos, polímeros. Nos anos 1950, televisão, automóvel e eletrodomésticos em geral passam a figurar em seu vocabulário. Testemunhos como esses são uma marca da evolução cultural e comportamental de uma nação graças à inserção da química e dos produtos químicos em seu cotidiano.

Pode-se talvez afirmar que o período entre 1950 e 1970 foi a época áurea da RQI: abundante propaganda, artigos técnicos notáveis, reportagens sobre a instalação de indústrias (como o parque industrial em Cubatão), reportagens sobre marcos de nossa industrialização (criação da Petrobrás, da CNEN, regulamentação da profissão do químico – Lei 2800/56 etc.), entrevistas e homenagens com nomes famosos da ciência nacional – José de Freitas Machado, Leopoldo Miguez, Álvaro Alberto, dentre outros.

Propagandas na RQI: de cima para baixo: número 40 (julho de 1935); número 75 (junho de 1938); número 151 (setembro de 1944, o primeiro anúncio de plásticos); número 597 (março de 1982)

A Union Carbide orgulhosamente apresenta um produto que vai para o fixo.

Union Carbide

O PROGRAMA DE RÁDIO "HONRA AO MÉRITO" HOMENAGEOU O PROFESSOR JOSÉ DE FREITAS MACHADO



Flagrante do coquetel oferecido pela Esso Standard do Brasil ao Prof. Freitas Machado, homenageado do programa "Honra ao Mérito". Na fotografia vêem-se alguns ex-alunos, entre os quais o químico industrial C. E. Nabuco de Araújo Jr., diretor da Esso.

grama homenageou o professor JOSÉ DE FREITAS MACHADO, figura de relevo do ensino da química no Brasil, e um dos pioneiros dessa ciência em nosso país. Um dos mais nobres sonhos do professor Freitas Machado era uma escola especializada para o ensino da química, comprovadamente tão importante em tempos de paz como na guerra. Tal sonho ele conseguiu realizar ao ser criada a Escola Nacional de Química, para a qual foi logo nomeado Diretor.

Dai para diante, o professor Freitas Machado não mais parou em sua luta, dedicando-se de corpo e alma à Escola e ao ensino da Química, como um verdadeiro apaixonado, consciente do poder da ciência no mundo de hoje.

Homenagem a
José de Freitas Machado (1881-1955),
em 28/01/1953
(número 251, fevereiro de 1953).

SURGE EM BELFORD ROXO UM GRANDE NÚCLEO DA INDÚSTRIA QUÍMICA NO BRASIL

Chamada para a instalação do complexo da Bayer em Belford Roxo,
estado do Rio de Janeiro (número 308, dezembro de 1957)

CHEGOU A VEZ DO PIAUÍ

Energia elétrica para o sul do Piauí

Chegada da luz ao sul do Estado do Piauí, marco do esforço de
eletrificação e de industrialização do Nordeste (número 395, março de 1965)

Estreitou-se a relação da RQI com os Conselhos Regionais e Federal de Química. A política governamental para a indústria passou a merecer mais espaço. Mantém-se a publicação de matérias sobre ensino de química, tradição que vinha desde os anos 1930. Em 1958, a RQI passou a adotar o lema "Publicação Mensal Destinada ao Progresso das Indústrias", que perdurou até 1969. A RQI se dividia então nas seguintes seções: editorial, expediente, sumário, artigos especiais (técnicos ou técnico-científicos), seções técnicas (notícias e artigos de opinião de diversos setores industriais), seções informativas e notícias especiais. Em diversos números publicados na década de 1960, a RQI espelhava, sempre na tenacidade de seu fundador, a necessidade da pesquisa tecnológica para o avanço do país e a redução de sua dependência do estrangeiro. Ou seja, a RQI, acompanhado a evolução da indústria no Brasil, sempre se pautou pela defesa dos interesses nacionais. Outros exemplos dessa postura são a defesa do crescimento da Petrobrás e a valorização das pesquisas de soluções nacionais para seus próprios desafios tecnológicos.

A década de 1970 representou grandes transformações na RQI. A mudança da estruturação da propaganda no Brasil, com o surgimento de agências especializadas em publicidade, e a instituição do IVC (Instituto Verificador de Circulação – a RQI não era auditada por esse organismo) reduziram o nível de propaganda na revista. Anunciantes tradicionais por décadas desapareceram, embora novas empresas,

geralmente de pequeno porte, surgiram em suas páginas. Manteve-se o vínculo com o CFQ e os CRQs. É de se notar que muitas empresas passaram a editar suas próprias revistas e noticiários impressos nessa ocasião. O tamanho dos números da RQI diminuiu de 36 para 28-30 páginas, a qualidade do papel e o número de cores sofreram redução. O logo da RQI sofreu diversas alterações nessa década. Destaca-se o editorial do número 500 (dezembro de 1973), creditando sua longa vida à missão a que se propunha realizar por meio do histórico editorial de fevereiro de 1933. O tema meio ambiente passou a ganhar espaço considerável na revista face aos relatos de impactos ambientais depois de décadas de descaso, decorrentes de um modelo de industrialização sem preocupação com esse assunto. A RQI era editada pela "Editoria Química de Revistas Técnicas Ltda", organizada pelo próprio Jayme Santa Rosa, até abril de 1987.

O número de fevereiro de 1981 registrou a abertura do quinquagésimo ano da revista. Contudo, a década de 1980 marcou a mudança da direção da RQI. A partir de junho de 1988 a ABQ assumiu a responsabilidade pela revista.

Ela já dispunha desde 1983 de uma seção informativa. Retomou-se também a publicação de matérias sobre ensino, destacando-se uma matéria de autoria de Luiz Ribeiro Guimarães, sobre o mestrado e o doutorado (número 597, janeiro de 1982). Consolidou-se o formato até hoje usado pela revista, com números de 28 páginas.

Capas e logos da RQI na segunda metade do século XX.
De cima para baixo: número 435 (julho de 1968);
número 491 (março de 1973); número 668 (abril de 1989);
número 702 (setembro de 1995).



Quando a ABQ assumiu a RQI, a periodicidade sofreu irregularidades. No ano de 1989 sob a editoria de Peter Seidl e a administração comercial de Celso Augusto Fernandes a revista teve 11 números publicados entre fevereiro e dezembro daquele ano. Programações estavam negociadas com empresas e sua agências para 1990. Ocorreu o Plano Cruzado, a retenção dos recursos e todas as campanhas publicitárias foram canceladas. Depois disso a RQI somente conseguiu manter-se de forma trimestral (1990-1991) e semestral (1995-1996). Entre 1997 e 2005 houve praticamente só um número por ano, centrado no CBQ. Praticamente não se tinha mais publicidade, e a venda de assinaturas foi desativada.

Nesse período, três editores se ocuparam da RQI: Wilson de Norões Milfont Jr., José Teixeira Coutinho e Erika Hanssen Dadaleno. Esta última operou uma tentativa de revitalização em 2006 com três números, mas não prosperou. A RQI não foi editada entre 2007 e 2009.

Seria a morte da mesma?

Felizmente, consciente do valor inestimável deste tesouro da química chamado RQI, a ABQ pode re-investir na sua revitalização a partir de 2010, com a edição de números trimestrais. Mesmo num contexto muito diferente das épocas passadas, a RQI mantém dentre seus pilares as missões de divulgar informações e eventos que propiciem a difusão da química



Chamada para sócios da ABQ (número 599, 1982)

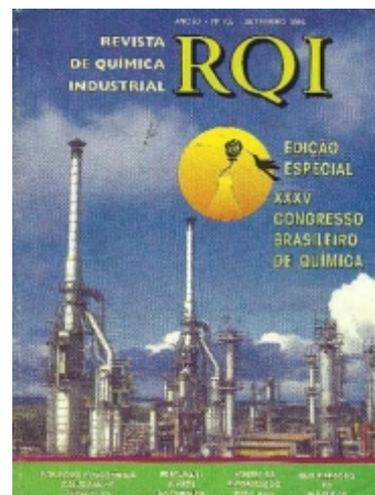
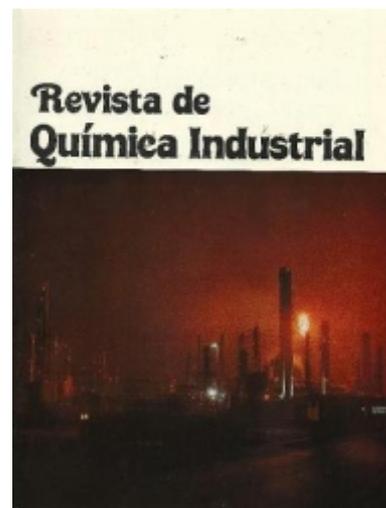
a seus leitores e a publicação de artigos técnicos (ou técnico-científicos).

Talvez o maior presente para esta publicação octagenária tenha sido a entrada no ar em janeiro de 2012 de seu portal (www.abq.org.br/rqi), o que alinha a RQI às modernas revistas de todas as áreas de conhecimento, e pode ser considerado um passo crucial para a ABQ revitalizar seu plantel de publicações, indispensável num momento em que a publicação de trabalhos é um importante alicerce para as pós-graduações brasileiras e um fator de realização de seus autores. Pouco a pouco, mudanças serão percebidas nas edições da revista, visando dar a ela uma maior visibilidade, tornando seu conteúdo mais atraente a todos os públicos-alvo. Talvez, e sem exagero, o clímax de todo o trabalho de revitalização da RQI seja a digitalização de todo o seu conteúdo histórico (cerca de 23 mil páginas) em seu portal, permitindo a todos que o acessem gratuitamente, tornando assim permanente a memória da química associada à indústria na sociedade brasileira de ontem, de hoje e do amanhã.

Longa vida para a nossa RQI.

Notas do Editor:

- 1 - Um histórico mais resumido sobre a RQI, de autoria de Celso Augusto Caldas Fernandes, pode ser encontrado no número 726 da revista (1º trimestre de 2010), páginas 4-5.
- 2 - Agradecimentos especiais a Ângelo Cassiano da Silveira França, secretário geral da ABQ, que digitalizou pacientemente todas as figuras que compõem a presente matéria.



Gerenciamento de resíduos do laboratório de Físico-química da CHESF

Antônio Carlos Duarte-Coêlho¹, Eleonora Maria Pereira de Luna Freire¹, Andréa Selene Embirassú Xavier Stragevitch¹, Djalma Gomes da Silva Júnior², Fábio Silva Ramos¹

¹ Departamento de Engenharia Química-UFPE

² Companhia Hidroelétrica do São Francisco-CHESF

e-mail: acduartecoelho@hotmail.com

Submetido em 13/10/2011; versão revisada recebida em 12/01/2012; aceito em 20/02/2012.

Resumo

Devido à grande quantidade de resíduos que eram descartados pelo Laboratório de Físico-química da CHESF (Companhia Hidroelétrica do São Francisco), os processos de Produção Mais Limpa foram implantados. Em consequência, além de reduzir os custos, os resíduos e os fatores de risco, a CHESF promoveu uma melhora do ambiente de trabalho, do processo e da qualidade de vida das pessoas. A legislação ambiental também foi obedecida.

Palavras-chave: produção mais limpa; gerenciamento de resíduos; impacto ambiental.

Abstract

Due to the great amount of waste that were disposed by the Laboratory of Physical Chemistry of CHESF (Hydroelectric Company of San Francisco), the Cleaner Production processes were implemented. Therefore, besides reducing costs, waste and risk factors, CHESF promoted an improvement of working environment, process and quality of people's life. Environmental legislation has also been obeyed.

Keywords: cleaner production; waste management; environmental impact.

Introdução

A utilização de materiais e produtos químicos em quantidade e diversidade impõe manejos exigentes nos aspectos ambientais e de segurança, que possibilitem a minimização dos riscos para saúde e meio ambiente.

O Laboratório de Físico-química da CHESF, localizado em Recife-PE manuseia 7.000 (sete mil) amostras por ano de óleo isolante que representam um volume de aproximadamente 2.500 (dois mil e quinhentos) litros de óleo, além de uma gama variada de solventes para realização dos ensaios.

Estes produtos apresentam graus variados de risco de contaminação, entre os quais destacamos: óleo mineral isolante; tolueno (C₆H₅CH₃); nafta; e metil etil cetona (C₄H₅O).

O Laboratório de Físico-química como unidade corporativa necessita cumprir as diretrizes ambientais de responsabilidade social da empresa como colocadas em seu site (CHESF, 2011): **”Consciente da sua responsabilidade social, a Chesf busca o fortalecimento da cidadania, através de ações nas áreas de pesquisa científica e tecnológica, educação, saúde e meio ambiente, bem como a promoção do desenvolvimento sustentável do Nordeste”**. A empresa tem por missão produzir, transmitir e comercializar energia elétrica com qualidade, de forma rentável e sustentável.

Esta consciência impregna todas as áreas da empresa e tende a colocá-la na vanguarda na sua interação com a sociedade e o meio ambiente.

Com este propósito, o Laboratório de Físico-química foi estruturado para que as suas ações não contaminem o ser humano nem o meio ambiente. Para conseguir esta estruturação foram realizadas ações de treinamento e conscientização sobre a necessidade de mudanças de atitude com relação à geração e manejo de resíduos, utilização, manutenção e guarda de Equipamentos de Proteção Individual e utilização de Equipamentos de Proteção Coletiva (Barbosa Filho, 2001).

Ficou constatado que os processos do Laboratório de Físico-química necessitavam ser revistos e estruturados para definição dos riscos de utilização de produtos químicos, com relação à contaminação dos funcionários e do meio ambiente.

Adotamos os fundamentos de "Produção mais Limpa" (P+L) que consistem na aplicação de métodos integrados para reduzir os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, visando a qualidade de um processo produtivo. Sendo aplicada tanto em processos, como em produtos e serviços, a Produção Mais Limpa é utilizada em qualquer atividade humana, onde exista uso de produtos ou em qualquer interação entre serviços. A Produção Mais Limpa nos processos produtivos é aplicada na conservação do produto inicial, por exemplo, água, sílica (SiO₂) ou petróleo, que são matérias-primas das indústrias de bebidas, vidro e petrolífera, respectivamente; diminuição de resíduos gerados ao longo da cadeia produtiva ou até mesmo reutilização de um resíduo, como por exemplo, o vinhoto, resíduo líquido da indústria açucareira, que vem sendo utilizado como adubo na plantação de cana; e redução ou até eliminação de emissões de poluentes.

Para produtos, a Produção Mais Limpa infere não só uma redução a agressão ao meio ambiente, como também a diminuição dos riscos a saúde. Isso tudo sendo observado ao longo da existência do produto, desde o início da fabricação até o descarte final do produto pelo usuário. Como toda a política da Produção Mais Limpa se foca, principalmente, em

reduzir impactos ambientais, na administração de serviços ela não seria diferente. Portanto, isto também é visado pela Produção Mais Limpa na realização de serviços (CETESB, 2011).

Em cada processo serão colocadas alternativas de Produção mais Limpa que visam minimizar ou eliminar os fatores de risco e serão definidos os equipamentos de proteção individual e de proteção coletiva utilizados. Deste modo alcançaremos melhoria na qualidade de vida das pessoas envolvidas nos processos e a legislação ambiental será atendida de modo proativo (OHSA, 2011).

O aspecto mais importante da Produção Mais Limpa é que a mesma requer não somente a melhoria tecnológica, mas a aplicação de mudança de atitudes. Esses fatores reunidos é que fazem o diferencial em relação às outras técnicas ligadas a processos de produção que visam apenas tratar o resíduo, no que chamamos "tratamento fim de tubo".

Como se sabe poluição é desperdício que levou a redução de resíduos a consolidar-se como alternativa que beneficia o meio ambiente e promove retorno financeiro (Gusmão, 2009 e Martini Jr., 2009; Martini Jr. et al, 2009).

Além disso, não devemos esquecer que a sociedade industrial multiplicou a quantidade de resíduos. Estima-se que os recursos naturais consumidos direta ou indiretamente por cada ser humano está em torno de 10 toneladas por ano. Para agravar, a população foi multiplicada por 3 em apenas 250 anos e foram desenvolvidos produtos com obsolescência programada (Ribeiro e Morelli, 2009).

Material e Métodos

Um gerenciamento de resíduos começa com um levantamento de todas entradas e saídas do processo industrial (Mello, 2002; Silva et al., 2002).

O gerenciamento de resíduos do laboratório de físico-química da CHESF utilizando o conceito de produção mais limpa requereu como mudança de

atitude, o exercício de gerenciamento ambiental responsável e a avaliação de opções tecnológicas. Estes se traduziram por agregar cada vez maior valor aos produtos e serviços, consumindo menos materiais e gerando cada vez menos contaminação (Nascimento e Mothé, 2007; Silva Jr., 2006). Os processos foram reavaliados com a visão da Produção mais Limpa com as seguintes etapas:

- Pré-avaliação do fluxograma dos processos laboratoriais;
- Sensibilização e capacitação dos profissionais da empresa;
- Elaboração de balanços ambiental, econômico e tecnológico do processo;
- Priorização das oportunidades identificadas na avaliação;
- Elaboração do estudo de viabilidade econômica das prioridades;
- Implantação das oportunidades de Produção mais Limpa priorizadas;
- Verificação dos resíduos não eliminados e destinação conforme a legislação em vigor;
- Balanços ambiental, econômico e tecnológico dos processos em que foi implantado a Produção mais Limpa.

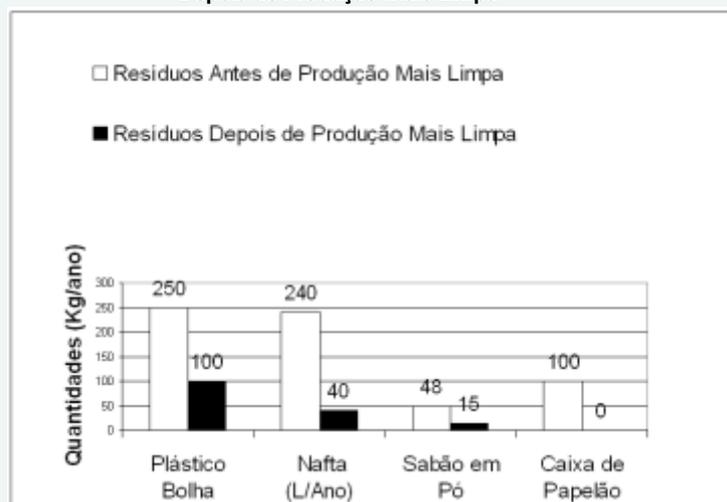
Resultados e Discussão

As oito etapas de produção mais limpa acima foram realizadas nos processos de análise físico-química de óleo isolante, óleo lubrificante, análise cromatográfica de óleo isolante e limpeza e fornecimento de recipientes para a coleta de amostras (Niosh, 2011). Estas amostras são as mais significativas do Laboratório de Físico-química, por isto concentramos esforços nos mais representativos do ponto de vista ambiental, segurança, econômico e tecnológico (Cornell, 2011). Como demonstra a FIGURA 1, foram reduzidos com os procedimentos Produção Mais Limpa os itens descritos:

- a) Processo de análise físico-química do óleo isolante → nafta e sabão em pó.

- b) Processo de análise dos gases dissolvidos em óleo isolante → plástico-bolha sujo com óleo, nafta, sabão em pó, caixas de papelão de embalagens de seringas sujas de óleo.
- c) Processo de análise físico-química de óleo lubrificante → nafta e sabão em pó.

FIGURA 1
Resíduos Antes de Produção Mais Limpa X Resíduos Depois de Produção Mais Limpa



A redução do uso do sabão em pó dos processos significa uma melhoria para o efluente do Laboratório. Isto se deve a fato de que o sabão contém tripolifosfato de sódio ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) que apresenta problemas ambientais significativos, principalmente em relação a eutrofização dos corpos d'água. Esta eliminação foi possível em razão da utilização da máquina de lavagem de vidraria Belimed Inova L1, que mantém a temperatura da água de lavagem em 95°C retirando todo o óleo remanescente da maioria dos ensaios realizados no Laboratório (JTBaker, 2011). O efluente do laboratório apresenta uma quantidade de óleo em torno de 13 ppm, o que atende a resolução CONAMA 357 de 17.03.2005, que determina que a quantidade máxima de óleo mineral no efluente deve ser de 20 ppm. A utilização da máquina também propiciou a eliminação de 75% da nafta anteriormente utilizada, representando uma melhoria na qualidade do ar no Laboratório e consequentemente das condições de trabalho (Maes, 1990). A utilização de uma nova embalagem plástica de PVC $[(\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl})_n]$ reciclado, de

maior durabilidade para as seringas, propiciou as eliminações do plástico-bolha e das caixas de papelão do processo de análise cromatográfica, reduzindo os resíduos gerados e utilizando uma menor quantidade de materiais (Greenpeace, 1997; Piva et al., 1999).

No manejo e descarte, os efluentes e resíduos foram segregados de acordo com suas naturezas químicas, etiquetados, colocados em tambores e estocados em uma área destinada para este fim. Quando atingem o volume de 75% de ocupação da

área, é iniciado o processo de contratação de empresa terceirizada e especializada neste tipo de ação: descarte.

Hoje, o processo disponível no mercado é a incineração do material à alta temperatura sem emissão de substâncias tóxicas para o meio ambiente. É exigido o licenciamento da empresa nos órgãos ambientais e que seu processo de descarte seja aprovado pelos mesmos (Silva et al., 2002; Sawyer et al., 1994). Apresentamos nas Tabelas 1, 2 e 3, a análise econômica envolvendo os processos.

Tabela 1. Investimentos

DADOS	R\$
Aquisição de recipientes e etiquetas	3.000,00
Investimento 2 = Caixa de PVC reciclado (1000 unidades)	2.650,00
Total	5.650,00

Tabela 2. Consumos e Custos Antes de Produção Mais Limpa

Matéria-prima 1 = Nafta	240	L / ano
Custo unitário da matéria-prima 1	12,00	R\$ / L
Custo total da matéria-prima 1	2.880,00	R\$ / ano
Matéria-prima 2 = Plástico bolha, etiquetas,	500	Kg / ano
Custo unitário da matéria-prima 2	6,60	R\$ / kg
Custo total da matéria-prima 2	3.300,00	R\$ / ano
Matéria-prima 3 = Sabão em pó	48	Kg / ano
Custo unitário da matéria-prima 3	17,00	R\$ / Kg
Custo total da matéria-prima 3	816,00	R\$ / ano
Geração de resíduo 1 = Nafta	210	L / ano
Custo unitário disposição resíduo 1	2,65	R\$ / L
Custo total disposição resíduo 1	556,50	R\$ / ano
Geração de resíduo 2 = Plástico bolha,	500	Kg / ano
Custo unitário disposição resíduo 2	2,00	R\$ / kg
Custo total disposição resíduo 2	1.000,00	R\$ / ano
Consumo de energia	30.000	kWh / ano
Custo unitário energia	0,47	R\$ / kWh
Custo total energia	14.100,00	R\$ / ano
Consumo de água	220	m ³ / ano
Custo unitário da água	10	R\$ / m ³
Custo total de água	2.200,00	R\$ / ano
Geração de efluente	220	m ³ / ano
Custo unitário de tratamento do efluente	10	R\$ / m ³
Custo total de tratamento do efluente	2.200,00	R\$ / ano
Gastos com manutenção	500	R\$ / ano
Gastos com mão-de-obra	6.000,00	R\$ / ano
Gastos com outros insumos = máscaras,	1.500,00	R\$ / ano
Total	35.052,50	R\$ / ano

Tabela 3. Consumos e Custos Depois de Produção Mais Limpa

Matéria-prima 1 = Nafta	60	L / ano
Custo unitário da matéria-prima 1	12,00	R\$ / L
Custo total da matéria-prima 1	720,00	R\$ / ano
Matéria-prima 2 = Plástico bolha, etiquetas, papel	200	Kg / ano
Custo unitário da matéria-prima 2	6,60	R\$ / kg
Custo total da matéria-prima 2	1.320,00	R\$ / ano
Matéria-prima 3 = Sabão em pó	12	Kg / ano
Custo unitário da matéria-prima 3	17,00	R\$ / kg
Custo total da matéria-prima 3	204,00	R\$ / ano
Matéria-prima 4 = Caixas de PVC	100	unidades
Custo unitário da matéria-prima 4	2,65	R\$ / unidade
Custo total da matéria-prima 4	265,00	R\$ / ano
Geração de resíduo 1= Nafta	50	L / ano
Custo unitário disposição resíduo 1	2,65	R\$ / L
Custo total disposição resíduo 1	132,50	R\$ / ano
Geração de resíduo 2 = Plástico bolha, etiquetas, papel	200	Kg / ano
Custo unitário disposição resíduo 2	2,00	R\$ / kg
Custo total disposição resíduo 2	400	R\$ / ano
Geração de resíduo 4 = Caixa de PVC	100	unidade / ano
Custo unitário disposição resíduo 4	2,00	R\$ / kg
Custo total disposição resíduo 4	20,00	R\$ / ano
Valor de venda resíduo 4	0	R\$ / kg
Receita total venda resíduo 4	0	R\$ / ano
Consumo de energia	24.000	kWh / ano
Custo unitário energia	0,47	R\$ / kWh
Custo total energia	11.280,00	R\$ / ano
Consumo de água	210	m ³ / ano
Custo unitário da água	10	R\$ / m ³
Custo total de água	2.100,00	R\$ / ano
Geração de efluente = Água + Sabão em pó	210	m ³ / ano
Custo unitário de tratamento do efluente	10	R\$ / m ³
Custo total de tratamento do efluente	2.100,00	R\$ / ano
Gastos com manutenção	500	R\$ / ano
Gastos com mão-de-obra	6.000	R\$ / ano
Gastos com outros insumos = máscaras, luvas,	1.300,00	R\$ / ano
TOTAL	26.341,50	R\$ / ano

Economia esperada = 35.052,50 – 26.341,50 = R\$ 8.711,00 / ano.

Conclusões

A utilização do processo de Produção mais Limpa permitiu otimizar recursos e minimizar o impacto ambiental produzido pelas ações do laboratório de Físico-química da CHESF – Recife - PE. O ambiente de trabalho tornou-se, em consequência, mais seguro e saudável para os funcionários, mostrando comprometimento da empresa com a responsabilidade social, meio ambiente e atualização tecnológica. A qualidade do ar no laboratório melhorou com a redução das emissões de nafta e conseqüentemente melhoria na qualidade de vida dos funcionários, além da redução de resíduos que seriam eliminados por queima, contribuindo para redução de emissão de dióxido de carbono (CO₂) e, por conseguinte do aquecimento global. A aplicação da Produção mais Limpa nos processos reduziu os resíduos sólidos e favoreceu sua destinação adequada com a legislação ambiental, possibilitando a mudança de paradigma com relação à utilização de materiais e geração de resíduos.

A priorização no uso de materiais recicláveis e de maior vida útil, como a substituição da caixa de papelão por caixa de PVC [(C₂H₃Cl)_n] reciclado, reduziu a quantidade de resíduos e os custos no médio prazo conforme demonstrado nas planilhas. A aquisição da máquina de lavagem possibilitou as reduções significativas do uso do sabão em pó e da nafta do processo de lavagem de vidrarias com óleo, demonstrando que alguns processos podem ser revistos e melhorados com baixo investimento, servindo de modelo que pode ser seguido pelos laboratórios que utilizam o mesmo procedimento.

Com filosofia de trabalho, doravante, pretendemos verificar as melhores condições para substituição do PVC, das etiquetas e do plástico-bolha. Caso não seja possível, utilizar preferencialmente PVC reciclado, substituir as embalagens de madeira para os frascos, por embalagens que não necessitem utilizar plástico bolha para evitar a quebra dos mesmos. Manter os

estudos dos processos utilizando a filosofia de Produção mais Limpa, para otimização ambiental dos mesmos. Promover treinamento de Educação Ambiental para todos os membros da equipe, para elevação da consciência ambiental e do conhecimento ambiental no Laboratório.

Os procedimentos de Produção Mais Limpa devem ser economicamente positivos, como demonstra a economia esperada. Algumas empresas destinam parte dos valores economizados à melhoria do ambiente de trabalho, estimulando a busca contínua de procedimentos menos impactantes à natureza.

Referências

- > BARBOSA FILHO, Antonio Nunes. **Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental**, Editora Atlas, Recife. (2001).
- > Greenpeace Report. **O Greenpeace nas Olimpíadas e a tentativa de eliminação do PVC**, (2000).
- > Greenpeace Report. **O que é Produção Mais Limpa?** (97).
- > GUSMÃO, Antônio Carlos de; MARTINI JR, Luiz Carlos de. **Gestão Ambiental na Indústria**, 2ª Edição Editora Aquarius. São Paulo (2009).
- > MAES, Michel. **La Maîtrise des Déchets Industriels**, Pierre Johanet S.A., Paris. (1990).
- > MARTINI JR, Luiz Carlos de; FIGUEREDO, Marco Antônio Gusmão de; GUSMÃO, Antônio Carlos de; **Redução de Resíduos Industriais**. Como Produzir Mais com Menos. Editora Aquarius. São Paulo, (2009).
- > MELLO, Maria Celina Abreu de. **Produção Mais Limpa. Um Estudo de Caso na AGCO do Brasil**. Tese de Mestrado. Programa de PG em Administração da UFRGS (2002).
- > NASCIMENTO, Tereza Cristina F. do; MOTHÉ, Cheila Gonçalves. "Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais" **Revista Analytica**. Nº27, pág 36-45, RJ, (2007).
- > PIVA, Ana M., BAHIANSE NETO, Miguel, WIEBECK, Hélio. **A Reciclagem de PVC no Brasil**, USP, São Paulo. (1999).
- > RIBEIRO, Daniel Veras; MORELLI, Márcio Raymundo. **Resíduos Sólidos. Problema ou Oportunidade?**. Editora Interciência. Rio de Janeiro (2009).
- > SAWYER, Clair N., McMARTY, Perry L., PARKIN, Gene F. **Chemistry for Environmental Engineering**, McGraw-Hill International Editions, 4ª Edition, New York. (1994).
- > SILVA, Izabel R., ALMEIDA, Cecília M.V.B., GIANNETTI, Biagio F.. **Gerenciamento Ambiental na Indústria – Uma Ferramenta da Ecologia Ambiental**, Universidade Paulista – Laboratório de Físico-química Teórica e Aplicada, SP. (2002).
- > SILVA JÚNIOR, Djalma G. **Gerenciamento de Resíduos do Laboratório de Físico-química da CHESF**, Dissertação de Pós-Graduação em Sistemas de Gerenciamento Ambiental, UFPE, Recife. (2006)
- > www.cdc.gov/niosh/homepage (consultado em 10/04/11).
- > www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/o_que_e (consultado em 10/04/11).
- > www.chesf.gov.br/ (consultado em 10/04/2011).
- > www.jtbaker.com (consultado em 15/05/2011).
- > msds.ehs.cornell.edu/msdsresults (cons em 17/06/11).

As Regionais da Associação Brasileira de Química durante o Ano Internacional da Química (AIQ)

O AIQ terminou em dezembro passado... talvez não exatamente! Segundo as palavras de John Malin, coordenador das atividades do AIQ da IUPAC, as atividades desenvolvidas ao longo do AIQ devem ter prosseguimento e desdobramento nos anos seguintes (veja a matéria “Solenidade Comemorativa do Ano Internacional da Química” no número 733 da RQI, páginas 22 a 25).

A ABQ programou uma série de atividades, algumas em nível nacional, outras em nível estadual; algumas de forma independente e outras em parceria com o Conselho Federal de Química e com Conselhos Regionais, e ainda em parceria com outras instituições. Para realização das mesmas a ABQ recebeu o apoio e patrocínio do CNPq - Conselho Nacional e Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

A ABQ desenvolveu ainda inúmeras atividades em conjunto com a ABIQUIM, conforme dito pelo presidente desta última, Sr. Fernando Figueiredo, por ocasião da Solenidade Comemorativa do AIQ em São Luís (em outubro passado), quando a ABIQUIM foi homenageada.

As regionais da ABQ tiveram intensa participação no AIQ. Vale lembrar que o novo portal da ABQ (www.abq.org.br) permite o acesso aos portais de suas regionais, onde algumas das informações abaixo podem ser acessadas. Da mesma forma, o link para o AIQ (<http://www.abq.org.br/ano-internacional-da-quimica.html>) permite acessar muitas das informações aqui arroladas.

ABQ REGIONAL BAHIA

Em seu portal consta que, no decorrer do 2º semestre do ano letivo de 2011, foi realizada uma série de atividades visando divulgar e ensinar o que é a Ciência Química, para estudantes de nível médio e fundamental, como também, para a população em geral. As atividades

buscavam mostrar os benefícios da Química para sociedade, assim como as sensações e percepções agradáveis que as substâncias químicas nos proporcionam. Os objetivos principais são: desmistificar a Química, tornando o cidadão mais consciente no uso das várias substâncias químicas, e atrair jovens para o estudo desta Ciência, bem como mostrar dentro de um contexto a versatilidade da Química. Essas atividades tiveram o apoio dos seguintes organismos: UFBA-IQ, COFIC, BRASKEM e CRQ-BA.

► Palestra “A importância da Química em nossa vida” e Show da Química.

As atividades foram desenvolvidas na Cidade do Saber em Camaçari, com o objetivo de mostrar a importância da química na vida das pessoas.

Palestrante: Profa. Adelaide Maria Vieira Viveiros.
Instituto de Química – UFBA, agosto de 2011

► Minicurso “A Química da Limpeza e da Beleza”
O minicurso, com duração de 6 horas, era voltado para os professores do Ensino Médio e alunos (nível médio e universitário), com o objetivo de informar sobre os benefícios da Química na limpeza e na beleza.

Profa. Adelaide Maria Vieira Viveiros. Instituto de Química – UFBA - agosto de 2011 – UFBA.

► Minicurso “A Química na Medicina”
O minicurso, com duração de 6 horas, era voltado para os professores do Ensino Médio e alunos (nível médio e universitário), com o objetivo de informar sobre a presença da Química na Medicina.

Prof. Martins Dias de Cerqueira - Instituto de Química - UFBA e Prof. Ramon dos Santos El-Bachará - Instituto de Ciências da Saúde - UFBA – setembro de 2011 - UFBA-Campus de Ondina.

► Solenidade de Premiação da Olimpíada Baiana de Química (OBAQ).

A OBAQ tem como objetivo estimular o ensino, o estudo e a pesquisa no campo da Química, incentivar, através

do ensino de Química, o entrosamento entre professores e estudantes das escolas de ensino médio e tecnológico e descobrir jovens com talento e aptidões para o estudo da Química. Salão Nobre da Reitoria da UFBA - outubro de 2011.

▶ Palestra “Vocês sabem o que é Química?”

Nídia Franca Roque - Instituto de Química –UFBA.

▶ Mostra “Sensações Agradáveis que as Substâncias Químicas nos proporcionam” e Show da Química – outubro de 2011, Shopping Iguatemi, Salvador.

▶ Corrida: A Química no Esporte

Participação de Profissionais da Química na Eco Run. Novembro de 2011 - Jardim de Alah.

▶ Workshop “Os olhares da Química”

Realizado durante a Semana de Arte Cultura Ciência e Tecnologia – ACTA 2011, o Workshop trouxe os olhares da Química por professores do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia nas quatro grandes áreas: Orgânica, Inorgânica, Físico-Química, Analítica e da Pós-Graduação e por profissional da Indústria. Novembro de 2011 (semana da ACTA 2011, 7 a 11 de novembro) – UFBA.

▶ Painel da Química: O Profissional da Química e o Mercado de Trabalho; Importância da Química no Dia-a-Dia; Química e Meio-ambiente.

Painel que contou com autoridades para abordarem os temas de forma clara e objetiva estimulando o público para um debate sobre o assunto discutido. Dezembro de 2011 - Salão Nobre da Reitoria da UFBA.

ABQ REGIONAL CEARÁ

A ABQ-CE comemorou o Ano Internacional da Química com a realização da **XIV Maratona Cearense de Química dos ensinos fundamental e médio**. Esta atividade foi realizada (de março a setembro) com apoio do CNPq através do [Edital CNPq Nº 48/2010 - Divulgação Científica para o Ano Internacional da Química](#).

O concurso ocorreu nas cidades de Fortaleza, Sobral, Barbalha/Crato, Limoeiro do Norte, Iguatu, Aracoiaba, Quixeramobim e Tianguá (1ª fase). A 2ª fase ocorreu somente na cidade de Fortaleza.

O certame consistiu na aplicação de uma prova escrita (1ª fase eliminatória) e uma prova prática (2ª fase

eliminatória e classificatória). Foram classificados dez candidatos em cada série dos ensinos fundamental (8º e 9º ano) e em cada série do ensino médio (1º, 2º e 3º anos). Aos primeiros candidatos de cada série foram entregues *netbooks*, aos segundos classificados foram entregues calculadoras científicas e dos terceiros aos décimos lugares forma entregues *pendrives*. Todos os candidatos classificados receberam também livros de química cedidos pelas editoras Moderna e Saraiva, medalhas e certificados em solenidade no dia 16 de setembro de 2011. No total tivemos a participação de 1948 candidatos distribuídos nas cidades do interior e capital. A realização do evento foi da Associação Brasileira de Química Regional Ceará com patrocínio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e apoio da Universidade Federal do Ceará, Conselho Federal de Química e Conselho Regional de Química da 10ª região.

Ainda fazendo parte das comemorações do Ano Internacional da Química, realizou-se em Fortaleza, nos dias 21 e 22 de novembro, no Auditório da Federação das Indústrias do Estado do Ceará - FIEC, o **Encontro de Profissionais da Química do Ceará**, realização conjunta com a ABQ Nacional, o CRQ-CE e a Academia Cearense de Química - ACQ, com o apoio do CNPq.

ABQ REGIONAL GOIÁS

▶ Realização do **II Workshop de Tecnologia em Processos Químicos**, em Anápolis, no mês de agosto.

▶ Realização da **Olimpíada Goiana de Química**, para alunos do ensino médio e tecnológico, em agosto.

▶ Organização do **3º Encontro Brasileiro-Alemão para Produção Sustentável no Cerrado**, em novembro.

▶ Organização do **III Semana Integrada de Química – O Ano Internacional da Química – O Estado da Arte**, em Anápolis, no mês de dezembro.



ABQ REGIONAL MARANHÃO

O encerramento do AIQ no Maranhão ocorreu nos dias 14 e 15 de dezembro, no auditório central da Universidade Federal do Maranhão e no auditório II do CCET, compreendendo uma conferência plenária sobre pré-sal, seis palestras, uma exposição sobre a química no cotidiano e um coquetel de confraternização.

ABQ REGIONAL PARÁ

Consta em seu portal a realização do **13º Encontro Paraense de Ensino de Química**, promovido por esta Regional em parceria com o Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI/UFPA), com a finalidade de comemorar o Ano Internacional da Química. Ocorreu no mês de maio.

ABQ REGIONAL PERNAMBUCO

A ABQ-PE promoveu um grande evento em comemoração ao Ano Internacional da Química na semana de 25 a 29 de julho com palestras na UFPE e Espaço Ciência no Estado de Pernambuco. O Prof. Álvaro Chrispino, ministrou o Curso "O Mundo da Química" no auditório do Centro de Tecnologia e Geociências da UFPE.

Foram também realizadas 10 exposições interativas e itinerantes onde o conhecimento químico foi colocado como fator determinante para 10 grandes transformações sociais e políticas. Esse tratamento focado no aspecto químico visou provocar algum espanto ou atenção do visitante para que perceba sua importância ao longo da história. Foram selecionados temas que procuram descrever a evolução e a construção do conhecimento como um esforço coletivo para atender uma demanda de produtos ou processos: - Do bronze dos hebreus ao aço dos egípcios; - Copelação do ouro na pureza das moedas; - Eugenol na invasão do Brasil; - Prata na exportação de Potosi; - Pólvora francesa na independência dos EUA; - Amônia na primeira guerra; - Borracha na segunda guerra; - Aspirina, penicilinas e pílulas; - Moléculas da vida.

A exposição teve desing e material apropriado para integrar o conjunto, atrair o visitante e estabelecer fluxo de público até 500 pessoas por dia.

A ABQ-PE realizou um evento de grande significado para comemorar o Ano Internacional da Química, no dia 10 de novembro de 2011. Ocorreu na Assembleia Legislativa do Estado um Grande Expediente, com o objetivo de homenagear todos os químicos Pernambucanos. Na oportunidade estiveram presentes o Deputado Diogo Moraes, autor da proposta e demais parlamentares. Grandes nomes da Química de Pernambuco também estiveram presentes abrilhantando o evento. O professor Antonio Carlos Pavão (Diretor do Espaço Ciência e professor da UFPE) ministrou uma palestra sobre a História Química na Humanidade com demonstrações de experimentos químicos. O evento contou também com diversas autoridades tais como o Diretor do Centro de Tecnologia do Nordeste, representante do MCT, do Governo do Estado, o representante do Secretário de Ciência e Tecnologia de PE, da Prefeitura Municipal do Recife, o Diretor da FACEPE, o Diretor do ITEP. O Vice-reitor da UFPE, representante da UFRPE e da UPE, o Presidente da SBPC, o Presidente do Conselho Federal de Química, Presidente do Conselho Regional de Química-PE, Professores da Academia de Química, Professores da UFPE e de outras instituições e ainda estudantes do Ensino Fundamental, Médio e Superior (UFPE, UFRPE, Universidade de Pernambuco, UNICAP e Outras).

Acreditamos que o evento foi muito importante para as comemorações realizadas aqui em Pernambuco, fechando com chave de ouro o AIQ.

ABQ REGIONAL PIAUÍ

Organização da Profa. Dra. Cleide Maria da Silva Leite - Presidente da ABQ-PI e do Prof. Dr. José Ribeiro dos Santos Júnior - Presidente do CRQ-PI.

► Palestra: A contribuição do profissional da química para a saúde e o bem-estar das populações.

Palestrante: Jesus Miguel Tajra Adad - Presidente do CFQ. 15 de março - Auditorio do CCN.

► Curso: Cromatografia Bidimensional.

Ministrante: Davyson Moreira - Revisor da Revista Brasileira de Farmácia e Química Nova. 5 a 7 de abril.

► Palestra: Engenharia Química no Brasil.

Palestrante: Célio Loureiro - Vice-Diretor do Centro de Tecnologia da UFC. 19 de maio.

▶ Curso: Cerâmicas vermelhas.

Ministrante: Engenheiro Químico Lourinaldo Vieira da Costa Braz. 6 a 10 de junho.

▶ Curso: Tecnologia em alimentos.

Ministrante: Engenheira Química Renata Lilian Portugal – Conselheira Federal.

▶ Curso: Indústria textil.

Ministrante: Engenheiro Químico Saulo Vitorino – Diretor CRQ-SC.

ABQ REGIONAL RIO DE JANEIRO

Neste AIQ a ABQ-RJ fez parte da:

▶ Solenidade de abertura da V Jornada de Iniciação Científica e Tecnologia do IFRJ (maio).

▶ Realização em parceria com a Nacional do Workshop de Segurança Química em Laboratório (junho).

▶ Comemoração pelo Dia do Químico realizado pelo CRQ 3ª Região, fazendo parte da mesa de Solenidade de Abertura e do Lançamento do Prêmio Professor Ariquerne Supupira (junho).

▶ Participou da Comissão Organizadora do Fórum de Educação em Química, realizado na PUC-RIO (julho).

▶ Realização em parceria com a Nacional do 4º ENTEQUI (agosto).

▶ Participou da Mesa de Abertura da Solenidade das Comemorações dos 80 anos do Sindicato dos Químicos e Engenheiros Químicos do Estado do Rio de Janeiro (setembro).

▶ Realizou a Tenda SESC na Quinta da Boa Vista na Semana de Ciência e Tecnologia (outubro, matéria publicada no número 733 da RQI – página 26).

▶ Abertura da Semana de Ciência e Tecnologia que ocorreu na Comunidade do Morro do Alemão (outubro).

▶ Organização do Projeto PUC por um Semestre na área de Química realizado pela PUC-RIO e IFRJ.

▶ Comissão de Organização e de execução da Olimpíada de Química do Rio de Janeiro e da Olimpíada Brasileira de Química.

FOTO: Arquivo ABQ



Tenda da ABQ-RJ na Quinta da Boa Vista.

▶ Cerimônia de Abertura das Comemorações do Aniversário da Escola de Química da UFRJ.

▶ Estrutura de apoio a eventos estudantis como a Semana de Química da UFRJ, Semana de Química da IFRJ – Campus Rio de Janeiro, entre outros.

ABQ REGIONAL RIO GRANDE DO NORTE

A Abertura do Ano Internacional da Química ocorreu com:

▶ Palestra: Ano Internacional da Química. Palestrante: Tereza Neuma de Castro Dantas – Presidente do CRQ-RN.

▶ Lançamento do Edital do Concurso de Vídeos de Curta Metragem de Química.

▶ Apresentação dos Painéis de Química para a Escola Pública: Reciclagem do lixo; Empreendedorismo e Química; Tratamento da água; Polímeros no dia a dia; Produtos Naturais e Fármacos; Química dos alimentos; Produção de energia.

▶ Instalação do Projeto “Práticas Motivadoras para a Aprendizagem de Química nas Escolas Públicas de Natal/RN”. Todas em 21 de março de 2011, Anfiteatro do CCET/UFRN.

▶ 4º Encontro de Química do Nordeste.

▶ 2º Encontro Norte-Nordeste de Ensino de Química.

▶ Olimpíada Norte-Nordeste de Química.

▶ Semana do Dia do Químico: palestras, cursos, mesas redondas.

- ▶ 3ª Mostra de vídeos de curta metragem de química.
 - ▶ 9º Simpósio Brasileiro de Educação Química – SIMPEQUI. Em parceria com a Nacional. Palestras, Painéis, Cursos, Apresentação de trabalhos. Em 17 a 19 de julho de 2011.
 - ▶ Semana de Cursos do Departamento de Química.
 - ▶ Olimpíada Brasileira de Química – primeira fase. Em agosto de 2011.
 - ▶ Caminhada Interquímicas.
 - ▶ XII Olimpíada de Química do Rio Grande do Norte. De 26 a 30 de setembro de 2011.
 - ▶ Semana comemorativa ao Ano Internacional da Química na UERN: Oficinas, mini-cursos, palestras, peças teatrais científicas, Mostra de trabalhos científicos e 2ª. Mostra de Química na Escola.
 - ▶ Práticas motivadoras para a Aprendizagem de Química nas Escolas Públicas de Natal/RN.
 - ▶ III Simpósio da Pós-Graduação em Química da UFRN. Em novembro de 2011.
 - ▶ Gincana de Química: Para Escolas públicas de nível médio. 07 e 08 de dezembro de 2011.
- Cerimônia de encerramento do Ano Internacional da Química.

A cerimônia de encerramento ocorreu em 11 de dezembro, quando foi realizada a "Gincana de Química da Escola Pública" com entrega de troféus para escolas e brindes aos vencedores (os professores e alunos das escolas vencedoras até a terceira colocação receberam livros e tabelas periódicas da Olimpíada Nacional) e todas as escolas participantes receberam tabelas periódicas. Além disso, para completar a programação tivemos a entrega de troféus, medalhas e certificados e tabelas periódicas para os vencedores das olimpíadas (estadual, norte-nordeste e nacional), além da entrega dos brindes para os primeiros colocados do festival de vídeos de químicas. O Instituto de Química da UFRN e o Conselho Regional de Química-RN patrocinaram o evento, além da sorveteria Ster Bom que patrocinou o lanche enviando carrinho de sorvetes para distribuir para a meninada.

Agradecimentos especiais aos professores do Instituto de Química pela grande colaboração em todas as atividades realizadas (Semana de Química, Mostra de

Química na Escola e Gincana de Química), ao Centro de Ciências Exatas e da Terra, à Pró-Reitoria de Extensão da UFRN e ao pessoal do Ginásio de Esportes da UFRN por todas as colaborações ao longo do ano e local de confraternização dos eventos (Centro de Convivência para a Semana de Química, Ginásio de Esportes para a Gincana de Química e Setor de Aulas III para Olimpíadas).

ABQ REGIONAL SÃO PAULO

No Estado de São Paulo o Ano Internacional da Química mereceu densa programação de atividades organizadas pelo comitê gestor da AIQ e por outras entidades, sendo que membros da Diretoria da ABQ-SP participaram ativamente de vários eventos. O Prof. Ivano Gutz (IQ-USP), Vice-Presidente da ABQ-SP, participou como palestrante em evento relativo ao AIQ na CETESB (São Paulo, 21/06/2011), compôs mesa redonda no Workshop do AIQ da Universidade Federal de São Carlos (São Carlos, 25/11/2011), representou a ABQ-SP e a OQSP (Olimpíada de Química do Estado de São Paulo) na Reunião Anual da ABIQUIM, no CRQ-IV e na inauguração da exposição do AIQ na Estação Ciência.

A ABQ-SP vem organizando anualmente, com crescente sucesso a OQSP e a precursora Maratona de Química do ESP desde 1997. Para alcançar os jovens paulistas, a Diretoria da ABQ-SP definiu como tema das redações da OQSP 2012, "UM MUNDO MELHOR COM A QUÍMICA" (uma variante do mote nacional do AIQ "Química para um Mundo Melhor").

A OQSP tem periodicidade anual e compreende várias fases que vão do lançamento do tema, no mês de setembro (2011), ao exame da Fase Final e premiação, em junho 2012. Este tradicional evento tem grande abrangência e visibilidade, por ser dirigido aos perto de dois milhões de estudantes do ensino médio do Estado de São Paulo, matriculados na rede pública (~3.800 estabelecimentos) e privada (~1.900 colégios). Uma equipe de 50 doutores em química colabora nas diferentes fases da OQSP. Todas as informações do que ocorreu nestes 15 anos, como: finalistas, premiados, 20 redações publicadas anualmente, fotos e patrocinadores encontram-se no site: <http://allchemistry.iq.usp.br>.

Tratamento da biomassa lignocelulósica da cadeia produtiva de dendê (*Elaeis guineensis*) para produção de glicose por hidrólise ácida

Bianca Montes Radomski¹; Wilma de Araujo Gonzalez¹; Sorele Batista Fiaux²

¹ Instituto Militar de Engenharia-IME

² Universidade Federal Fluminense

e-mail: biancaradomski@yahoo.com.br

Submetido em 29/12/2011; versão revisada recebida em 20/02/2012; aceito em 23/02/2012.

Resumo

A preocupação mundial com o desenvolvimento sustentável tem levado a humanidade a procurar alternativas. Dentre as alternativas energéticas, destaca-se o bioetanol produzido a partir dos resíduos agro-industriais. Este trabalho objetivou produzir glicose através de hidrólise ácida das fibras de dendê visando posterior produção de bioetanol. Para a otimização, realizou-se um planejamento experimental, tendo como variáveis independentes a concentração do ácido, a temperatura e o tempo de reação sobre a variável de resposta concentração de glicose liberada. A máxima concentração de glicose obtida foi de $940,56 \cdot 10^2$ Kg/m³, por hidrólise usando ácido sulfúrico $0,46 \text{ mol L}^{-1}$, a 120°C por 30 min.

Palavras-chave: fibras de dendê; planejamento experimental; glicose.

Abstract

The worldwide concern with sustainable development has led mankind to seek alternatives. Among the alternative energy, there is bioethanol produced from agro-industrial waste. This study aimed to produce glucose via acid hydrolysis of palm fibers aiming subsequent production of bioethanol. For optimization, we carried out an experimental design, with independent variables as the acid concentration, temperature and reaction time on the response variable concentration of glucose released. The maximum concentration of glucose obtained was $940.56 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$, by hydrolysis using 0.46 mol L^{-1} sulfuric acid, at 120°C for 30 min.

Keywords: palm fiber; experimental design; glucose.

Introdução

As matérias-primas lignocelulósicas são as fontes renováveis mais abundantemente encontradas na natureza. Estas são fontes de hexoses e pentoses com potencial uso para a produção de álcool combustível, produtos químicos e produtos para a alimentação. (SÁNCHEZ, 2009).

No Brasil e no mundo, cientistas buscam uma forma comercialmente viável para transformar o bagaço da cana em álcool (chamado de

biocombustível de 2ª geração) buscando viabilizar o aumento da produção desse biocombustível sem degradar o meio ambiente. Apenas um terço da cana, o caldo, é aproveitado para a produção de açúcar e etanol. O restante constitui-se do bagaço e da palha. Com a tecnologia da hidrólise ácida enzimática, aplicada à celulose desta biomassa, os ganhos produtivos de etanol podem chegar a 50%, sem a necessidade de aumentar a área plantada com cana-de-açúcar.

Essa tecnologia, quando dominada, aumentará a produção de etanol das usinas, que hoje produzem o combustível a partir do caldo extraído da planta.

Assim, o bioetanol é agente de uma série de novas tecnologias em desenvolvimento. Atualmente, Estados Unidos e Europa estão na liderança do desenvolvimento desta tecnologia.

A utilização de resíduos da biomassa produzidos no país necessita ainda de avaliações precisas do seu potencial de recuperação economicamente viável e de análises completas de seus ciclos de vida como produtos energéticos. Apesar da pouca informação disponível sobre estes parâmetros, estudos neste sentido são apoiados pelo Plano Nacional de Energia 2030 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2007) para o levantamento de informações de forma mais consistente, frente às expectativas da valorização destes resíduos para diversas aplicações sustentáveis.

É conhecido o esforço para obter etanol a partir de fontes renováveis a partir de processos ambientalmente limpos. Os processos clássicos para a obtenção de etanol envolvem a fermentação direta do caldo proveniente do esmagamento da cana de açúcar que utiliza como meio de cultura *Saccharomyces cerevisiae*, ou a partir de processos fermentativos por meio de outras fontes de açúcares como milho, batata, beterraba, dentre outras fontes de biomassa.

Recentemente, alguns estudos relativos à hidrólise ácida da cana de açúcar para a obtenção de etanol foram conduzidos com a finalidade de produzir etanol de 2º geração, como forma de reaproveitar os açúcares presentes à biomassa do bagaço, para que só em seguida o bagaço de cana esgotado de açúcares possa ser queimado para geração de energia a ser fornecida em todas as etapas do processamento. Nesse sentido, os polissacarídeos presentes nas fibras do bagaço da cana são removidos através de etapas de pré-

tratamento e lavagem, e uma etapa de reação de hidrólise ácida utilizando, por exemplo, solução de ácido sulfúrico como catalisador. (CAMASSOLA, DILLON, 2009), (BNDES; CGEE, 2008)

No entanto, a utilização de outras fontes de biomassa, particularmente, fibras naturais que contenha polissacarídeos para obtenção de açúcares por hidrólise ácida e subsequente fermentação para a produção de etanol ainda carecem de novas investigações.

No caso da palma, após o processamento do óleo de dendê, as fibras são utilizadas como material de refugo para a queima de caldeiras para fornecimento de energia no processamento de biodiesel, ou então são descartadas sem qualquer aproveitamento gerando um passivo ambiental.

Alguns pedidos de patentes abordam uma série de processos de hidrólise ácida de polissacarídeos presentes em fibras vegetais, cujos açúcares são assim obtidos do material lignocelulósico, tal como o pedido MX2008005647A. A referência patentária WO9814270A1 descreve um processo em multiestágios para conduzir a reação de hidrólise, tal como estágios de fracionamento da biomassa lignocelulósica, e ainda, proporcionando a separação dos açúcares hemicelulósicos, ou de outros componentes de biomassa. Segundo a referência, no processo em questão a porção de lignina é solubilizada para produzir açúcares derivados de celulose em altos rendimentos, mediante uma etapa de hidrólise, formando também uma parte insolúvel correspondente ao refugo de biomassa de lignina. Um outro pedido de patente US20110039319A1 descreve um processo para produção de caldo de fermentação que utiliza como matéria prima material lignocelulósico proveniente de biomassa. A referida biomassa sofre uma etapa de pré-tratamento e uma subsequente etapa de lavagem para a remoção da lignina, hemicelulose e a fração de produtos químicos utilizados nas referidas etapas de pré-tratamento e lavagem. O material lignocelulósico é submetido à reação de hidrólise

enzimática, sendo a fração enzimática submetida ao reciclo para o reator de hidrólise, e a corrente resultante sofrendo uma etapa subsequente de fermentação e posterior destilação em temperatura branda, para formar um caldo de fermentação constituído com predominância por açúcares. O estado da técnica também cita referências relativas aos equipamentos utilizados em processamento para obtenção de açúcares provenientes de fibras de biomassas. Por exemplo, o documento patentário US4706903A descreve um equipamento para submeter à desintegração de biomassa sólida, e ainda, proporcionar a hidrólise parcial do material celulósico ou lignocelulósico. O referido equipamento é constituído por uma câmara cilíndrica que apresenta em sua porção média uma pluralidade de elementos hammer suportados, que giram dentro e coaxialmente na câmara e um equipamento desintegrador pode ser conectado na extremidade do hidrolisador para receber o produto da câmara de hidrólise.

Agora, surpreendentemente, descobriu-se que os resíduos provenientes das fibras de dendê, que normalmente são descartadas como refugo, ou utilizadas como combustível de cadeia de usinas de biodiesel podem ser aproveitadas como matéria prima para a obtenção de etanol de 2º geração. O processo envolve o aproveitamento de polissacarídeos que ainda permanecem retidos nas estruturas fibrosas da biomassa de dendê (bagaço), que hidrolisados e submetidos, em seguida, à fermentação produz etanol de 2º geração, reduzindo o descarte sem aproveitamento de uma biomassa rica em açúcares. O referido processo evita a decomposição e emissão de CO₂ quando a biomassa da fibra de dendê é descartada, e naturalmente degradada pelo ambiente. Nesse sentido, além do aproveitamento dos açúcares para a produção de etanol por um processo não competitivo com alimentos, o processo aqui reivindicado proporciona a mitigação de CO₂ através de um processo que se utiliza uma fonte renovável, e

que, portanto, fixa carbono, mitigando gases de efeito estufa. Além disso, o etanol obtido pelo presente processo pode ser conduzido paralelamente em relação ao processo de transesterificação do óleo de dendê, cujo resíduo será transformado em etanol que pode ser diretamente utilizado como insumo na produção de biodiesel de dendê.

Muitas são as vantagens do processo de obtenção de etanol a partir da hidrólise ácida dos açúcares presentes na fibra do dendê e subsequente fermentação da glicose, conforme acima mencionado, sendo as etapas de processamento descritas passo a passo na seqüência.

No estudo ora apresentado destaca-se o resíduo da produção de biodiesel de dendê, composto de fibras, cachos vazios e cascas, que atualmente costuma ser utilizado como combustível de caldeira ou como adubo. Este material lignocelulósico pode ser uma fonte de matéria prima nobre para bioprocessos, como para a produção de biocombustível de segunda geração ou produtos químicos, e uma forma de agregar valor à cadeia produtiva do biodiesel de dendê.

Nos materiais lignocelulósicos, a lignina une fortemente as células do vegetal e, junto com a hemicelulose forma uma proteção ao redor da celulose (HAMELINCK, VAN HOOIJDONK, FAIJ, **2005**). Para o uso em bioprocessos, o material lignocelulósico deve ser tratado de forma a quebrar a estrutura formada pela lignina e hidrolisar a hemicelulose e celulose, liberando açúcares fermentescíveis. (CAMASSOLA, DILLON, **2009**).

De acordo com *WEI et. al., 2009*, a etapa inicial, chamada de pré-tratamento do material lignocelulósico, pode envolver métodos físicos, químicos, biológicos e até mesmo operações para limpar e reduzir o tamanho da matéria-prima, promovendo a separação da celulose, hemicelulose e lignina. De todos os pré-tratamentos o tratamento químico, utilizando ácidos sulfúricos diluídos (0,5-1,5%, em temperaturas em torno de

160°C) tem sido favorecido para aplicação industrial, porque alcança razoáveis rendimentos de açúcares provenientes da hemicelulose. (HAMELINCK, VAN HOOIJDONK, FAAIJ, **2005**)

A solubilização ou hidrólise da fração hemicelulose gera como produtos pentoses (D-xilose e D-arabinose) e hexoses (D-manose, D-glicose e D-galactose), que por serem fermentescíveis, podem ser utilizadas em bioprocessos (CHU, LEE, **2007**).

WYMAN *et. al.*, **2005**, em seus estudos mostrou que ácidos diluídos (0,5-1,0% de ácido sulfúrico) em moderadas temperaturas (140-190°C) remove eficientemente e recupera a maior parte da hemicelulose como açúcares solúveis, e o rendimento de celulose aumenta com a remoção de hemicelulose.

O Instituto Militar de Engenharia (IME-RJ) sob coordenação dos professores D.Sc Wilma de Araújo Gonzalez e D.Sc Luiz Eduardo Pizarro Borges numa parceria com a EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL implantaram uma usina piloto com capacidade para processar 1000L/batelada de biodiesel de dendê obtido por rota etílica. Esta unidade piloto está localizada no Campo Experimental da Embrapa em rio Urubu, no município Rio Preto da Eva, Amazonas, onde existe uma plantação de 412 hectares de palma e uma usina de extração de óleo de dendê. Após o beneficiamento para extração do óleo, as fibras do cacho de dendê, geram o correspondente a 38% em resíduo de biomassa, que são usadas como adubo e/ou utilizadas como combustível de caldeira. Esse resíduo pode ser utilizado como matéria prima de baixo custo para bioprocessos, em especial para a obtenção de glicose visando a produção de etanol de segunda geração, de modo a agregar valor à cadeia produtiva do biodiesel.

O objetivo deste trabalho foi determinar as condições de hidrólise utilizando ácido sulfúrico, para a liberação de glicose das fibras do cacho de dendê, material lignocelulósico resíduo da citada unidade piloto de produção de biodiesel.

Materiais e métodos

A fibra do cacho do dendê foi recebida do Campo Experimental da Embrapa em Rio Urubu, CERU, Manaus. Inicialmente, o material (cerca de 10,00 g) foi moído em liquidificador até passar por peneira de 16 mesh e colocado em um béquer, que foi submetido à autoclave a 121 °C durante 1 h. Esse procedimento consistiu em reduzir o tamanho das partículas e limpar a matéria prima, tornando a estrutura celular mais acessível ao tratamento químico (HAMELINCK, VAN HOOIJDONK, FAAIJ, **2005**). Para a hidrólise das fibras de dendê, foi utilizado ácido sulfúrico 98% P.A, ácido selecionado em experimentos preliminares (RADOMSKI, **2009**). As condições reacionais foram selecionadas a partir de um planejamento experimental fatorial completo para as seguintes variáveis e domínios: concentração de ácido sulfúrico – 0,05 a 0,46 mol L⁻¹; tempo de hidrólise – 10 a 30 min; temperatura de hidrólise – 120 a 190 °C. As variáveis de estudo e seus respectivos limites foram escolhidos com base na literatura sobre hidrólise ácida de materiais lignocelulósicos (GUTIÉRREZ *et. al.*, **2009**; RAMOS, **2003**; LIM *et. al.*, **1997**, WYMAN *et. al.*, **2005**).

As variáveis massa de fibras e volume de ácido foram mantidas constantes e iguais a 1,00 grama e 50,00 mL, respectivamente. A concentração de glicose liberada foi a variável de resposta. Duas réplicas do ponto central foram acrescentados ao plano para verificar a reprodutibilidade e a possibilidade de não-linearidade (curvatura) no intervalo estudado. O plano está apresentado na Tabela 1. A análise estatística dos resultados foi realizada utilizando o software Statistica versão 5.5 da Statsoft.

A hidrólise ácida das fibras foi realizada em reator fechado PARR de 300 mL, com uso de termopar e agitação de 30 rpm, constante em todos os experimentos. A pressão dentro do reator PARR está relacionada à temperatura de cada experimento e o valor da pressão é lido por um manômetro acoplado.

Após a hidrólise, o conteúdo do reator foi

TABELA 1
Condições experimentais e variável de resposta
(concentração de glicose liberada) do planejamento
experimental utilizado para determinar as condições
de hidrólise ácida das fibras de dendê

Experimento	Concentração de ácido (mol L ⁻¹)	Tempo (min)	Temperatura (°C)	Glicose (10 ² Kg/m ³)
1	0,05	10	120	0,00
2	0,05	10	190	23,41
3	0,05	30	120	607,75
4	0,05	30	190	107,17
5	0,46	10	120	388,18
6	0,46	10	190	109,65
7	0,46	30	120	940,56
8	0,46	30	190	401,40
9 (C)	0,25	20	135	260,07
10 (C)	0,25	20	135	285,97

filtrado e congelado para posterior análise de glicose. A análise de glicose foi realizada pelo método enzimático-colorimétrico, utilizando o kit glicose PP da marca Analisa e espectrofotômetro no comprimento de onda de 500 nm.

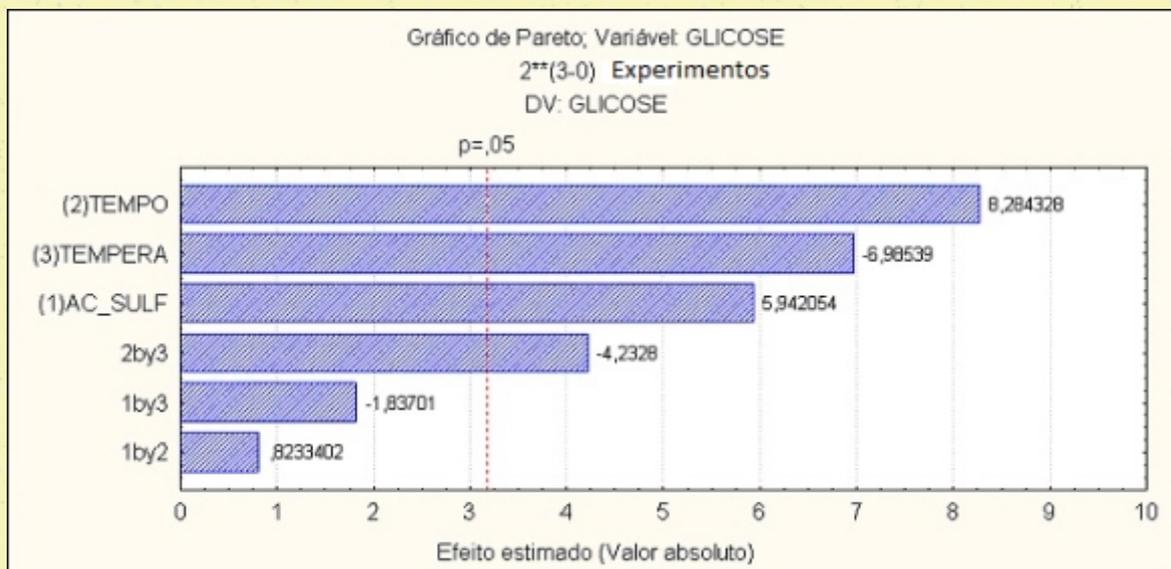
Resultados e discussão

O planejamento experimental e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

A Figura 1 apresenta o gráfico de Pareto obtido a partir da análise estatística dos resultados do planejamento experimental. Neste gráfico, é possível verificar as variáveis que influenciam a concentração de glicose liberada. Aquelas cujas barras ultrapassam a linha vertical (*p-level* 0,5) têm

influência significativa sobre a variável de resposta com 95% de confiança (MONTGOMERY e CALADO 2003). É possível visualizar que os efeitos principais das variáveis tempo e ácido sulfúrico contribuem para o aumento da concentração de glicose (sinal positivo nas barras). O efeito principal da temperatura também é significativo para a variável de resposta, porém seu aumento provoca diminuição da concentração de glicose liberada (sinal negativo na barra). A interação entre a temperatura e o tempo aparece como significativa, verificando-se que a resposta será máxima se o tempo estiver no seu nível superior e a temperatura em seu nível inferior. A curvatura não foi significativa no modelo ($p = 0,451$). O tempo e a temperatura são as variáveis mais influentes sobre a resposta. Isso pode ser verificado também na Tabela 1, ao observar que, para o mesmo tempo e concentração de ácido, um aumento de temperatura implica numa diminuição da concentração de glicose obtida, o que pode ter sido em consequência da degradação desse composto a 5-hidroximetilfurfural (LARSSON *et. al.*, 1999). O contrário é observado nos experimentos 1 e 2. Provavelmente no experimento 1, os baixos valores de concentração de ácido sulfúrico e tempo de residência de hidrólise foram insuficientes para liberar glicose do material

FIGURA 1
Gráfico de Pareto para a concentração
de glicose como variável de resposta



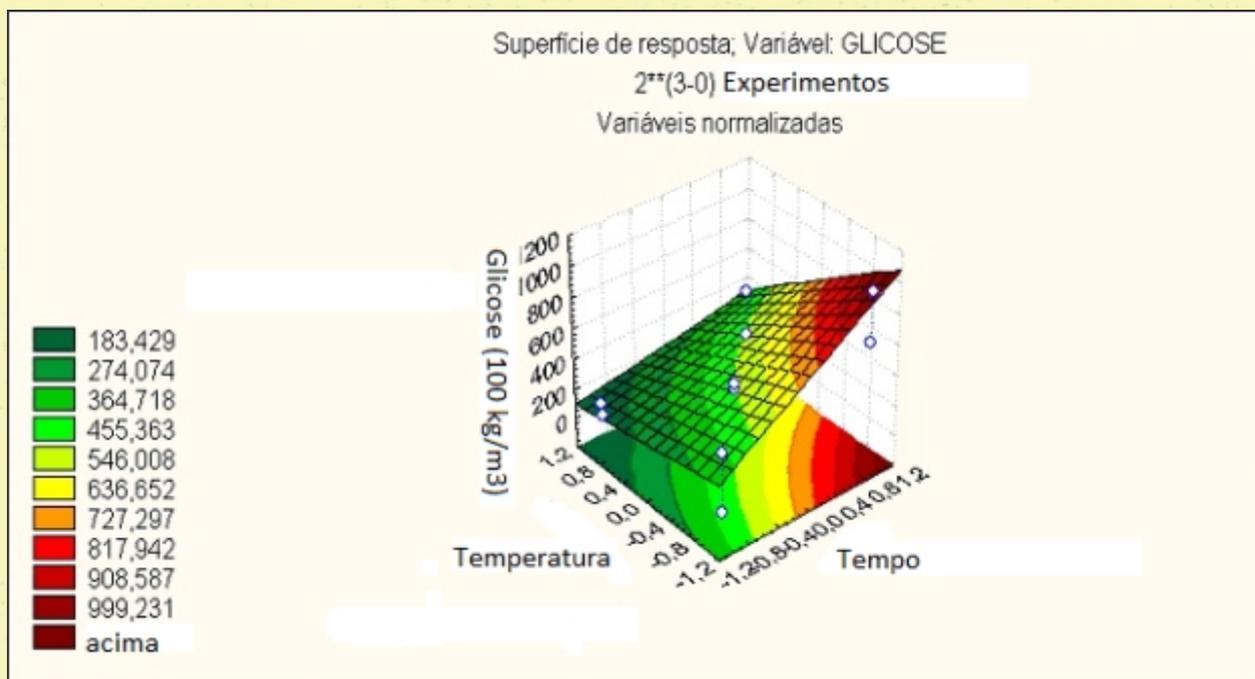


FIGURA 2
Superfície de resposta em função da temperatura e do tempo de hidrólise (concentração de ácido 0,46 mol L⁻¹)

lignocelulósico.

A Figura 2 apresenta a superfície de resposta em função da temperatura e do tempo gerada na análise do planejamento. Pelo gráfico pode ser observado que a concentração de glicose aumenta com o aumento do tempo de hidrólise e diminui com o aumento da temperatura.

A equação gerada pelo modelo é apresentada abaixo. As variáveis estão normalizadas, ou seja, representadas por +1 em seu nível máximo e -1 em seu nível mínimo.

Glicose liberada (10² Kg/m³) =

$$312,42 + 137,68 * [\text{ácido}] + 191,96 * t - 161,86 * T + 19,08 * [\text{ácido}] * t - 42,56 * [\text{ácido}] * T - 98,08 * t * T,$$

Onde:
[ácido]: concentração de ácido sulfúrico;
t: tempo de hidrólise;
T: temperatura de hidrólise
Coefficiente de determinação (R²) = 0,98; Ajuste = 0,95

Pela equação, no ponto apontado como ótimo dentro do domínio, a concentração de ácido deve ser +1 (0,46 mol L⁻¹), o tempo +1 (30 min) e a temperatura -1 (120 °C). Calculando-se a concentração de glicose liberada com esses valores, temos 963,64*10² Kg/ m³, valor próximo ao verificado

no experimento 7, realizado nas mesmas condições usadas no cálculo.

Conclusões

Com base no planejamento experimental realizado a fim de se aperfeiçoar a liberação de glicose por hidrólise ácida da fibra de dendê, foi possível concluir que o efeito principal de todas as variáveis estudadas (tempo, concentração de ácido e temperatura) e a interação tempo-temperatura são significativas sobre a concentração de glicose. Dentro do domínio estudado as condições de hidrólise que levam à maior resposta são concentração de ácido sulfúrico 0,46 mol L⁻¹, tempo 30 min e temperatura de 120 °C. Um tratamento eficaz das fibras de dendê deve levar à alta liberação de glicose, com o mínimo de degradação. A glicose é o substrato a ser utilizado na produção de bioetanol, alvo final do projeto. Sua degradação pode levar à produção de inibidores de fermentação, como o 5-hidróximetilfurfural e precisa ser removido (GÁMEZ *et.al.*, 2006). O planejamento experimental permitiu verificar a condição de hidrólise para obtenção da maior concentração de glicose, isto é, sua maior

liberação das fibras com menor degradação. Adicionalmente, deve-se realizar um novo planejamento com domínios próximos às condições apontadas neste trabalho, a fim de melhor otimizar a liberação de glicose pela hidrólise ácida das fibras de dendê. Em trabalhos posteriores, a glicose será destinada à produção de biocombustível de 2ª geração. Os resultados preliminares são promissores e inéditos, indicando a viabilidade para que a glicose obtida da fibra do dendê ser transformada em bioetanol. A geração deste biocombustível de 2ª geração poderá agregar valor a cadeia produtiva do biodiesel de dendê pelo aproveitamento das fibras, que são consideradas rejeitos e usada como combustível de caldeiras.

Agradecimentos

UFF, CAPES, EMBRAPA/CPAA, CNPq/CT-ENERG/MME.

Referências bibliográficas

- 1 - BNDES; CGEE. (2008), **Bioetanol de cana de açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, 316 p.
- 2 - CAMASSOLA, M.; DILLON, A. J. P. (2009), **Biological pretreatment of sugar cane bagasse for the production of cellulases and xylanases by *Penicillium echinulatum***. *Industrial Crops and Products*, 29, p. 642–647.
- 3 - CHU, B. C. H.; LEE, H. (2007), **Genetic improvement of *Saccharomyces cerevisiae* for xylose fermentation**. *Biotechnology Advances*, v. 25, p. 425–441.
- 4 - GÁMEZ, S.; GONZÁLEZ-CABRIALES, J. J.; RAMÍREZ, J. A.; GARROTE, G. (2006), **Study of the hydrolysis of sugar cane bagasse using phosphoric acid**. *Journal of Food Engineering*, v. 74, p.78-88.
- 5 - GUTIÉRREZ, L. F.; SÁNCHEZ, O. J.; CARDONA, C.A. (2009), **Process integration possibilities for biodiesel production from palm oil using ethanol obtained from lignocellulosic residues of oil palm industry**.

Bioresource Technology, v.100, p. 1227-1237.

- 6 - HAMELINCK, C. N.; VAN HOOIJDONK, G.; FAAIJ, A. P. C. (2005), **Ethanol from lignocellulosic biomass: techno-economic performance in short-, middle- and long-term**. *Biomass and Bioenergy*, v. 28, p.384–410.
- 7 - LARSSON, S. *et. al.* (1999), **The generation of fermentation inhibitors during dilute acid hydrolysis of softwood**. *Enzyme and Microbial Technology*, v. 24, p.151–159.
- 8 - LIM, K. O.; AHMADDIN, F. H.; VIZHI, S. M. (1997), **A note on the conversion of oil-palm trunks to glucose via acid hydrolysis**. *Bioresource Technology*, v. 59, p. 33-35.
- 9 - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2007), **Plano Nacional de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia**; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 250 p.
- 10 - MONTGOMERY, D. e CALADO, V. (2003), **Planejamento de experimentos usando o Statistic**. *Editorial Epapers Serviços editoriais*, Rio de Janeiro. Brasil.
- 11 - RADOMSKI, B. M. (2009), **Caracterização da fibra de dendê (*Elaeis guineensis*) e estudos preliminares para produção de etanol**. Dissertação de mestrado em Química. Instituto Militar de Engenharia. 89 p.
- 12 - RAMOS, L. P. (2003), **The chemistry involved in the steam treatment of lignocellulosic materials**. *Quím. Nova*, v. 26 (6), p. 863-871.
- 13 - SÁNCHEZ, C. (2009), **Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi**. *Biotechnology Advances*, v. 27, p. 185-194.
- 14 - WEI, L.; PODERSIMO, L. O.; IGATHYNATHANE, C.; BATCHELOR, W. D. (2009), **Process engineering evaluation of ethanol production from wood through bioprocessing and chemical catalysis**. *Biomass and Bioenergy*, v. 33, p.255-266.
- 15 - WYMAN, C. E. *et. al.* (2005), **Coordinated development of leading biomass pretreatment technologies**. *Bioresource Technology*, v. 96, p.1959–1966.

Aconteceu

Há 75 anos atrás (número 58, ano 6, fevereiro de 1937)

“Pesquisa Tecnológica e Literatura Científica”

(Editorial de Jayme da Nóbrega Santa Rosa)

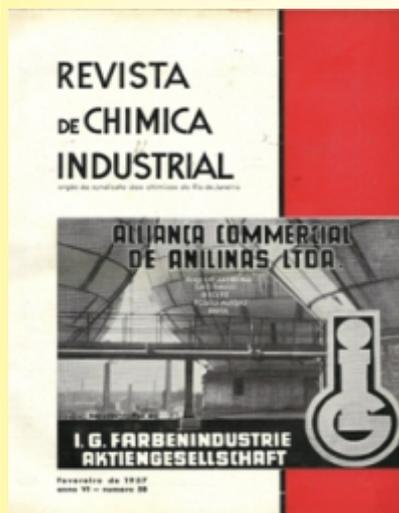
A melhor inversão de capital que o industrial progressista pode fazer hoje é na pesquisa tecnológica. (...) Não existem mais invenções do acaso. (...) Os químicos e os engenheiros – que nos laboratórios conduzem a investigação industrial – (...) são criadores de utilidades, estão contribuindo para o progresso industrial. Espera-se que em 1937 os fabricantes de produtos químicos dispenderão somma superior a 20 milhões de dólares. (...) A pesquisa tecnológica tomou corpo estes últimos anos, e é uma actividade que assenta na literatura científica. (...) Em química, como em outras sciencias, para se estabelecer autoridade e se adquirir originalidade, tem-se que recorrer à documentação científica. (...) Numa época que se caracteriza pelo espírito de organização, mais do que nunca se torna imprescindível a contribuição da literatura científica a toda actividade técnica.

Mina de Ouro no Paraná

“Recentemente, a atenção dos geólogos e mineiros foi chamada para o Estado do Paraná devido ao descobrimento de depósitos naturais de ouro em seu território. Desde tempos immemoriaes, sabe-se que os rios do Paraná são auríferos, porém se desconheciam minas exploráveis.”

Hormônios em cosmética

Quando há hormônios e vitaminas nos cremes para a pelle o resultado é...



Há 25 anos atrás (número 658, ano 56, fevereiro de 1987)

O papel da indústria japonesa no próximo decênio

Mutsumi Hongoh, diretor-gerente da empresa Idemitsu Petrochemical Co. Ltd., do Japão, apresentou no Congresso Mundial de Química, reunido em Newport Beach, na Califórnia, em 7-10 de setembro de 1986, o trabalho “O Papel da Indústria Química nos Anos 1990: Um Olhar de Tóquio”.

Ele afirma que a produção química do mundo já chegou a um ponto que indica a mudança de direção, a virada, para novos objetivos.

Essa atividade, que evoluiu extraordinariamente com a petroquímica, assumiu grande importância tecnológica e econômica, promovendo nações que dispõem de recursos a ocupar na comunidade mundial, com novas forças, lugares de destaque.

Novos materiais, alguns deles funcionais, e produtos bioquímicos desempenharão papel essencial na realização das inovações tecnológicas.

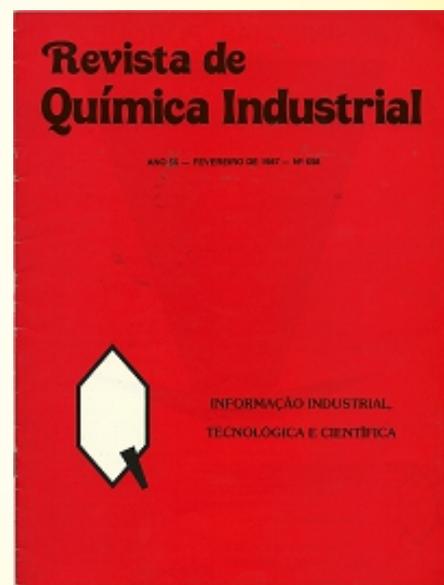
Acha Hongoh que então estaremos entrando na **Idade da Química**.

Biossensores – cresce o mercado desses produtos

Segundo a *Business Communications Company*, dos EUA, importantes avanços ultimamente estão conduzindo os biossensores para vendas da ordem de 200 milhões de dólares por ano no fim deste século.

Os usos industriais estimam-se, presentemente em 9 milhões de dólares, no fim do século em 100 milhões de dólares.

O maior consumo dentro de alguns anos ocorrerá no campo médico. Depois, deverá surgir a agricultura modernizada.



Há 50 anos atrás (número 358, ano 31, fevereiro de 1962)

“Conferência Internacional das Artes Químicas”

Como em 1959, a Conferência Internacional das Artes Químicas compõe-se de uma série de reuniões técnicas e científicas, incluindo as Jornadas Técnicas de Paris, que se realizarão no *Maison de Chimie* (28 bis, Rue Saint-Dominique, Paris).

A conferência tem o propósito de facilitar a troca de opiniões entre especialistas que procedem de vários países.

Todo homem de empresa encontrará resposta a seus problemas particulares no Sexto Salão Internacional da Química, que funciona conjuntamente.

Proposta sociedade de economia mista para a produção de sal no Rio Grande do Norte

A Revista *Desenvolvimento e Conjuntura*, na edição de maio de 1961, analisa a situação da indústria de sal comum no Brasil (...) para chegar à conclusão de que deveria o governo intervir na economia salineira, desapropriando as salinas e instalando num só ponto a indústria racionalizada.(...) O grande atrativo do seria a obtenção de potássio das águas-mães. Nos 200 milhões de metros quadrados de salinas das regiões de Mossoró-Areia Branca-Grossos será possível evaporar anualmente com a energia solar 200 milhões de metros cúbicos de água do mar, obtendo-se 4 milhões de toneladas de sal marinho e 80 mil toneladas de sais de potássio, além de bromo e sais de magnésio.

De Sergipe para o Brasil

(discurso do Paraninfo Paulo José Duarte, da Universidade do Recife)

Jovens Químicos concluintes

“Em obediência ao vosso convite, envolvido pela simpatia espontânea e confortadora da mocidade, vim trazer-vos, no ambiente culto de Sergipe, a minha singela oração de paraninfo. (...) Pertencemos ao mesmo sistema de civilização nordestina, com as mesmas aspirações, os mesmos problemas de sub-desenvolvimento, a mesma história de lutas contra os invasores ou contra a opressão colonial. (...) Felizmente o Nordeste é uma região que, pelos estudos já realizados, permite-nos equacionar o nosso nível de civilização e o sentido de seu desenvolvimento. O fraco progresso agrícola e industrial em desequilíbrio com o aumento da população e o desejo de melhor padrão de vida são problemas cuja solução se encontra numa estruturação técnica que possibilite maior produtividade (...).”



Há 1 ano atrás (número 730, ano 79, 1º trimestre de 2011)

Química verde: encontro, conhecimento e formação

Nos dias 20 a 22 de março de 2011, no centro de eventos do Caminho Real Resort em Araras, distrito de Petrópolis, Rio de Janeiro, ocorreu o 1º Encontro da Escola Brasileira de Química Verde. O encontro foi promovido pela Escola de Química da UFRJ, com o apoio da ABQ, a quem coube a organização geral, da ABEQ – Associação Brasileira de Engenharia Química, do Grupo de Gestão e Estudos Estratégicos (GGEE), a quem coube a organização científica, e o patrocínio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

Reunidos, pesquisadores do Brasil e do exterior, representantes de empresas públicas e privadas, de órgãos do governo e de associações de classe buscaram os caminhos para deslançar as bases e parâmetros para sedimentar a Química Verde no Brasil.

Eventos Nacionais

10º Simpósio Brasileiro de Educação Química - SIMPEQUI

Teresina, PI, 29 a 31 de julho de 2012

Trabalhos: até 27 de maio.

Info: www.abq.org.br/simpequi

5º Encontro Brasileiro de Química Tecnológica - ENTEQUI

Maceió, AL, 26 a 28 de agosto de 2012

Trabalhos: até 24 de junho.

Info: www.abq.org.br/entequi

XV Encontro Brasileiro sobre o Ensino de Engenharia Química - ENBEQ 2012

Búzios, RJ, 12 a 14 de setembro de 2012

Info: E-mail: cobeq2012@eq.ufri.br

12th Rio Symposium on Atomic Spectrometry

Foz do Iguaçu, PR, 17 a 19 de setembro de 2012

Info: www.lacon.furg.br

52º Congresso Brasileiro de Química - CBQ

Recife, PE, 14 a 18 de outubro de 2012

Trabalhos: até 8 de julho.

Info: www.abq.org.br/cbq

Eventos Internacionais

10th International Conference on Heteroatom Chemistry

Kyoto, Japão, 20 a 25 de maio de 2012

Info: E-mail: tokitoh@boc.kuicr.kyoto-u.ac.jp

Chemical Industry and IUPAC Workshop

Toronto, Canada, 1 de junho de 2012

Info: www.iupac.org/web/ins/2011-053-1-022

44th International Symposium on Macromolecules - IUPAC World Polymer Congress

Blacksburg, EUA, 24 a 29 de junho de 2012

Info: E-mail: telong@vtu.edu

19th International Conference on Organic Synthesis

Melbourne, Australia, 1 a 6 de julho de 2012

Info: www.icos19.com

QUIMICUBA'2012

Havana, Cuba, 9 al 12 de outubro de 2012

Info: www.chemistrycuba.com

INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS

1. O texto deve ser digitado em fonte Arial corpo 11, espaçamento 1,5 e margem 2,5 cm. O número de laudas deve se situar entre 6 e 10, no máximo, incluindo figuras, tabelas e referências. O arquivo do texto deve estar no formato .doc, .docx ou .rtf.
2. No alto da primeira página devem constar os nomes dos autores, por extenso, e suas respectivas instituições de vínculo. O autor responsável pelo trabalho deve incluir um e-mail de contato.
3. A estrutura do artigo deverá conter:
 - 3.1) Resumo e Abstract, limitados a 100 palavras cada. Logo após o resumo, incluir até três palavras-chave, e após o abstract, até três keywords.
 - 3.2) Introdução.
 - 3.3) Materiais e métodos.
 - 3.4) Resultados e discussão.
 - 3.5) Conclusões.
 - 3.6) Referências.
4. As figuras e/ou tabelas devem ser enviadas em arquivos separados com extensão .jpeg ou .gif com até 2 Mb. A identificação desses arquivos deve estar

- em harmonia com o nome do arquivo do texto a que se referem. No texto do artigo, deve-se assinalar onde as figuras e/ou tabelas devem ser inseridas.
5. A nomenclatura dos compostos químicos deve seguir as normas da IUPAC.
6. As referências devem seguir as regras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR ABNT 14724:2011 – veja, por exemplo, <http://www.bu.ufsc.br/ccsm/vancouver.html>)
7. Os artigos devem ser submetidos **exclusivamente por meio eletrônico** para o seguinte endereço editorarqi@abq.org.br.
8. O artigo será apreciado por avaliadores designados pelo editor da RQI, com competência na área em que se insere o trabalho submetido. O autor será informado da decisão (aceito, recusado, precisa de revisão) com a maior brevidade possível. Uma vez aceito em definitivo, a publicação se dará em uma das 3 edições da RQI subsequentes.

Robério Fernandes Alves de Oliveira



CADERNO DE GESTÃO

da Segurança Química
em Laboratórios

A Associação Brasileira de Química aproveitando-se das comemorações do Ano Internacional da Química e contando com a experiência de 29 anos do autor, lança o **Caderno de Gestão da Segurança Química em Laboratórios**.

Com o objetivo de auxiliar aqueles que necessitam atuar em laboratórios, o programa de gestão pretende minimizar a possibilidade de acidentes.

Esta publicação será distribuída de forma gratuita à Escolas que tenham laboratórios, bastando para isso, solicitar a Secretaria da ABQ.

secretaria@abq.org.br

Uma publicação da



Associação Brasileira de Química



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