



Revista de Química Industrial

Ano 78 Nº 728 3º trimestre de 2010

ISSN: 0370694X

JUBILEU DE OURO



A Química do Agronegócio

MAPA, EMBRAPA e ANDEF

produção, colheita, regulamentação e proteção

**Defensivos
Agrícolas Orgânicos
são Sempre mais Ecológicos?**

**Microalgas e Biocombustíveis:
Entre o Sonho e Realidade**

**Tratamento Biológico em Meio
Aeróbio de Águas Residuárias Contendo
Combustíveis Oxigenados - Estado da Arte**

BIOCOMBUSTÍVEIS

Trabalhos:
27/02/11

Se você atua no setor

Se você é pesquisador

Estuda na área

NÃO DEIXE DE PARTICIPAR



Simpósio Nacional de Biocombustíveis

Rio de Janeiro, 11 e 12 de abril de 2011

“Programa de alto padrão”

“Nomes consagrados”

Informações:

www.abq.org.br/biocom

Editorial

Prezados leitores,

Aqui estamos com mais um número de nossa RQI, desta feita tendo como ponto focal o Agronegócio no Brasil. Esta Edição coincide com a realização do 50º Congresso Brasileiro de Química, que terá lugar em Cuiabá, de 10 a 14 de outubro, tendo como tema “*Agroindústria, Qualidade de Vida e Biomas Brasileiros*”. A propriedade da escolha do tema é demonstrada pela informação veiculada durante a Crop World South America, evento mundial realizado em São Paulo nos dias 23 e 24 de agosto último, segundo a qual o Brasil caminha para se tornar, em dois anos, no maior mercado mundial de agroquímicos, superando os Estados Unidos, que registra um consumo anual de U\$ 7 bilhões.

Na matéria de capa o leitor poderá se informar sobre como é feito o controle de agroquímicos no Brasil, bem como sobre a harmonização de nossa legislação com a dos demais países para efeito do comércio internacional.

A abordagem dos aspectos químicos do agronegócio é tema de suma relevância para nós, profissionais da Química. Os agroquímicos, principalmente por desinformação da mídia e da população são olhados como o mal do século. Quem não ouviu a afirmativa: “Este produto (tomate, verdura, etc.) foi produzido sem química. Pode levar que é seguro.” O que deveria ser divulgado pela mídia é que o mal uso da Química é que produz prejuízos para a população. Se já temos problemas de falta de alimentos com o uso de agroquímicos, o que seria da humanidade na ausência deles? Além disso, se algum problema é causado pelo mal uso da Química, somente o químico será capaz de solucioná-lo.

Em artigo técnico é mostrado como o profissional da química resolve o problema de águas residuárias contendo combustíveis oxigenados, através de tratamento em meio aeróbio.

Embora aparentemente longe de se tornar uma alternativa energética economicamente viável para a produção de biocombustíveis, as microalgas ganham a atenção de cientistas como matéria prima de origem renovável.

Boa Leitura.

David Tabak

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
uma publicação da ABQ

Fundador

Jayne da Nóbrega Santa Rosa

Editor Convidado

David Tabak

Conselho Editorial

Airton Marques da Silva
Alvaro Chrispino
David Tabak
Magda Beretta
Newton Mario Battastini
Peter Rudolf Seidl
Silvana Carvalho de Souza Calado

Coordenador

Celso Augusto C. Fernandes

Criação da logomarca, arte e diagramação

Adriana dos Santos Lopes

Comercialização/Publicidade

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

Impressão

Gráfica Barra Quatro
Tel: 21 2283-1409
e-mail: vendas@barraquatro.com.br
www.barraquatro.com.br

© É permitida a reprodução dos artigos e reportagens, desde que citada a fonte. Os textos assinados são de responsabilidade de seus autores



ISSN: 0370-694X

Revista de Química Industrial

Ano 78 Nº 728 3º trimestre de 2010

Sumário

- 1 Editorial.
- 2 Sumário.
- 3 Acontecendo: Congresso Brasileiro de Química.
- 6 Capa: A química do agronegócio.
- 15 Opinião: Defensivos agrícolas orgânicos são sempre mais ecológicos?
- 16 Artigo técnico: Tratamento biológico em meio aeróbio de águas residuárias contendo combustíveis oxigenados – estado da arte.
- 22 Artigo de opinião: Microalgas e biocombustíveis: Entre o sonho e a realidade.
- 24 Artigo de opinião: Defensivos agrícolas e bases científicas.
- 26 Lançamento: Recentes impactos da indústria petroquímica.
- 28 Agenda.

Congresso Brasileiro de Química *Jubileu de Ouro*

Celso Augusto Caldas Fernandes
Gerente de Eventos da ABQ



Arquivo ABQ

Em agosto de 1922 em comemoração aos cem anos da independência do Brasil era realizado o 1º Congresso Nacional de Química, primeiro nome do CBQ. Nele estiveram presentes representantes de 6 países tendo cerca de 100 participantes no total. Foi realizado na cidade do Rio de Janeiro nas instalações da Universidade do Brasil, hoje Universidade Federal do Rio de Janeiro, na Praia Vermelha.

Era o início das atividades da Associação Brasileira de Química ainda com o nome de *Associação Química do Brasil*. Nestes 78 anos o CBQ ocorreu em 17 cidades diferentes,

percorrendo as cinco regiões do país (ver quadro na página 5).

Sua periodicidade não foi seqüencial no início, mas desde 1978 ocorre anualmente, com exceção de 1986 que não se realizou.

Duas características são marcantes nos CBQ's:

- ▶ sua realização sempre foi itinerante;
- ▶ sua programação e atividades abrigam do ensino médio a pós-graduação.

A Diretoria da ABQ entende que em um país com a diversidade acadêmica existente e que tem dimensões continentais, a centralização



Arquivo ABQ

Aluno de IC faz a defesa oral de seu trabalho perante a banca examinadora. Desde 1988, 110 premiados, com 22 campeões

dos principais eventos da Química em determinada região, é um fator proibitivo para que professores, pesquisadores e alunos possam apresentar os resultados de seus trabalhos. Levando o CBQ às diversas regiões, àqueles que militam nas redondezas podem, pelo menos de tempos em tempos, participar e apresentar suas atividades.

Os CBQ's apresentaram palestrantes internacionais, prêmios Nobel de Química, pesquisadores de diversas Instituições brasileiras e de Centros de Pesquisa de empresas e estatais. Entretanto, sempre apresentaram neste mesmo espaço atividades voltadas aos alunos de nível médio e de cursos técnicos.

Há 22 anos é promovida disputa envolvendo a Iniciação Científica com premiação aos melhores colocados. Muitos dos que passaram pelas disputas da Jornada de Iniciação Científica hoje estão atuando em pesquisa em Universidades ou desenvolvendo atividades em empresas privadas como a xxx ou entidades como a ANP. Alguns retornaram ao CBQ anos depois na condição de palestrantes.

Há 12 anos são promovidos concursos de Projetos para alunos de nível médio e técnico com ou sem professores orientadores, também com premiação aos melhores colocados com o objetivo de incentivar a continuidade dos estudos e principalmente difundir a Química e a pesquisa como algo interessante, objetivo e de valia a população em geral. Desmistificar a Química como a ciência difícil e de resultados ruins faz parte de um trabalho de base. Saber a *posteriori* que alguns decidiram por seguir o curso superior de Química por conta do incentivo recebido naquelas atividades faz com que se continue trabalhando.

CBQ DE CUIABÁ

Pela primeira vez o Congresso Brasileiro de Química chega a Mato Grosso. Aliás, pela primeira vez um grande evento da área da Química é realizado em Cuiabá.

Até este ano, os eventos da área ocorridos na cidade foram promovidos pela Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT, nenhum em caráter nacional e com um número superior a mil participantes.

Sob o tema “Agroindústria, Qualidade de Vida e Biomas Brasileiros” a comunidade química estará reunida de 10 a 14 de outubro de 2010.

Estarão desfilando no CBQ nomes como o professor da Aberdeen University da Inglaterra, Antonio Ioris; do ex-ministro da Minas e Energia e Diretor da COPPE, Luiz Pinguelli Rosa; Peter Seidl da UFRJ; do Diretor do SINDIO, Silvio Rangel; Gerson Mól, da UnB; Nivaldo Bacchan da UNICAMP; da Diretora da ANP, Rosângela Moreira de Araújo; do Presidente da FAPEMAT, João Carlos de Souza Maia; Irene Alleluia do INT; do chefe da Secretaria de Relações Internacionais da UFSCar, Paulo Cezar Vieira;

Silvio Canuto e Gil Anderi, ambos da USP; do Diretor da FINEP, Ricardo Gatass; Kyria Santiago do Nascimento da UFC; Maria das Graças Cardoso da UFLA; Valter Stefani da UFRGS; entre outros.

O Congresso será realizado nas instalações do excelente Centro de Eventos do Pantanal (foto ao lado).

Construído em uma área localizada próxima ao centro da cidade, mas distante o suficiente para estar cercado da mata da região, o Centro Pantanal tem um espaço externo atraente e aconchegante e um espaço interno com alta tecnologia a disposição dos participantes, proporcionando condições para um ótimo evento.

Os visitantes que forem ao CBQ 2010, além da competência dos palestrantes, terão o privilégio de conviver com a simpatia do povo da



cidade e em especial da culinária matogrossense baseada em muito pescado de rio. Diz a lenda que quem come a cabeça do pacu jamais deixa o Mato Grosso.

Para aqueles que puderem esticar até o final de semana após o congresso, uma visita ao Pantanal é sem dúvida oportunidade única que não se deve perder.

HISTÓRICO DO CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA

VERSÃO	ANO	LOCAL	VERSÃO	ANO	LOCAL	VERSÃO	ANO	LOCAL
1º CNQ	1922	Rio de Janeiro	18º CBQ	1974	Curitiba	35º CBQ	1995	Salvador
2º CNQ	1937	Rio de Janeiro	19º CBQ	1978	São Paulo	36º CBQ	1996	São Paulo
I CBQ	1941	São Paulo	20º CBQ	1979	Recife	37º CBQ	1997	Natal
II CBQ	1943	Curitiba	21º CBQ	1980	Porto Alegre	38º CBQ	1998	São Luís
III CBQ	1944	Rio de Janeiro	22º CBQ	1981	Belo Horizonte	39º CBQ	1999	Goiânia
IV CBQ	1945	São Paulo	23º CBQ	1982	Blumenau	40º CBQ	2000	Recife
V CBQ	1947	Porto Alegre	24º CBQ	1983	São Paulo	41º CBQ	2001	Porto Alegre
VI CBQ	1949	Recife	25º CBQ	1984	Rio de Janeiro	42º CBQ	2002	Rio de Janeiro
VII CBQ	1950	Belo Horizonte	26º CBQ	1985	Fortaleza	43º CBQ	2003	Ouro Preto
10º CBQ	1952	Rio de Janeiro	27º CBQ	1987	Niterói	44º CBQ	2004	Fortaleza
11º CBQ	1954	São Paulo	28º CBQ	1988	Porto Alegre	45º CBQ	2005	Belém
12º CBQ	1956	Porto Alegre	29º CBQ	1989	São Paulo	46º CBQ	2006	Salvador
13º CBQ	1958	Salvador	30º CBQ	1990	Rio de Janeiro	47º CBQ	2007	Natal
14º CBQ	1960	Curitiba	31º CBQ	1991	Recife	48º CBQ	2008	Rio de Janeiro
15º CBQ	1965	Rio de Janeiro	32º CBQ	1992	Belém	49º CBQ	2009	Porto Alegre
16º CBQ	1967	Campinas	33º CBQ	1993	Fortaleza	50º CBQ	2010	Cuiabá
17º CBQ	1971	Porto Alegre	34º CBQ	1994	Porto Alegre	51º CBQ	2011	São Luís

A Química do Agronegócio

A RQI aproveitando o momento da realização do

Congresso Brasileiro de Química em Cuiabá, reunindo a comunidade química sob o tema *Agroindústria, Qualidade de Vida e Biomas Brasileiros*, buscou montar como matéria de capa desta edição um quadro das atividades, pesquisas, utilização e estratégias da Química voltada ao Agronegócio, esta que é uma das áreas que mais se desenvolve no país.

Ouvimos representantes do MAPA - Ministério da Agricultura, da Embrapa Agroindústria de Alimentos e da ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal.

No MAPA tivemos oportunidade de entrevistar o Dr. Luís Eduardo Pacifici Rangel, Coordenador-Geral de Agrotóxicos. Na ANDEF, entrevistamos o Engenheiro Agrônomo Guilherme Luiz Guimarães, Gerente Técnico e de Regulamentação Federal.

Da Embrapa publicamos artigo de autoria de Regina Celi Araújo Lago e Humberto Bizzo, ambos pesquisadores da Instituição, sendo a Dra. Regina, Chefe Geral da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Suas opiniões e respostas dão uma amostragem bem realista do setor.

O controle dos agroquímicos

RQI - Como o Ministério da Agricultura atua no controle dos agroquímicos no Brasil?



Foto: arquivo MAPA

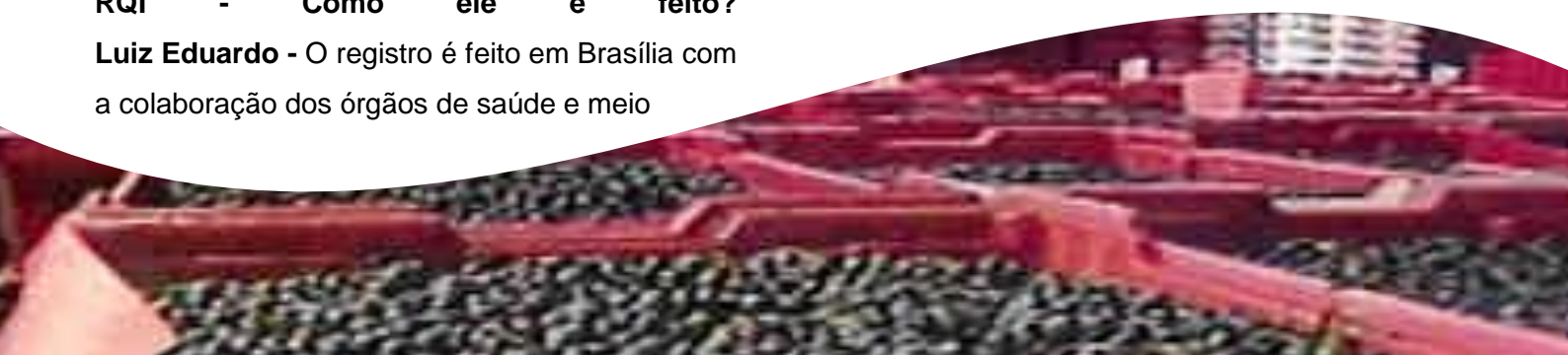
Luiz Eduardo (foto) - O MAPA é o órgão registrante e como tal o principal gestor dessas substâncias no Brasil. No processo de análise dos registros, cabe ao MAPA

avaliar a composição e a eficiência agronômica desses produtos. Após o registro, é o órgão anuente da importação e o principal agente fiscalizador da produção e da importação desses insumos no Brasil.

RQI - Como ele é feito?

Luiz Eduardo - O registro é feito em Brasília com a colaboração dos órgãos de saúde e meio

ambiente, que avaliam suas competências específicas. Somente após a aprovação desses órgãos o registro pode ser homologado pelo MAPA e passa a ter validade para produção, importação e comercialização. A fiscalização é feita pelas representações do MAPA nos Estados, as Superintendências Federais de Agricultura. Através de Fiscais Federais Agropecuários, Agrônomos ou Químicos, as fabricas são fiscalizadas e os produtos analisados para verificação da conformidade com o registro. As não conformidades detectadas levam a autuação das empresas e podem chegar ao cancelamento do registro.





RQI - Sendo o agronegócio uma das áreas em desenvolvimento no Brasil hoje, tem existido por parte das empresas fabricantes desenvolvimento tecnológico em seus sistemas e produtos?

Luiz Eduardo - Sim. O que o governo pode perceber é que existe um grande investimento por parte das indústrias em produtos menos impactantes e menos tóxicos porém que guardem a eficiência no controle de pragas. Esse movimento é percebido globalmente e o Brasil como grande produtor de alimentos e com a pujança da agricultura tem fomentado também esse avanço. Entretanto, o custo para o desenvolvimento de novas tecnologias é cada vez mais alto e poucas são as empresas que se dedicam a essas inovações. É importante além da descoberta de novas tecnologias que os pesquisadores e cientistas brasileiros façam parte do desenvolvimento para que o conhecimento e a aplicabilidade dessas inovações ocorram efetivamente no que interessa

ao agricultor brasileiro.

RQI - Esta área é tida por muitos como uma poluidora. Existem programas de sustentabilidade e responsabilidade social que aqueles que atuam no mercado adotam?

Luiz Eduardo - Sim. Faz parte do programa de todas as Empresas que atuam nesse setor a necessidade de inclusão de projetos de educação e treinamento, além de estarem sempre envolvidas com projetos de reciclagem. A área de agrotóxicos foi à primeira no Brasil a ter uma política real de reciclagem de resíduos sólidos 10 anos antes da Lei específica sobre o assunto. Além disso, projetos de educação e treinamento em setores importantes vêm revolucionando a área de educação no campo, atingindo não mais apenas o agricultor, mas a família que passa a ser um importante fator de multiplicação dos conceitos de segurança com agrotóxicos.

Defensivos agrícolas: A harmonização de processos para o comércio internacional

Todo defensivo agrícola registrado em órgãos governamentais e liberado para comercialização, em qualquer lugar do mundo, possui definido, mesmo que com valores ou nomenclaturas distintas, o Limite Máximo de Resíduo (LMR). Trata-se de um nível de resíduo de produto que garante a segurança ao meio ambiente e à saúde, mesmo que permaneça nas lavouras

após a pulverização. Estabelecidos criteriosamente com base em diversos e complexos estudos, os LMRs variam conforme o tipo de produto, de cultura e mesmo as características da agricultura local. Por este motivo, entre os países esses números não são necessariamente idênticos, o que pode ocasionar problemas nas negociações internacionais.



Workshop internacional organizado em agosto de 2010 pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA, mediante seu Serviço Agrícola ao Exterior e a

Agência de Proteção Ambiental (FAS/EPA/IR-4), debateu temas sobre Limite Máximo de Resíduos e Boas Práticas Laboratoriais, em San Jose, na Costa Rica.

A fim de buscar uma harmonização nesses limites e treinar autoridades dos Governos Latino-Americanos, o evento reuniu 60 autoridades da área de registro de defensivos agrícolas da América Latina e da América do Norte. Convidado pela CropLife, Guilherme Luiz Guimarães (foto), gerente de Regulamentação Federal da ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal, entidade que reúne 15 empresas que trabalham na pesquisa, no desenvolvimento e na comercialização de defensivos agrícolas, expôs procedimentos relacionados aos LMRs adotados no Brasil.

Na entrevista a seguir, Guimarães traz um amplo painel das discussões travadas em torno do tema durante o workshop e analisa seus prováveis desdobramentos.

RQI - Qual a importância de se harmonizar os Limites Máximos de Resíduos entre os países?

Guimarães - O principal quesito é acabar com os entraves nas comercializações internacionais, bem como buscar formas de extrapolação dos LMRs. Se a Europa tem um produto registrado para a cultura do tomate, por exemplo, com LMR já estabelecido, não permite a entrada de um produto que tiver um valor maior. Isso é um problema, pois no caso do nosso país, poderemos ter valores de LMR maiores, por conta de uma agricultura tropical, que possui maior biodiversidade (quantidade e diversidade de pragas e doenças). Como isto não ocorre, na Europa, o número de aplicações e o intervalo de segurança são diferentes e o índice de resíduos provavelmente será mais baixo. Com essas diferenças nos LMRs, um produto pode vir a ser rejeitado injustamente.

RQI - Como são determinados, tecnicamente, os critérios para definição dos limites máximos de cada governo?

Guimarães - Um ponto importante no processo de harmonização é a definição do que se entende por resíduo para cada molécula, que pode ser divergente conforme a legislação de cada país. A Cipermetrina, por exemplo, pertencente ao grupo dos piretróides, possui diversos isômeros. Alguns países, ao tratar legislações, englobam não somente a Cipermetrina, mas alguns de seus isômeros, o que possibilita variação nos valores dos LMRs. Por isso a necessidade de harmonização na definição de cada molécula. Isso pode ser resolvido utilizando-se o Codex Alimentarius – uma comissão criada pela FAO (braço da ONU para a Agricultura e Alimentação) e pela WHO (Organização Mundial de Saúde) com o objetivo de criar padrões, códigos de conduta e orientações relacionados a alimentos



reconhecidos internacionalmente – como a base para essas definições. Basta o órgão determinar para cada molécula uma definição única e que isto venha a ser adotado globalmente. Através da ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária –, o Brasil publica, para cada molécula, uma monografia que contém a definição de resíduo e o valor do LMR para cada cultura aprovada.

RQI - Há exemplos práticos de negociações desfeitas, em que os produtos agrícolas comercializados chegam a ser devolvidos?

Guimarães - Quando os produtos chegam, por exemplo, na Europa, via Porto de Roterdã, eles são analisados e, se os resultados encontrados estão acima dos parâmetros aprovados pela União Europeia, poderá ocorrer rechaço. No final da década de 90, tivemos alguns problemas com mamão e outras frutas. Com o Japão, já tivemos problemas com café. Foi preciso uma discussão bastante técnica e política para a solução do entrave.

Se tiver três rechaços, no Japão, paralisa-se a importação e o prejuízo é grande para os cafeicultores brasileiros.

RQI - Existe padronização nos processos adotados para as análises, para que não ocorram erros no resultado?

Guimarães - Este foi mais um tema importante abordado no Workshop: as BPLs, ou Boas Práticas Laboratoriais. É fundamental que os Limites Máximos de Resíduos sejam estabelecidos com a adoção dessas práticas que, apesar de serem nomeadas como “laboratoriais”, não tratam apenas dos procedimentos internos

de laboratório, mas também dos processos de experimentação externa, em campo. Se os procedimentos de uma análise são adotados de forma padrão em países diferentes, não há porque ter dúvidas em relação ao resultado alcançado, pois foram feitos com a mesma ferramenta de gerenciamento.

Por isso a ideia é que todos os países adotem essas práticas, pois elas asseguram a qualidade e a integridade dos dados submetidos às autoridades para suportar o registro de um defensivo agrícola. Um dos pontos mais importantes das BPLs é a viabilização da rastreabilidade.

Como tudo é registrado, é possível identificar onde ocorreu um possível erro e quem foi o responsável. Isso também diminui fraudes.

No Brasil, os Limites Máximos de Resíduos são determinados localmente desde 1985, mas integrado às BPLs, somente depois de 2006, por exigência da legislação (RDC 216/ANVISA).

RQI - Como são definidos os padrões de procedimentos?

Guimarães - Os países membros da OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, que reúne cerca de 30 países industrializados a fim de discutir e responder a assuntos de mútua preocupação – vêm perseguindo uma harmonização global dos procedimentos, estudos e de boas práticas de laboratório.

Em 1978 e 1980, um grupo de

especialistas estabeleceu os Princípios de Boas Práticas de Laboratório da OCDE (BPL), procedendo a síntese dos métodos de gestão, das práticas científicas e da experiência de diversos organismos nacionais e internacionais. Esses Princípios foram adotados pelo Conselho da Organização em 1981.

Em 1995 e 1996, constituiu-se um novo grupo de especialistas, a fim de revisar e atualizar esses Princípios. O Brasil, no campo específico dos defensivos agrícolas, começou a trabalhar para a implementação de BPLs inicialmente visando estudos de laboratório para suportar os processos de registro, na segunda metade dos anos 90, atuando junto ao INMETRO, Órgão responsável no Brasil pela acreditação e certificação de laboratórios.

Após um período de Membro Provisório, o Brasil está em vias de ser aceito como membro efetivo do Sistema de Mútua Aceitação de Dados da OCDE. O Codex Alimentarius segue as bases de BPL determinadas pela Organização para a realização dos ensaios de resíduos que determinam seus LMRs.

Esses padrões do Codex deveriam balizar o mercado internacional.

RQI - Do que se tratava exatamente sua apresentação e o que foi discutido a partir dela?

Guimarães - Abordou o Limite Máximo de Resíduos no Brasil. Contamos que, até 1985, aceitávamos o limite estipulado pelos principais órgãos internacionais, mas depois dessa data, passou-se ter a obrigatoriedade de apresentar dados locais. Várias etapas foram sendo sucessivamente cumpridas até 2006, quando

passamos a adotar as BPLs para a realização dos estudos de resíduos no país, alinhando o Brasil com os principais países industrializados. Dessa forma, os LMRs gerados no país podem colaborar na determinação dos Limites Máximos de Resíduos do Codex Alimentarius.

O Brasil é o único país da América Latina cujos limites máximos de resíduos são determinados via BPL.

RQI - Qual a maior dificuldade enfrentada hoje pelo setor de defensivos agrícolas?

Guimarães - A maior dificuldade está em se conseguir inovações.

Hoje, as moléculas dos produtos são muito mais complexas do que as de períodos anteriores. O crivo de testes toxicológicos e ambientais é maior, tornando a seleção mais rígida e, desta forma, tomando um tempo maior para seu completo desenvolvimento.

Para se ter uma idéia, para que uma única nova molécula se torne um produto, as quinze empresas associadas da ANDEF pesquisam e desenvolvem em laboratórios e estações experimentais, durante cerca de 10 anos, um volume de cerca de 140 mil moléculas.

Dessa quantidade, a média é que apenas uma possa chegar ao mercado efetivamente.

Esse trabalho científico consome aproximadamente US\$ 250 milhões.

Buscam-se, hoje, produtos de nova geração, produtos biológicos, produtos baseados no metabolismo secundário de plantas e formas diferentes de manejo no controle de pragas, doenças e plantas invasoras.





A Presença da Química no Agronegócio

Humberto R. Bizzo e Regina Celi A. Lago

Embrapa Agroindústria de Alimentos

Não é novidade que a Química, como ciência ou nas suas vertentes tecnológicas, tem sido associada a contaminantes, poluição e venenos, algo assim como o *lado sombrio da Força*, poderíamos dizer. Mas é fato, ainda que por vezes pouco divulgado, que ela tem participado significativamente, junto com as demais Ciências, na melhoria da qualidade de vida da população, tornando possível e economicamente viável desde baterias para celulares até medicamentos e combustíveis de fontes renováveis. Particularmente para o Agronegócio, a contribuição da Química é bastante expressiva. Diversas são as áreas de atuação.

Com relação à produção agrícola, e começando por baixo, ou seja, pelo solo, as plantas, como os demais seres vivos, necessitam de nutrientes para crescer, o que torna uso correto de fertilizantes um dos mais importantes fatores no planejamento, condução e produtividade do cultivo. A produção de fertilizantes é considerada área estratégica. Junto com a disponibilidade de recursos hídricos, a capacidade produtiva e a disponibilidade de

matérias-primas para a fabricação de fertilizantes são pontos críticos na autonomia da produção agrícola.

O Brasil é um dos países mais dependentes da importação: cerca de 60% do total consumido vem de fora, enquanto outros países com grande produção agrícola importam na faixa de 10 a 20%. Dos principais insumos – potássio, nitrogenados e fósforo – o potássio é o mais crítico, com importações na ordem de 90% do total processado. Apenas em 2009, foram importadas mais de 10 milhões de toneladas de adubos e fertilizantes, uma sangria de quase quatro bilhões de dólares na balança comercial (Aliceweb, 2010). Pesquisas vêm sendo desenvolvidas para viabilizar a obtenção de potássio a partir de fontes minerais abundantes no país, como feldspatos.

Plantas são alimentos, tanto para o homem quanto para insetos, fungos, bactérias e vírus. A proteção da safra, com o uso de defensivos, é o segundo maior emprego da Química no Agronegócio. O mau uso deste recurso é um dos responsáveis pela propaganda negativa da Química. A utilização de

biodefensivos e as práticas de controle biológico ainda não são suficientes para substituir a demanda dos produtos convencionais, mas a biotecnologia tem aqui papel de destaque. Novas variedades, resistentes às pragas, têm sido lançadas. Porém, na luta pela sobrevivência, não é apenas a espécie humana que possui a capacidade de modificar o meio ambiente; também o fazem os fungos e bactérias, tornando-se



Dra. Regina Celi A. Lago

resistentes e sustentando o *front* desta batalha por alimento e sobrevivência. Mas o que tem a ver a Química com a Biotecnologia? Tudo. No desenvolvimento de variedades, seja por melhoramento convencional, seja com o uso de engenharia genética, é indispensável monitorar a composição química tanto da parte que irá se tornar alimento (fruto, grão, folha) quanto de outros metabólitos produzidos, que têm papel importante na relação da planta com o ambiente que a cerca. Se não houver bioequivalência, a nova variedade não poderá ser comercializada. E, a maior parte dos estudos de bioequivalência envolve análise química.

O estudo e o estabelecimento de práticas de manejo é outra área importante do Agronegócio onde a Química tem contribuído de forma expressiva, com o monitoramento de substâncias específicas. A cultura de tecidos como técnica de produção de mudas e de biomassa, garantindo a padronização genética e a transferência das características adquiridas nas etapas de melhoramento às etapas de produção,

também está associada a um grande emprego da atividade Química, da padronização dos meios de cultura à determinação da composição e quantificação das substâncias de interesse no material cultivado.

Colhida a safra, é necessário protegê-la das pragas e de si mesmas, já que as reações químicas, ou bioquímicas, se preferirem, continuam ocorrendo nos vegetais. Como manter um

alimento preservado enquanto ele cruza o Atlântico até o consumidor final? A refrigeração é uma das técnicas empregadas, mas o controle (químico) da atmosfera de armazenamento tem aí um papel decisivo.

Nossas avós ensinavam que “uma maçã podre põe todo o saco a perder”. A Química veio, séculos depois, mostrar como. O eteno, uma substância composta por moléculas quimicamente muito simples e de largo emprego na indústria de polímeros é, nos vegetais, o principal hormônio regulador da maturação dos frutos. Tão interessante e importante, do ponto de vista prático, é o fato da produção desta substância poder ser regulada pela presença de outra, também muito simples, o dióxido de carbono.

O balanceamento destes dois gases viabiliza uma logística complicada de transporte e conservação de produtos frágeis e torna possível ao produtor brasileiro oferecer seus produtos em





mercados nunca antes alcançados.

Se a conservação do produto, uma fruta, digamos, é problema, por que não empregar uma embalagem protetora? Como conciliar o uso de material para embalagem que não transfira ao produto características indesejáveis (cor, cheiro), não gere resíduos poluentes e não envolva custos elevados de mão-de-obra (imaginem embalar algumas toneladas de mamão, um a um)? Com Química, claro! O uso de embalagens comestíveis, à base de filmes de amido e outros materiais, permite aumentar a vida útil dos produtos, de abacates a morangos. São incolores, inodoros, biodegradáveis e comestíveis. O desenvolvimento de bioembalagens é um dos campos de trabalho no qual a Química de Polímeros oferece ferramentas importantes aos engenheiros de alimentos para a solução de problemas de conservação. Pesquisas na fronteira deste conhecimento estão em andamento na Embrapa Agroindústria de Alimentos (CARVALHO, *et al.*, 2010).

Outra técnica de conservação de alimentos, particularmente os processados, envolve o uso de antioxidantes. Butil-hidroxitolueno (BHT) butil-hidroxi-anisol (BHA) têm sido aplicados com essa função e, em muitos casos, podem ser substituídos por substâncias antioxidantes de origem vegetal. Os ácidos cítrico e ascórbico (a tal vitamina C), já são empregados. Por que não utilizar fenóis, como timol ou carvacrol? Pode parecer que um produto que tenha timol na lista de ingredientes não vai atrair novos consumidores, mas se for utilizado

o óleo essencial de tomilho, composto por cerca de 50% de timol?

Óleos essenciais são materiais ricos em antioxidantes e vários possuem atividade antimicrobiana estabelecida (OLIVEIRA *et al.*, 2007). São seguros para uso em alimentos. Possuem o inconveniente de acrescentar aroma e sabor ao produto original. Dependendo do produto, entretanto, este fato pode ser transformado em vantagem competitiva. Produtos aromatizados, como óleos vegetais, têm encontrado nichos de mercado associados à gastronomia. De certo modo, pode-se dizer que se une o útil ao agradável.

Outras vertentes do agronegócio que não a produção de alimentos também envolvem o trabalho do químico. A necessidade de matérias-primas oriundas do extrativismo tem levado à exploração predatória e contribuído para aumentar a lista de espécies vegetais ameaçadas de extinção. Entre as décadas de 1950 e 1980, o Brasil exportou safrol, matéria-prima para as indústrias farmacêutica e de inseticidas, obtendo o produto do lenho de uma árvore da família Lauraceae, encontrada do Sul de Minas Gerais até Santa Catarina. Hoje o país importa safrol da China. Existem fontes alternativas sustentáveis para a produção de safrol? Sim, e aqui mesmo no Brasil.

Pesquisas realizadas nos anos 1970 e 1980 permitiram identificar espécies vegetais

ricas em safrol na Região Norte (MAIA *et al.*, 1987). Posteriormente, foram avaliadas as práticas de manejo necessárias à produção em escala comercial. Para balizar esta investigação, mais de 1500 amostras de óleo essencial foram analisadas (SILVA-SANTOS *et al.*, 2005).

A investigação da composição química das plantas, ou fitoquímica, é sem dúvida o palco principal de atuação dos profissionais dos centros de pesquisa públicos e privados. A biodiversidade nacional encerra possibilidades de novas matérias-primas, novos fármacos, novos aromas, novas fontes de nutrientes e combustíveis, e excelentes perspectivas comerciais. Há que se aproveitar este potencial de forma sustentável.

A oferta de alternativas ao uso de combustíveis fósseis é uma área de atuação relevante do Agronegócio. O Brasil se destaca no cenário internacional por sua produção de álcool etílico e, mais recentemente, de outros biocombustíveis. Aqui também a Química tem muito a oferecer, seja na prospecção de espécies produtoras de óleos vegetais, na mensuração dos efeitos de melhoramentos agronômicos e no desenvolvimento de processos de extração, síntese e purificação deste tipo de combustível.

Longe de estabelecer um rol exaustivo, são apresentados aqui apenas alguns pontos de atuação da Química no Agronegócio. Na maioria dos casos, sua presença não é percebida pelo consumidor final, exceto no seu viés negativo, como agente poluente e destruidor. E, mesmo nestes casos, foi graças ao trabalho de um profissional da área da Química que a

contaminação foi descoberta e medida.

O uso de novas tecnologias tem sido um importante aliado na conquista e manutenção de novos mercados. A Química cumpre aqui seu papel de contribuir para a superação de barreiras técnicas, e de tornar produtos tão importantes como os alimentos mais acessíveis, mais nutritivos, mais saudáveis e, por que não, mais saborosos. Todos desejam frutas livres de agrotóxicos, mas com muito antioxidante (flavonóides), cor (carotenóides) e sabor (ésteres, alcoóis, terpenos, aldeídos, lactonas).

Em essência, Química, deliciosamente química.

Sem Química, só o vácuo absoluto!

Referências bibliográficas

- CARVALHO, C. W. P.; FAKHOURI, F. M.; TAKEITI, C. Y.; ORTIZ, J. A. R.; ASCHERI, J. L. R. Diffraction and X-ray morphology of bioplastics flexible cassava starch. **NanoAgri** 2010. São Pedro, SP, p.216.
- MAIA, J. G. S.; SILVA, M. L.; LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; RAMOS, L. S.; Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em safrol. **Química Nova**, v. 10, p. 200-205, 1987.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO. **Aliceweb**. <http://alicesweb.mdic.gov.br>. Acessado em 02 de agosto de 2010.
- OLIVEIRA, R.; LEITÃO, G. G.; BIZZO, H. R.; LOPES, D.; ALVIANO, D. S.; ALVIANO, C. S.; LEITÃO, S. G. Chemical and antimicrobial analyses of essential oil of *Lippia organoides* H.B.K. **Food Chemistry**, v.101, p.236-240, 2007.
- SILVA-SANTOS, A., ANTUNES, A. M. S.; D'ÁVILA, L. A.; BIZZO, H. R.; SOUZA-SANTOS, L. C. S. Safrole – Alternatives for Industrial Production. **Perfumer & Flavorist**, v. 30, p. 62-64, 2005.



Defensivos agrícolas orgânicos são sempre mais ecológicos?

Dra. Lúcia de Souza

Public Research and Regulation Initiative (PRRI)

Qualquer atividade exercida pelo ser humano gera impactos no meio ambiente, sejam eles com implicações sociais, econômicas ou ecológicas, de maior ou menor intensidade. Diversos fatores podem estar relacionados a esses impactos e diversas medidas podem ser tomadas para minimizá-los.

No caso da agricultura, prática que é realizada pelo homem há mais de 10 mil anos, há bons motivos para que sejam desenvolvidas e implantadas abordagens para reduzir o impacto ambiental, como substituir inseticidas antigos por alternativas mais eficientes e menos prejudiciais. Porém, noções pré-concebidas e posições inflexíveis dificultam a discussão mais ampla e séria a respeito das melhores soluções possíveis.

Uma ideia ainda muito difundida é a de que tudo que é "natural", ou seja, encontrado na natureza, é mais seguro ou mesmo inofensivo tanto para a nossa saúde como para o ambiente. A crença de que efeitos da agricultura orgânica são mais tênues para o ambiente do que produtos químicos sintéticos presume que é melhor utilizar as variedades minerais de pesticidas naturais.

Mas o que se sabe realmente sobre a segurança de produtos químicos naturais? Na verdade, há inúmeros exemplos de produtos químicos naturais que são tóxicos. Recentemente um grupo de cientistas canadenses comparou o impacto ambiental de inseticidas sintéticos novos com o de naturais usados na agricultura orgânica para controle de pulgão em soja. Os inseticidas orgânicos testados, além de menor eficácia, tiveram um impacto semelhante ou até maior em várias espécies de inimigos naturais. Em laboratório, foram mais prejudiciais para os organismos de controle biológico em experimentos de campo e tiveram um Quociente de Impacto Ambiental maior. O estudo mostrou ainda que os pesticidas novos vêm melhorando e que nem sempre os orgânicos são ambientalmente mais ecológicos do que os convencionais.

Outro exemplo similar é a importância da produtividade na agricultura. Muitas vezes esse aspecto é visto de forma negativa, como se a produtividade fosse importante exclusivamente por interesses econômicos. São desconsiderados a melhora na qualidade de vida da sociedade, a maior qualidade nutricional dos alimentos e os benefícios à saúde do planeta. Do ponto de vista humanitário, a intensificação agrícola melhora diretamente a saúde

humana e salva vidas, na medida em que aumenta a oferta de alimentos disponíveis. Além disso, há também o legado ambiental da produtividade, que é menos óbvio. Há muito tempo se reconheceu que a maior produtividade da lavoura tem poupado o aumento da área agrícola para obter a mesma quantidade de alimento. Ou seja, evita a destruição de florestas ou ecossistemas que lesa a biodiversidade vegetal e animal. Mas ainda há dúvidas sobre a capacidade da agricultura moderna para equilibrar as necessidades humanas e ecológicas tanto no presente como no futuro.

Considerando que a agricultura é reconhecida como fonte considerável de emissões de gases e que devemos aumentar os esforços para mitigar o efeito estufa, Burneya e colaboradores analisaram o efeito da intensificação agrícola entre 1961 e 2005. A descoberta é interessante: enquanto as emissões de gases provenientes da produção e aplicação de fertilizantes aumentaram, o efeito líquido total graças ao maior rendimento fez com que fossem evitadas até 161 gigatoneladas de emissões carbono desde 1961.

Obviamente todos os sistemas agrícolas são importantes, cada qual com suas vantagens e desvantagens e, além destes, existe toda uma gama de aspectos a serem considerados para reconhecer as melhores opções. Entretanto, de acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO), há um bilhão de pessoas famintas no mundo. A população segue crescendo e, sem dúvida, proteger o meio ambiente da melhor maneira é necessário.

É imperativo que tratemos desse tema de maneira responsável e isenta, afastando da discussão as questões ideológicas que permeiam sempre as questões ambientais. Está mais do que na hora de tomarmos a ciência como base para indicar a combinação ideal de opções mais sustentáveis e inteligentes para a produção de alimentos, que melhor sirva para cada região e cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bahlai, C. A., Y. Xue, ... (2010). "Choosing Organic Pesticides over Synthetic Pesticides May Not Effectively Mitigate Environmental Risk in Soybeans." *PLoS ONE* 5(6).
- Burneya, J.A.; Davisc, S. J., and Lobella, D.B., 2010. "Greenhouse gas mitigation by agricultural Intensification Proceedings of the National Academy of Sciences.

Tratamento Biológico em Meio Aeróbio de Águas Residuárias Contendo Combustíveis Oxigenados – Estado da Arte

Luciano Matos Queiroz¹; Dione Mari Morita²

¹Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia

²Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
e-mail: lmqueiroz@ufba.br.

RESUMO

Éter metil-tércio-butílico (MTBE); éter etil-tércio-butílico (ETBE); éter tércio-amil-metílico (TAME); éter di-isopropílico (DIPE); álcool tércio-butílico (TBA); metanol e etanol, são denominados combustíveis oxigenados e, normalmente, adicionados à gasolina para melhorar a eficiência da combustão e diminuir a poluição do ar. Para que ocorra a biodegradação estável desses compostos em estações de tratamento de efluentes industriais (ETEI's), algumas condições precisam ser respeitadas. A maioria dos relatos existentes na literatura especializada apresenta resultados obtidos com culturas puras ou mistas, adaptadas ou não, submetidas a condições controladas (temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e pH) e aclimatadas aos poluentes, dificilmente encontradas em estações de tratamento em escala real. O presente artigo propõe uma ampla revisão da literatura, sobre o desenvolvimento, parâmetros de projeto e eficiências alcançadas com a aplicação de reatores biológicos aeróbios com biomassa imobilizada ou em suspensão, projetados com a finalidade de remover os poluentes presentes em águas residuárias contendo combustíveis oxigenados.

INTRODUÇÃO

O recente e contínuo crescimento exponencial das quantidades de poluentes lançados no meio ambiente, algo em torno de 150 Mt somente nos EUA (USEPA, 2003), tem estimulado o desenvolvimento de tecnologias de controle da poluição, dentre as quais a biodegradação aeróbia de compostos orgânicos de difícil degradação em reatores especificamente projetados para tal finalidade. A principal razão para aplicação desses sistemas de tratamento está associada aos menores custos envolvidos, contudo, fatores como: toxicidade à biomassa; limitações para aderência da biomassa, difusão do ar para o interior do biofilme ou dos flocos biológicos e degradação ácida do meio suporte e dos materiais

constituintes dos reatores limitam a sua adoção em escala real.

Para que ocorra a biodegradação estável desses compostos em estações de tratamento de efluentes industriais (ETEI's), algumas condições precisam ser respeitadas, dentre as quais: temperatura (faixa de valores ótimos entre 20 e 35°C); valores de pH próximos da condição neutra; boa condição de mistura para promoção do contato entre poluentes e biomassa; disponibilidade de micronutrientes e macronutrientes essenciais ao crescimento celular (N, P, K e S) e, sobretudo, a manutenção de uma concentração do poluente na fase líquida viável à biomassa, ou seja, se a presença do poluente diminui no meio líquido abaixo de certa concentração limite, não é possível sustentar a

produção celular, e assim, não haverá produção de enzimas específicas e a biodegradação cessará gerando um desequilíbrio cíclico do sistema.

Diante desse desafio, os técnicos têm desenvolvido soluções que, geralmente, envolvem a utilização de uma matriz de adsorção, seja para a manutenção do poluente em uma concentração desejada, ou para a manutenção da população microbiana apta a degradar o poluente em questão. Embora, reatores de leito fluidizado com carvão ativado granular (CAG) sejam utilizados em algumas plantas industriais já se sabe que a presença de um espesso biofilme na superfície do carvão acresce a resistência a transferência de massa do poluente da fase líquida para a superfície do carvão, o que, em longo prazo, prejudica a eficiência global de remoção do poluente. (KOVÁROVÁ-KOVAR e EGLI, 1998).

A partir desse ponto, faz-se necessário desenvolver novos reatores biológicos mais compactos e capazes de atingir elevadas eficiências de tratamento de águas residuárias contendo poluentes perigosos. O dimensionamento desses sistemas deve levar em conta a distribuição dos poluentes entre as diferentes fases, com relevância para a quantidade de poluente que fica adsorvida à fase sólida (lodo biológico ou biofilme) e aquela volatilizada nos tanques de aeração, além de considerar as características de interação de diferentes compostos presentes nas águas residuárias complexas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente artigo propõe uma ampla revisão da literatura, sobre o desenvolvimento, parâmetros de projeto e eficiências alcançadas

com a aplicação de reatores biológicos aeróbios com biomassa imobilizada ou em suspensão, projetados com a finalidade de remover os poluentes presentes em águas residuárias contendo combustíveis oxigenados. Apresentam-se também os avanços científicos alcançados na elucidação das rotas metabólicas de biodegradação desses compostos em ambiente com disponibilidade de oxigênio livre, além dos aspectos sinérgicos entre diferentes compostos ao longo das etapas de tratamento.

Combustíveis oxigenados - ocorrência e biodegradação

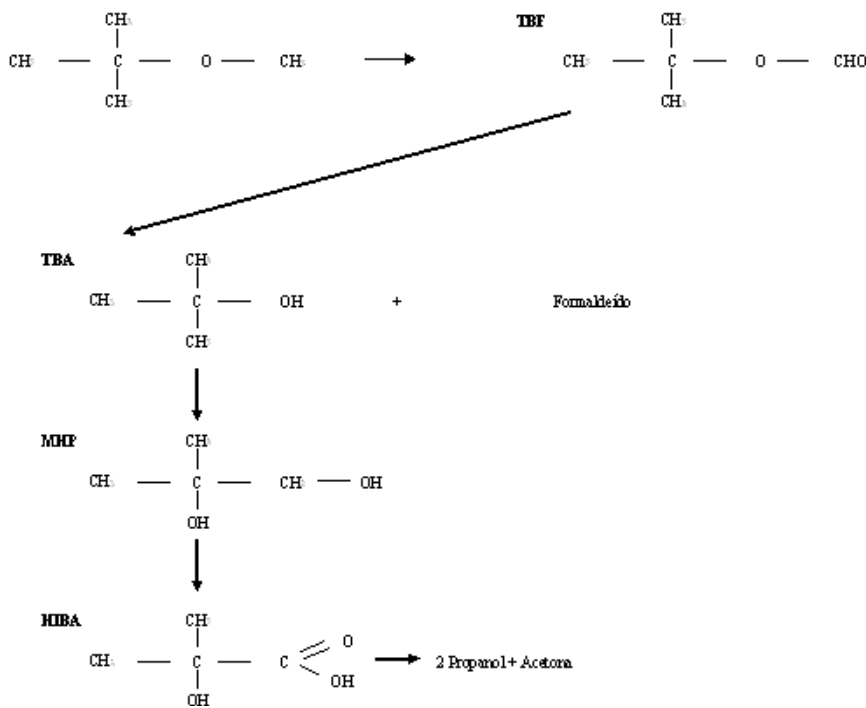
Éter metil-tércio-butílico (MTBE); éter etil-tércio-butílico (ETBE); éter tércio-amil-metilico (TAME); éter di-isopropílico (DIPE); álcool tércio-butílico (TBA); metanol e etanol, são denominados combustíveis oxigenados e, normalmente, adicionados à gasolina para melhorar a eficiência da combustão e diminuir a poluição do ar. Dentre os principais aditivos, MTBE é o mais utilizado, devido ao seu alto grau de octanagem e baixo custo de produção (ANDREWS, 1998). A mobilidade desse composto no meio ambiente é muito grande. MTBE tem sido detectado no ar urbano, nas águas subterrâneas e superficiais (FORTIN e DESHUSSES, 1999). Essa mobilidade deriva, em parte, da alta solubilidade em água ($5,0 \text{ g. L}^{-1}$ à temperatura ambiente), baixo coeficiente de partição octanol-água (entre 0,01 e 0,04 dependendo da temperatura) e da relativa resistência ao ataque microbiano (DEEB; SCOW e ALVAREZ-COHEN, 2000; DAVIS e ERICKSON, 2004).

As rotas metabólicas de degradação de MTBE (Figura 01) ainda não foram completamente elucidadas. Os resultados de algumas pesquisas sugerem que a ligação éter

FIGURA 1

Rota metabólica de biodegradação de MTBE em ambientes aeróbios.

Fonte: adaptado de Deeb, Scow e Alvarez-Cohen (2000)



do MTBE é clivada por uma enzima específica, formando TBA e formaldeído, que foram detectados como metabólitos intermediários mais abundantes. TBA, por sua vez, é biodegradado a 2-metil-1,2-propanodiol (MPH) e ácido 2-hidroxi-3-metilbutanoico (HIBA). A partir desse ponto, apenas especula-se a subsequente formação de 2-propanol, acetona e hidroxiacetona. Entretanto, todos os estudos concordam que uma enzima monooxigenase é responsável pela biotransformação do MTBE em TBA (DEEB; SCOW e ALVAREZ-COHEN, 2000).

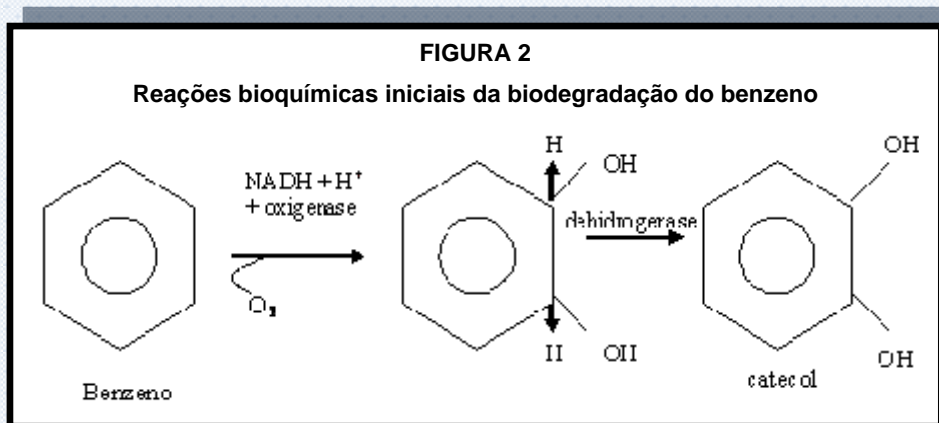
Reatores aeróbios, particularmente aqueles com biomassa imobilizada, constituem uma alternativa interessante para estabilização biológica do MTBE, uma vez que as elevadas concentrações de biomassa, da ordem de 5.000 a 10.000 mg.L⁻¹ de sólidos em suspensão voláteis conferem elevada resistência à carga de choque e estabilidade ao processo de tratamento (WAUL et al., 2007).

Devido ao próprio processo de fabricação de combustíveis fósseis, é esperada a necessidade de tratamento de águas residuárias contendo tanto MTBE como BTEX, entretanto, trabalhos que avaliam a degradação concomitante desses compostos são escassos. Sabe-se que a biodegradação de BTEX é bem conhecida e fundamentada, portanto faz-se necessário avaliar os impactos da presença de MTBE sobre essa biodegradação. Dentre a enorme quantidade e diversidade de hidrocarbonetos aromáticos lançados no meio ambiente, o comportamento de

um grupo de compostos recebe interesse especial por parte dos químicos e engenheiros envolvidos com a área ambiental. Esse grupo, usualmente, denominado de BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e os três isômeros do xileno), são importantes componentes da gasolina e largamente utilizados como solventes.

A gasolina utilizada no Brasil apresenta na sua composição cerca de 20% de etanol e 45% de compostos aromáticos em volume. BTEX podem ser encontrados no solo e na água subterrânea, originários de vazamentos de tanques e canalizações ou da disposição inadequada de resíduos sólidos contendo esses compostos, os quais, após precipitação pluviométrica, são lixiviados.

As rotas metabólicas da biodegradação em meio aeróbio desses compostos já foram extensivamente pesquisadas e como resultado de poucas transformações bioquímicas é possível identificar os metabólitos intermediários.



No meio aeróbio, benzeno e seus homólogos substituídos são inicialmente oxidados a catecol (*orto*-di-hidroxibenzeno) posteriormente, os microrganismos utilizam enzimas específicas para abertura do anel aromático entre os dois radicais hidroxilas (*orto*-clivagem) ou em uma posição adjacente às hidroxilas (*meta*-clivagem), porém, para compostos aromáticos mononucleares, a oxidação inicial do anel aromático (identificação da presença de catecol) é a chave para determinação da biodegradabilidade do composto (Figura 02).

Tanto experimentos em escala de laboratório, quanto estudos de campo têm demonstrado que a presença de BTEX pode inibir a biodegradação do MTBE. Estudos de campo mostraram que essa biodegradação só ocorreu após a extinção de BTEX. Experimentos conduzidos em um reator operado em bateladas, em escala de bancada, apontaram que a presença de xileno ($\sim 10 \text{ mg.L}^{-1}$) inibiu em 48% a biodegradação do MTBE (KOENIGSBERG et al., 1999).

A biodegradação de MTBE em colunas aeradas, preenchidas com sedimentos coletados em aquíferos era estável até a introdução de BTEX. A concentração de álcool *térccio*-butílico (TBA) aumentou com o decréscimo da concentração de MTBE e de oxigênio. Contudo a

subseqüente degradação de TBA não foi observada. (CHURCH et al., 1999).

Pruden et al. (2003) operaram, em escala de laboratório, um reator aeróbio de leito fluidizado, cujo material de enchimento era carvão ativado granular (CAG).

Inicialmente, o reator foi alimentado com uma água subterrânea contaminada com MTBE ($7,8 \text{ mg.L}^{-1}$) a uma vazão de $22,7 \text{ L.dia}^{-1}$ e o tempo de contato no leito foi igual a uma hora. Após um período de adaptação de 30 dias, a concentração média de MTBE no efluente foi igual a $18,5 \pm 10 \mu\text{g.L}^{-1}$. Após 225 dias de operação estável, os pesquisadores passaram a avaliar a remoção simultânea de MTBE e BTEX. A introdução de BTEX ($2,0 \text{ mg.L}^{-1}$) não causou nenhum desequilíbrio e o poluente foi espontaneamente degradado, sem a necessidade de período adicional de adaptação. A investigação prosseguiu com o acréscimo da vazão afluente ao reator (acrécimos graduais de 20%), e constatou-se que com uma vazão 60% superior a inicial, a biomassa necessitou de 30 dias para atingir eficiências iguais às anteriormente anotadas. A Tabela 01 (na página seguinte) mostra um sumário de uma série de experiências avaliando a biodegradação dos combustíveis oxigenados em reatores aeróbios.

CONCLUSÕES:

Embora um extenso número de trabalhos técnicos e científicos ateste ou caracterize as condições ótimas, rotas metabólicas e obtenham parâmetros cinéticos para a biodegradação de compostos perigosos em ambiente aeróbio, poucos avaliam a remoção desses compostos

TABELA 1

Resultados da aplicação de reatores aeróbicos para remoção de combustíveis oxigenados

Reator	Características do Afluente	Dados Operacionais	Eficiências	Referência
Filtro biológico aerado de leito submerso com enchimento de placas cerâmicas	MTBE, ETBE e TAME (10 - 100 mg.L ⁻¹)	TDH = 13 horas SSV ~ 1000 mg.L ⁻¹ Temp: 28 ± 1°C OD > 2,0 mg.L ⁻¹ Recirculação: sim	Remoção de MTBE > 99% Conc. no Efl. - 1,0 - 2,2 µg.L ⁻¹	Kharoune et al., 2001
Filtro biológico aerado de leito submerso com enchimento de cubos de PVC	MTBE (3,2 mg.L ⁻¹)	TDH = 9,8 horas Temp: 19 ± 1°C OD > 2,0 mg.L ⁻¹	Conc. no Efl. De MTBE - 3,0 µg.L ⁻¹	Arvin e Krag, 2003.
Reator aeróbio de leito expandido com CAG	MTBE (150 mg.L ⁻¹)	TDH = 24 horas OD > 2,0 mg.L ⁻¹ Recirculação: não	Remoção de MTBE ~ 70%	Acuña-Askar et al., 2000
Reator aeróbio de leito expandido com CAG	MTBE (160 mg.L ⁻¹)	TDH = 80 horas Temp: 25 ± 1°C OD > 2,0 mg.L ⁻¹ Recirculação: não	Remoção de MTBE ~ 50%	Liu et al., 2006.
Reator aeróbio de leito expandido com CAG	MTBE (10 - 55 µg.L ⁻¹)	TDH = 10 - 72 min Temp: > 10°C OD > 2,0 mg.L ⁻¹ Recirculação: não	Remoção de MTBE > 95% Conc. no Efl. < 5 µg.L ⁻¹	Arvin et al., 2004.
Filtro biológico percolador	MTBE (13 mg.L ⁻¹)	TDH = 4,8 - 84 horas Temp. Ambiente Recirculação: não Nitrificação simultânea	Remoção de MTBE ~ 100%	Morales et al., 2000.
Filtro biológico percolador	MTBE (0,1 - 25 mg.L ⁻¹)	TDH = 0,1 hora Temp: > 14°C	Remoção de MTBE > 90% Conc. no Efl. - 10 µg.L ⁻¹	Prandi et al., 2002.
Airlift	MTBE (10 - 50 mg.L ⁻¹)	TDH = 1,7 - 10 horas Temp: 27 - 29°C OD ~ 4,0 mg.L ⁻¹ Recirculação: sim	Remoção de MTBE > 98%	Stringfellow et al., 2000.
Airlift	MTBE (10 mg.L ⁻¹)	TDH = 1 - 3 horas OD ~ 2,0 mg.L ⁻¹ Recirculação: sim	Remoção de MTBE > 90% Conc. no Efl. - 100 µg.L ⁻¹	Steffan et al., 2000.
Airlift	MTBE (1,7 mg.L ⁻¹)	TDH = 1 hora OD ~ 8,0 mg.L ⁻¹ Recirculação: sim	Conc. no Efl. - 1,0 µg.L ⁻¹	O'Connel, 2001.
Airlift	MTBE (12 mg.L ⁻¹) e TBA (300 µg.L ⁻¹)	TDH = 1 hora OD ~ 8,0 mg.L ⁻¹ Recirculação: sim	Conc. no Efl. (MTBE e TBA) < 1,0 µg.L ⁻¹	O'Connel, 2001.
Airlift	MTBE (350 mg.L ⁻¹) e TBA (170 mg.L ⁻¹)	TDH = 7,5 horas SST ~ 10000 mg.L ⁻¹ Temp.: 25 - 30°C. OD > 1,0 mg.L ⁻¹ Recirculação: sim	Conc. no Efl.: MTBE 15 ± 1 µg.L ⁻¹ TBA 3 ± 3 µg.L ⁻¹	Vainberg et al., 2002
Biorreator de membranas submersas	MTBE (370 mg.L ⁻¹)	TDH = 4,2 dias Temp.: 20°C. SST > 10000 mg.L ⁻¹ OD ~ 3,0 mg.L ⁻¹	Remoção de MTBE ~ 99% Conc. no Efl. - 1 µg.L ⁻¹	Pruden et al., 2001.
Biorreator de membranas submersas	MTBE (150 mg.L ⁻¹)	TDH = 4,2 dias SST ~ 10000 mg.L ⁻¹ Temp.: 20°C. OD > 3,0 mg.L ⁻¹	Remoção de MTBE ~ 99% Conc. no Efl. - 1 µg.L ⁻¹	Wilson et al., 2002.
Biorreator de membranas submersas	MTBE (5 mg.L ⁻¹)	TDH = 1 hora SSV ~ 3500 mg.L ⁻¹ Temp.: 18 - 20°C. OD > 3,0 mg.L ⁻¹	Remoção de MTBE ~ 99% Conc. no Efl. - 39 ± 0,3 µg.L ⁻¹	Morrison et al., 2002.
Biorreator de membranas	MTBE (1000 mg.L ⁻¹)	TDH = 3 dias SST ~ 12000 mg.L ⁻¹	Remoção ~ 99% Conc. no Efl. - 0,1 mg.L ⁻¹	Steffan et al., 2000.

em estações de tratamento de águas residuárias industriais ou de esgoto sanitário que recebem contribuição de despejos industriais. A maioria dos relatos existentes na literatura especializada apresenta resultados obtidos com culturas puras ou mistas, adaptadas ou não, submetidas a condições controladas (temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e pH) e aclimatadas aos poluentes, dificilmente encontradas em estações de tratamento em escala real. Além disso, grande parte desses trabalhos não avalia a interação de substratos, ou seja, os microrganismos são submetidos

exclusivamente a um poluente como fonte de carbono e também, não consideram a distribuição desses poluentes entre as diferentes fases (sólida, líquida e gasosa).

A partir desse ponto, sob a ótica da química ambiental e das restrições impostas pelas modernas leis ambientais, faz-se necessário desenvolver novos reatores biológicos, mais compactos e capazes de atingir elevadas eficiências de remoção desses compostos. O dimensionamento desses sistemas deve levar em conta a distribuição dos poluentes entre as diferentes fases, com relevância para a quantidade de poluente que fica adsorvida à fase sólida (lodo biológico ou biofilme),

além de considerar as características de interação de diferentes compostos presentes nas águas residuárias complexas.

A cultura de projeto atual, quase sempre baseada em parâmetros globais (DQO, DBO, etc.) não é capaz de atestar a eficiência desses sistemas de tratamento na remoção desses compostos. Portanto, é necessário desenvolver o hábito de monitorar e avaliar a remoção de poluentes perigosos específicos em ETE's que tratam esgotos sanitários, para garantir a saúde da população e efetiva proteção da qualidade de vida no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ACUÑA-ASKAR, K.; ENGLANDE JR., A. J.; HU, C.; JIN, G. Methyl tertiary-butyl ether (MTBE) biodegradation in batch and continuous upflow Biofilter. **Water Science and Technology**, v. 42, n. 5-6, p. 153–161, 2000.
- ANDREWS, C. MTBE-A a long-term threat to ground water quality. **Ground Water**, v. 36, p. 705 – 706, 1998.
- ARVIN, E. KRAG, R. Development of MTBE degradation rate in a Biofilter. In: First European Conference on MTBE. Proceedings. Dresden, 2003.
- ARVIN, E.; NIELSEN L. K.; TULLY A. G.; ALBRECHTSEN, H-J; MOSBAEK, H. IWA Leading Edge Conference. Prague, Czech Republic, 2004.
- CHURCH, C. D.; TRATNYEK, P. SCOW, K. Pathways for degradation of MTBE and other fuel oxygenates by isolate PM1. **Extended Abstracts of Analytical Chemistry Society**, v. 40, p. 261 – 263, 1999.
- DAVIS, L. C.; ERICKSON, L. E. A Review of Bioremediation and Natural Attenuation of MTBE. **Environmental Progress**, v.23, n.3, p. 243 – 252, 2004.
- DEEB, R. A.; SCOW, K. M.; ALVAREZ-COHEN, L. Aerobic MTBE biodegradation: an examination of past studies, current challenges and future research directions. **Biodegradation**, v. 11, p. 171 – 186, 2000.
- FORTIN, N. Y.; DESHUSSES, M. A. Treatment of methyl tert-butyl ether in biotrickling filters. 1. Reactor startup, steady-state performance and culture characteristics. **Environmental Science and Technology**. v.33, p. 2980 – 2986. 1999.
- KHAROUNE, M.; PAUSS, A.; LEBEAULT, J. M. Aerobic biodegradation of an oxygenates mixture: ETBE, MTBE and TAME in an upflow fixed-bed reactor. **Water Research**, v. 35, n.7, p. 1665-1674, 2001.
- KOENIGSBERG. S.; SANDEFUR, C.; MAHAFFEY, W.; DESHUSSES, M. A.; FORTIN, N. Y. Peroxygen mediated bioremediation of MTBE. In: The Fifth International In Situ and On-site Bioremediation Symposium. Battelle, 1999.
- KOVÁROVÁ-KOVAR, K.; EGLI, T. Growth kinetics of suspended microbial cells: from single-substrate-controlled growth to mixed-substrate kinetics. **Microbiology Molecular and Biology Reviews**, v. 62, p. 646 – 666, 1988.
- LIU, S-J.; JIANG, B.; HUANG, G-Q.; LI, X-G. Laboratory column study for remediation of MTBE-contaminated groundwater using a biological two-layer permeable barrier. **Water Research**, v. 40, p. 3401 – 3408, 2006.
- MORALES, M.; DESHUSSES, M. A.; REVAH, S. Paper 795. Proc. Annual Meeting and Exhibition of the Air and Waste Management Association (AWMA). Pittsburgh, 2000.
- MORRISON, J. R.; SUIDAN, M. T.; VENOSA, A. D. Use of Membrane Bioreactor for Biodegradation of MTBE in Contaminated Water. **Journal of Environmental Engineering**, v. 128, p. 836 – 841, 2002.
- O'CONNELL, J. E. Fluidized bed bioreactor for MTBE and TBA in water. In: The Sixth International In Situ and On-Site Bioremediation Symposium. Battelle, San Diego, California, June 4–7, p 91, 2001.
- PRANDI, A.; ROMANO, M.; BOTTARELLI, M.; ARMANINI, S. Trickling filter decontamination of MTBE from groundwater: 15 field applications. In: Third International Conference on Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds. Monterey, 2002.
- PRUDEN, A.; SEDRAN, M.; SUIDAN, M.; VENOSA, A. Biodegradation of MTBE and BTEX in an aerobic fluidized bed reactor. **Water Science and Technology**, v. 47, n. 9, p. 123 – 128, 2003.
- PRUDEN, A.; SUIDAN, M.; VENOSA, A.; WILSON, G. J. Biodegradation of Methyl tert-Butyl Ether under Various Substrate Conditions. **Environmental Science and Technology**, v. 35, p. 4235 – 4241, 2001.
- SCHWARZENBACH, R. P.; GSCHWEND, P. M.; IMBODEN, D. M. **Environmental Organic Chemistry**. 2 ed., New Jersey. John Wiley & Sons inc., 2003.
- STEFFAN, R. J.; VAINBERG, S.; CONDEE, C. W.; MCCLAY, K. Biotreatment of MTBE with a new bacterial isolate. In: The Second International Conference on Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds. Battelle, Monterey, California, May 22–25, p 165, 2000.
- STRINGFELLOW W. T.; HINES R. D.; COCKRUM D. K.; KILKENNY S. T. Factors influencing biological treatment of MTBE in fixed film reactors. In: Proceedings of the Second International Conference on Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds. Battelle, Monterey, California, p. 175-179, May, 2000.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Air Trends—Air Emissions Trends, Continued Progress through 2003. Disponível em: <http://www.epa.gov/airtrends/econ-emissions.html>.
- VAINBERG, S.; TOGNA, A. P.; SUTTON, P. M.; STEFFAN, R. J. Treatment of MTBE-Contaminated Water in Fluidized Bed Bioreactor. **Journal of Environmental Engineering**, v. 128, p. 842 – 848, 2002.
- WAUL, C. K.; ARVIN, E.; SCHMIDT, J. E. Microbial Degradation of MTBE in Reactors. **Hdb Env Chem**, v. 5, p. 213–248, 2007.
- WILSON, G. J.; PRUDEN, A.; SUIDAN, M.T.; VENOSA, A. D. Biodegradation Kinetics of MTBE in Laboratory Batch and Continuous Flow Reactors. **Journal of Environmental Engineering**, v. 128, p. 824 – 835, 2002

Microalgas e Biocombustíveis: Entre o sonho e a realidade.

Paulo Cesar Abreu
Universidade Federal do Rio Grande – FURG

Microalgas, microalgas, microalgas... Nos últimos tempos este termo tem sido repetido na mídia como um mantra, nos levando a acreditar em soluções milagrosas para a produção de biocombustíveis, especialmente o BIODIESEL, a partir do cultivo em larga escala destes seres microscópicos.

De fato, ultrapassados alguns “gargalos” tecnológicos, as microalgas poderão representar uma verdadeira revolução verde na produção de combustíveis no planeta!! Entretanto, entre o sonho da produção em larga-escala e a realidade das bombas de combustível há um longo caminho a ser percorrido por pesquisadores, produtores, indústria e comércio.

Mas quem são estas microalgas? Na verdade este é um termo geral que engloba microorganismos (2 – 200 µm) unicelulares que possuem clorofila a e estão presentes em praticamente todos os corpos de água do planeta. A diversidade é imensa, com um número que varia entre 40.000 e 100.000 espécies descritas. Nas regiões oceânicas e costeiras, as microalgas são a base da cadeia alimentar, garantindo as grandes pescarias nos ambientes mais produtivos. Alguns estudos indicam que a absorção de gás carbônico pelas microalgas nos oceanos e a transferência da matéria orgânica produzida pela fotossíntese para os fundo dos mares, estaria reduzindo os efeitos danosos do aquecimento global, produzidos pelos gases do “Efeito Estufa”. Este processo, conhecido como “Bomba Biológica”, gera uma sedimentação massiva de microalgas que, ao longo de eras geológicas, levou à formação do petróleo que estamos queimando hoje nos motores de nossos carros e indústrias.

O cultivo de microalgas apresenta uma série de vantagens em relação aos vegetais superiores. Em primeiro lugar, estes microorganismos apresentam taxas de crescimento inversamente proporcional ao seu tamanho. Estudos realizados em nosso laboratório apontam que algumas espécies de microalgas podem produzir até 700 toneladas de matéria orgânica por hectare/ano. Este número é significativamente maior do que a incorporação de Carbono por reflorestamento que atinge, em média, 3 toneladas de matéria orgânica por hectare /ano. A implicação disto é que podemos produzir com as microalgas a mesma quantidade de matéria orgânica que vegetais superiores, porém em uma área muito menor.

Se pensarmos que 10 a 30 % da biomassa seca formada pelas microalgas é composta de lipídios (substância de reserva) e percentual similar formado de açúcares (substância estrutural e de reserva), podemos entender seu potencial para a produção de

matéria prima para o Biodiesel e Álcool. Além disso, as microalgas produzem também, proteínas, vitaminas, sais minerais e corantes que têm importante uso nas indústrias alimentar e farmacêutica e atingem elevado preço de mercado. Por exemplo, alguns ácidos graxos essenciais (ômega 3 e 6) produzidos pelas microalgas podem atingir o preço de US\$ 2.000 por quilo, enquanto que o corante azul (ficocianina) utilizado na indústria alimentícia não sai por menos de US\$ 500 por quilo. Outra grande vantagem no uso de microalgas é que estes microorganismos podem ser cultivados em água salobra e salgada, liberando a água doce para um uso mais nobre como matar a sede e produzir alimentos. Considerando que nosso país apresenta cerca de 8.500 km de linha de costa, temos um enorme sítio de produção e um abastecimento ilimitado de água para os cultivos. Microalgas marinhas podem ser produzidas até mesmo no interior de alguns estados do Nordeste, onde poços artesianos produzem água com alta salinidade e aluminosidade é abundante por todo o ano.

Deve-se ressaltar ainda que as microalgas podem se utilizar de nutrientes como o Nitrogênio e Fósforo presentes em esgotos domésticos e industriais para o seu crescimento. Ao absorver estes nutrientes, as microalgas realizam a purificação destes efluentes evitando a aceleração da eutrofização dos corpos de água receptores de esgotos, evitando consequências danosas como anoxia, ou surgimento de espécies potencialmente tóxicas. Até mesmo efluentes gasosos derivados da queima de combustíveis em indústrias podem ser injetados em cultivos massivos de microalgas, fornecendo uma suplementação de CO₂ e evitando que parte deste gás entre na atmosfera.

Considerando todas estas vantagens, uma pergunta não para de martelar nossas cabeças. Se as microalgas têm todo este potencial, por que este milagre ainda não está entre nós? A resposta para isto é bem simples: É razoavelmente fácil cultivar microalgas. Entretanto, existem alguns “gargalos” tecnológicos que fazem com que o litro do Biodiesel produzido a partir de microalgas custe entre US\$ 6 e 10 (ou R\$ 12 – 20), enquanto que o diesel de petróleo chega nas bombas a US\$ 0.50 – 1 (R\$ 1 – 2)!!! Enquanto o litro de Biodiesel de microalgas não atingir marca de US\$ 0,60, esta produção não será viável economicamente.

Entre os muitos problemas, talvez o mais significativo seja o fato de que retirar as microalgas da água para posterior extração de lipídio é um processo caro. Hoje em dia, a concentração da biomassa de microalga produzida em sistemas de cultivo se dá por processos filtração e centrifugação, que tem alto custo energético. Vários estudos estão sendo desenvolvidos com o objetivo de otimizar a retirada das microalgas da água de forma menos dispendiosa, através da floculação das células. Outra possibilidade é retirar o lipídio presente nas células estando estas ainda em suspensão no meio de cultura. Isso pode ser conseguido pelo uso de enzimas ou descargas elétricas,

cuja função seria a de romper a parede e membrana celular, liberando o conteúdo citoplasmático no meio aquoso. Estas pesquisas ainda estão em estágio inicial de desenvolvimento e também ainda apresentam um alto custo de operação.

Outra questão importante é a extração do óleo das microalgas. Em se tratando de sementes de plantas oleaginosas, a extração se dá por prensagem. Este processo é inviável para as microalgas, especialmente se estas apresentam tamanho < 10 micrômetros (10^{-9} metro). Sendo assim, a extração de óleos das microalgas se dá pelo uso de solventes orgânicos como clorofórmio e metanol, entre outros, que são caros, tóxicos e inflamáveis.

Apesar de, como dito antes, ser razoavelmente fácil cultivar microalgas, ainda persistem algumas dúvidas sobre qual seria o melhor sistema de cultivo massivo destes organismos. As opções hoje são os cultivos “abertos”, isto é, tanques ou viveiros onde as microalgas são cultivadas a céu aberto, ou os sistemas “fechados” compostos por bio-reatores. Os sistemas abertos apresentam baixo custo, mas estão sujeitos a contaminação de outras espécies de microalgas, o que poderia inviabilizar o cultivo monoespecífico de uma dada espécie de interesse. Os bio-reatores, por outro lado, apesar de terem um excelente grau de controle e baixo risco de contaminação, apresentam um alto custo de construção e operação.

Outra questão a ser considerada quando estivermos em plena produção industrial de microalgas para biocombustíveis é o fornecimento de nutrientes para o seu cultivo. Assim como as plantas, as microalgas, além do gás carbônico, necessitam de outros elementos (macronutrientes) para o seu crescimento. Cultivos massivos necessitarão de grandes quantidades de Nitrogênio e Fósforo e, caso a espécie produtora seja uma diatomácea, será também necessário agregar silicato ao meio de cultivo. Dadas as elevadas taxas de produção, o estabelecimento de cultivos em grande escala de microalgas rapidamente entrará em competição direta com a produção agrícola de alimentos, que já se utilizam de grandes quantidades de fertilizantes.

Por último, é necessário se analisar que uso faremos da biomassa remanescente de microalgas após a extração de lipídeos ou, caso essa extração possa ser feita em meio aquoso, quanto irá custar o tratamento dos efluentes do cultivo das próprias microalgas após este processo de extração.

Voltando ao começo deste texto, pode-se entender porque o tema “Microalgas e Biocombustíveis” é tão freqüente na mídia nestes últimos tempos. Sem dúvida, o potencial desta atividade de cultivo é enorme e o país que primeiro resolver os problemas tecnológicos citados acima terá em mãos uma fonte quase inesgotável de combustível proveniente de uma fonte renovável. Entretanto, como em toda competição, mostrar as armas e blefar faz parte do jogo.

A pergunta que deveríamos fazer agora é: Como o Brasil se encontra nesta corrida e cenário de competição ferrenha? Eu diria que o Brasil tem grande vantagem, especialmente por sua tradição e experiência com a produção de outros biocombustíveis como o álcool e o biodiesel de oleaginosas. Entretanto, apenas tradição não nos colocará a frente da produção de biocombustíveis a partir de microalgas. É necessário, mais do que nunca, o aporte de recursos significativos e contínuos para o desenvolvimento de tecnologias de produção massiva de microalgas e extração de lipídeos. A Petrobrás e, mais recentemente os Ministérios da Ciência e Tecnologia e da Pesca e Aquicultura, aportaram recursos significativos para a pesquisa sobre o cultivo de microalgas. Entretanto, os valores são infinitamente menores do que aqueles investidos por outros países como Alemanha e Japão, ou até mesmo grandes companhias de Petróleo como a Shell e Exxon, sendo que esta última anunciou recentemente um investimento de US\$ 600 milhões para a produção de biocombustíveis a partir de microalgas. Por outro lado, imagino que se hoje tivéssemos disponível um pequeno percentual deste montante investido pela Exxon, provavelmente não encontraríamos no Brasil mão-de-obra qualificada suficiente para desenvolver um “pacote tecnológico” completo em curto ou médio prazo. Portanto, além de investimentos, precisamos urgentemente iniciar o treinamento de pessoal e estabelecer o intercâmbio científico entre os poucos grupos de pesquisa existentes no Brasil, através de uma “Rede de Pesquisas”, a exemplo das redes RECARCINE e AQUABRASIL, que estão impulsionando a aquicultura em nosso País.

Em resumo pode-se dizer que para entrarmos nesta “corrida” com alguma chance de sucesso seria necessário fazer da pesquisa sobre as microalgas um Programa de Estado que envolva Governo, pesquisadores e empresários no estabelecimento de uma tecnologia competitiva, sustentável e que não cause impactos ambientais.

Defensivos Agrícolas e Bases Científicas

“Agroquímicos e medicamentos são os setores com grau de regulamentação mais rígido do mundo.

O fato traduz a preocupação com a segurança desses produtos; Entretanto, abordagens superficiais na imprensa não especializada semeiam receios injustificados junto à opinião pública”

Antonio Carlos Moreira
Jornalista - ANDEF



Foto: CropLife

A tecnologia de defesa vegetal vem sendo motivo de diversos estudos. Tal interesse, por um lado, reafirma sua importância estratégica para a agricultura e, portanto, para o desenvolvimento sustentado dos países. Por outro lado, no entanto, alguns trabalhos sobre o setor no Brasil têm recebido dos grandes meios de comunicação uma abordagem jornalística superficial e com sérios equívocos ao desafiarem as bases científicas. A abordagem e enfoques equivocados, inclusive com alguns erros crassos de interpretação, não levam crédito da comunidade científica que domina plenamente o assunto. No entanto, tais distorções tendem a confundir o público não-especializado e causar receios injustificados nos consumidores desses produtos.

Especialistas em toxicologia são unânimes em afirmar que toda substância química, sintetizada em laboratório ou mesmo aquelas encontradas na natureza, pode ser considerada um agente tóxico. O fato deste não causar problema ou vir a apresentar riscos de efeitos indesejados dependerá das condições de exposição, que incluem: a dose (quantidade de ingestão ou contato), o tempo, a frequência etc.

Assim, por exemplo, nos próprios alimentos, a vitamina D, da qual bastam pequenas quantidades para uma dieta saudável, pode ser letal em doses muito altas.

Os defensivos agrícolas são amplamente estudados. Segundo os especialistas, “para avaliar a segurança do uso das substâncias químicas utilizadas com a finalidade agrônômica, inúmeros estudos toxicológicos são requeridos e avaliados pelas agências de regulamentação de cada país, quando da concessão do registro ou na reavaliação dos produtos já registrados” (*Bases Científicas para Avaliação da Toxicidade de Agrotóxicos*, livro publicado pela International Life Sciences Institute, ILSI-Brasil, 2010).

Lembram também os autores que, além dos estudos toxicológicos, já há muito tempo estabelecidos, os avanços nas pesquisas toxicológicas têm oferecido ferramentas atuais à comunidade regulamentadora, como os modelos computadorizados aplicados à toxicocinética e toxicodinâmica.

Os setores de defensivos agrícolas e farmacêutico apresentam o grau de regulamentação mais rígido do mundo. Antes de sua aprovação, os agroquímicos são submetidos a numerosos requerimentos da legislação; sua regulamentação científica inclui comprovações de eficiência e segurança. “Acordos internacionais, tratados e convenções são firmados visando regular e apoiar o manejo responsável de agroquímicos”, destaca Bernhard Johnen, doutor em Agronomia, consultor da CropLife International

e da FAO, Organização para Agricultura e Alimentação, vinculada à ONU.

No Brasil, para serem aprovados, os defensivos passam por rigorosa avaliação agrônômica, toxicológica e ambiental de três ministérios: da Agricultura; do Meio Ambiente, sob responsabilidade do IBAMA; e da Saúde, através da ANVISA.

Rigor científico

O uso de defensivos agrícolas no combate às pragas revela um fato positivo: os produtores rurais vêm se mostrando, mais recentemente, decididos em melhorar o manejo da lavoura quando aplicam os produtos. Esta é a leitura a que se pode chegar, por exemplo, quando se debruça, de forma isenta e com base científica, sobre o último levantamento do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos, PARA, divulgado em junho deste ano pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. Contudo, a abordagem adotada pelos grandes veículos de comunicação, a cada divulgação anual dos resultados do PARA, tem distorcido aquelas conclusões que deveriam se basear exclusivamente no rigor científico.

O órgão analisou 3.130 amostras, de 20 culturas, entre legumes, frutas e cereais. O resultado aponta que somente 2,8% das amostras estão acima do limite máximo de resíduos.

Este valor é plenamente aceitável, de acordo com agências e organizações internacionais especializadas no tema.

Também se observa que diversos alimentos com amplo consumo registram índice inferior a 1% e mesmo zero de resíduos; são os casos das culturas de alface, batata, cebola, feijão, laranja, manga, arroz e tomate. Ou seja, comprova-se o esforço no sentido de educar e treinar o agricultor para uso racional desta tecnologia, que vem sendo movido por instituições públicas e privadas de ensino e extensão rural, órgãos de governo, empresas e entidades do agronegócio.

Sobre os índices de inconformidades apurados no PARA, o problema maior encontrado não se refere à aplicação desmedida de produtos nas lavouras.

A dificuldade que persiste, para os agricultores, é a necessidade de combater as

pragas quando não há, no mercado, defensivos agrícolas autorizados para o alvo biológico a ser controlado.

Segundo o levantamento da ANVISA, das 3.130 amostras analisadas, 23,8% apresentaram o uso de produto não registrado para a cultura analisada.

Não significa que estes alimentos estejam contaminados e ofereçam risco ao consumidor, mas sim de um caso de inconformidade com a legislação em vigor.

Tal problema poderia ser reduzido na medida em que, em fevereiro deste ano, foi publicada a Instrução Normativa, pelo Ministério da Agricultura. Ressalte-se, porém, que a Instrução não incorporou importantes recomendações apresentadas pela indústria.

Agora, cada empresa tem avaliado com interesse, mas ao mesmo tempo atenção, os diversos aspectos técnicos da recente medida.

Dieta saudável

O histórico tem mostrado que, sem o detalhamento técnico do assunto, a divulgação da pesquisa pelos órgãos de imprensa pode ganhar uma conotação alarmista.

Para Silvia Tfouni e Regina Furlani, do Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital), não há como opinar sobre o assunto, porque os níveis de agrotóxicos encontrados pela ANVISA não foram publicados. “Entretanto, podemos dizer que o benefício de se ter uma dieta saudável, rica em frutas, legumes e hortaliças, é maior que os riscos que possam existir pela presença de agrotóxicos nos alimentos, como demonstram diversas pesquisas na área”.

Portanto, pela presença constante e a forma equivocada como tem sido abordado, o tema *agrotóxicos* está merecendo estudos sobre o papel dos meios de comunicação nas sociedades modernas.

O Brasil tem mostrado, em algumas áreas do Conhecimento, notáveis avanços, como na ciência genética, na pesquisa de combustível fóssil em águas profundas e de energias renováveis.

Ou seja, é tempo de também o Jornalismo se distanciar do sensacionalismo e estar mais próximo do nível de excelência científica experimentado em outras áreas.

Recentes Impactos da Indústria Petroquímica

Livro apresenta situação do mercado atual

Fazendo parte da série *Livros Didáticos do PRH13* da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro com o patrocínio da Agência Nacional do Petróleo – ANP foi lançado o livro “*Recentes Impactos da Indústria Petroquímica Sobre o Parque de Refino*” de autoria dos Professores Patrícia Carneiro dos Santos, Peter Rudolf Seidl e Suzana Borschiver. A publicação contou ainda com o apoio da Fundação de Estudos e Projetos – FINEP.

Obra extremamente atual e com uma boa visão sobre as expectativas futuras do setor, o livro pode ser entendido a partir de seu Prefácio, escrito pelo Engenheiro da Petrobrás, Gerente de Processos Petroquímicos da 2ª Geração do COMPERJ, Luiz Fernando Leite.

Reproduzimos a seguir o texto do Eng^o Leite, que não deixa de ser um artigo de opinião sobre o setor.

“Embora o mercado de produtos petroquímicos mantenha uma forte relação com o desempenho econômico mundial, é marcado por movimentos cíclicos em que a disponibilidade e a demanda dos produtos vão se adequando ao longo do tempo e seus preços variando segundo o apetite por investimentos e pela introdução de novas plantas produtivas. Atualmente, estas tendem, cada vez mais, a serem de elevada capacidade, comumente ultrapassando a produção de um milhão de toneladas/ano de eteno, o que reforça este comportamento cíclico.

Vive-se um momento de grande expectativa e certa apreensão quanto a este mercado, devido à crise econômica que se iniciou em setembro de 2008, afetando substancialmente a demanda, e aos grandes projetos petroquímicos na região do Golfo Pérsico. Estes projetos estão baseados em uma estimativa de custo de gás de US\$ 0,75-2,00/MM BTU, dando uma vantagem significativa para produtos aí manufaturados em relação aos

produzidos no resto do mundo. Esta vantagem é mais pronunciada no momento atual, em que se observa uma elevação do preço do petróleo frente ao gás natural, o que penaliza os projetos baseados em nafta.

Uma forma de conviver melhor com a volatilidade deste mercado e de garantir um seguro suprimento de matérias-primas a preços competitivos é a integração a montante com o refino. Esta obra oportunamente descreve, em escala mundial, diversos empreendimentos recentes, em que diferentes configurações produtivas integram refino à petroquímica, na busca de maior rentabilidade e agregação de valor. Esta variedade de rotas produtivas deve-se principalmente à qualidade e à mistura de cargas disponíveis, aos objetivos de produção e ao grau de flexibilidade desejado nestes complexos, muitas vezes chamados de “refinarias petroquímicas”.

Esta procura pela integração impactou

significativamente os processos de refino com vistas, principalmente, à maximização de olefinas leves. Este trabalho apresenta uma cobertura bem completa dos desafios na adaptação de tecnologias convencionais e na busca de inovações em tecnologias, como no caso do Craqueamento Catalítico Fluido (FCC, da sigla em inglês) para a produção de olefinas. Além disso, são abordadas outras tecnologias para produção de eteno e propeno, como a conversão de gás natural em olefinas, passando pelo intermediário metanol. Outra demanda do mercado, que impactou o leque de tecnologias produtivas, é o grande aumento do consumo de propeno, que superou o crescimento da demanda de eteno, fazendo com que a tradicional unidade de pirólise, que privilegia a produção deste produto, tivesse a sua importância reduzida. Isto acarretou a necessidade de implantação no sistema produtivo de tecnologias que visam especificamente à produção de propeno, como a desidrogenação de propano e a metátese de eteno e buteno.

No caso brasileiro, há anos apresentamos um balanço importação/exportação deficitário para produtos químicos e petroquímicos e, a cada ano que passa, aumenta o valor despendido com a importação destes produtos. Conseqüentemente, há mercado interno que justifique o aumento da produção de petroquímicos básicos, mas

problemas como a falta de disponibilidade de matérias-primas, gás natural e nafta, e, até a recente consolidação do setor petroquímico, a existência de empresas sem porte para competir internacionalmente e com capacidade limitada de investimento dificultavam o crescimento deste segmento no país.

Este cenário estimulou o aparecimento do projeto do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro – COMPERJ que visa produzir petroquímicos básicos, resinas termoplásticas e intermediários petroquímicos a partir de petróleo nacional, objetivando contornar o problema da falta local de matérias-primas petroquímicas competitivas, bem como agregar maior valor ao petróleo brasileiro, que por motivo de ser um óleo mais pesado e apresentar alguns constituintes que dificultam a sua processabilidade tem um menor valor de mercado. O livro reporta competentemente os dados deste empreendimento que está sendo implantado no município de Itaboraí no Rio de Janeiro.

É um grande motivo de satisfação ver como um tema tão atual e oportuno, como a integração refino-petroquímica, foi tão bem pesquisado e corretamente abordado, recebendo um tratamento abrangente, consistente e preciso. Isto recomenda este livro como leitura de referencia aos profissionais que militam na área ou ao iniciante que queira se integrar ou se aprofundar no assunto. Só resta parabenizar aos autores pelo relevante trabalho e desejar ao leitor que usufrua e aproveite esta nova fonte de conhecimento.”



Eventos Nacionais

Rio Oil & Gas

Rio de Janeiro, 13 a 16 de setembro de 2010

Info: www.ibp.org.br

Trabalhos até 25 de junho.

Feira da Indústria de Tintas, Vernizes & Produtos Correlatos

São Paulo, 22 a 25 de setembro de 2010

Info: www.sitivesp.org.br

43º Congresso Internacional de Celulose e Papel

São Paulo, 4 a 6 de outubro de 2010

Info: www.abtcp-tappi2010.org.br

50º Congresso Brasileiro de Química

Cuiabá, 10 a 14 de outubro de 2010

Info: www.abq.org.br/cbq

Trabalhos até 4 de julho.

Santos Offshore Oil & Gas Expo and Conference 2010

Santos, 19 a 22 de outubro de 2010

Info: www.santosoffshore.com.br/evento-santos-offshore.aspx

IX Encontro da Sociedade Brasileira de Pesquisa em Materiais - SBPMat 2010

Ouro Preto, 24 a 28 de outubro de 2010

Info: e-mail: secretaria@sbpmat.org.br

Brazil Automation

São Paulo, 09 a 11 de novembro de 2010

Info: site: www.brazilautomation.com.br

4º Simpósio Nacional de Biocombustíveis - BIOCOM

Rio de Janeiro, 11 e 12 de abril de 2011

Info: www.abq.org.br/cbq

Trabalhos até 27 de fevereiro de 2011.

Eventos Internacionais

2nd International Conference on Engineering Optimization (EngOpt 2010)

Lisboa, Portugal, 6 a 9 de setembro de 2010

Info: www.engopt2010.org

Primer Congreso Internacional de la Docencia e Investigación em Química,

Cidade do México, México, 27 a 29 de outubro de 2010

Info: congresoquimica2010@correo.azc.uam.mx

11th International Chemistry Conference in Africa

Luxor, Egito, 20 a 23 de novembro de 2010

Info: www.sohag-univ.edu.eg/conf11icca

Pacificchem 2010

Honolulu, USA, 15 a 20 dezembro de 2010

Info: e-mail: pacificchem@acs.org

IUPAC International Congress on Analytical Sciences 2011 (ICAS-2011)

Kyoto, Japão, 22 a 26 de maio de 2011

Info: www.icas2011.com

XXXVII Colloquium Spectroscopicum Internationale

Rio de Janeiro, Brasil, 28 de agosto a 2 de Setembro 2011

Info: e-mail: csi37@xxxvii.org

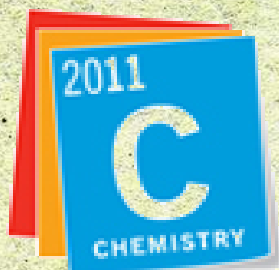
2º Congresso Analítica Latinamerica

São Paulo, Brasil, 20 a 22 de setembro de 2011

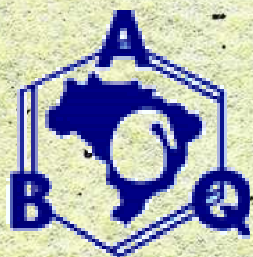
Info: analitica@nm-brasil.com.br



Congresso Brasileiro de Química



International Year
CHEMISTRY
2011



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA
DE QUÍMICA



Encontro Nacional de



SIMPEQUI

Simpósio Brasileiro
de Educação Química



BOCOM

Simpósio Nacional de
Biocombustíveis

Informações:

www.abq.org.br



SINDIQUIM/RS

SINDIQUIM

APOIANDO OS

BIOCOMBUSTÍVEIS



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