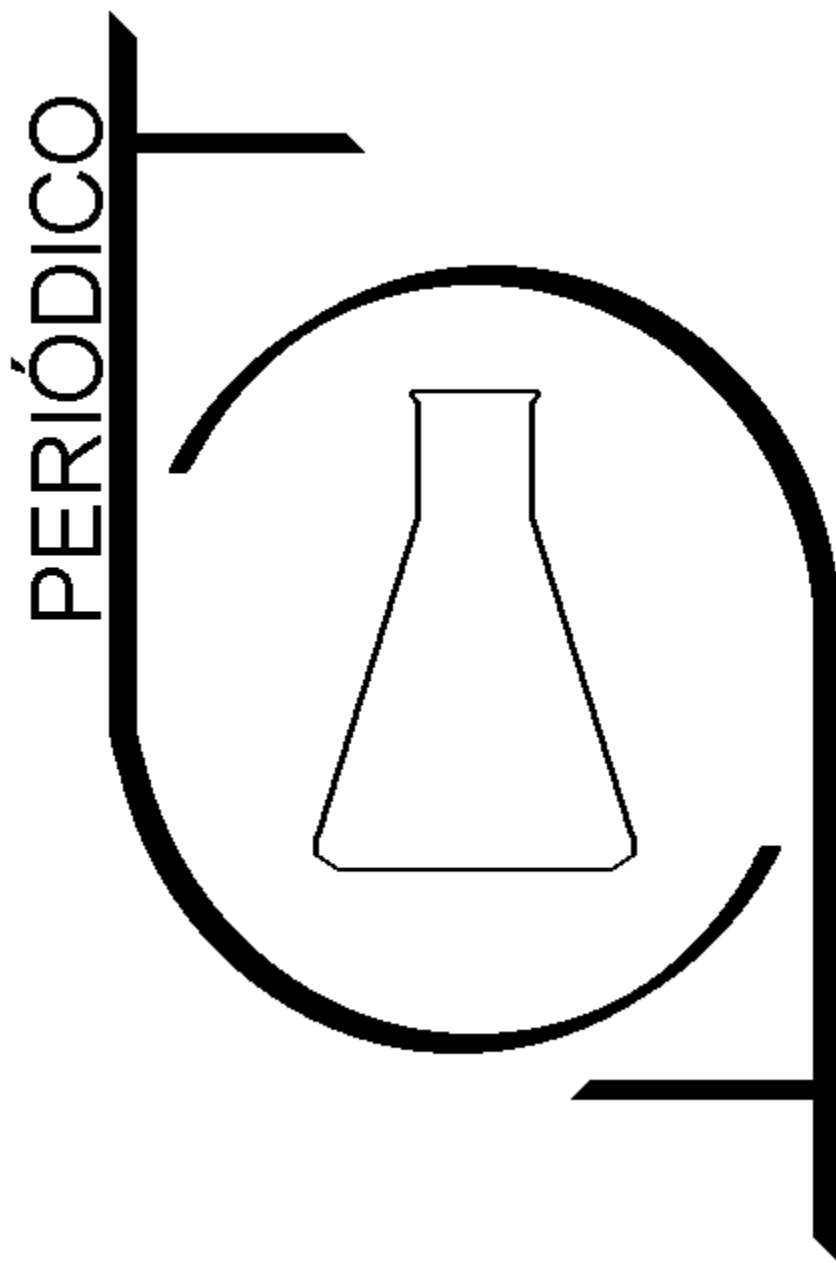


Tchê Química

Volume 06 - Número 12 - 2009 ISSN 1806-0374



Órgão de divulgação científica e informativa

www.periodico.tchequimica.com

PERIÓDICO

Tchê Química

Volume 06 – Número 12 – 2009

ISSN 1806 – 0374

Órgão de divulgação científica e informativa.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Periódico Tchê Química: órgão de divulgação científica e informativa [recurso eletrônico] / Grupo Tchê Química – Vol. 1, n. 1 (Jan. 2004)- . – Porto Alegre: Grupo Tchê Química, 2005 - Semestral.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web:

<<http://www.tchequimica.com>>

<<http://www.tchequimica.tk>>

Descrição baseada em: Vol. 5, n. 10 (ago. 2008).

ISSN 1806-0374

ISSN 1806-9827 (CD-ROM)

1. Química. I. Grupo Tchê Química.

CDD 540

Bibliotecário Responsável

Ednei de Freitas Silveira

CRB 10/1262

PERIÓDICO

Tchê Química

Volume 06 – Número 12 – 2009

ISSN 1806 – 0374

Órgão de divulgação científica e informativa.

Comissão Editorial

- Luis Alcides Brandini De Boni,
deboni@tchequimica.com
- Eduardo Goldani,
goldani@tchequimica.com
- Ednei de Freitas Silveira
– *Bibliotecário Responsável*
- Dr. Francisco José Santos Lima,
lima@tchequimica.com, Brasil, UFRN.
- Dr. Carlos Eduardo Cardoso,
cardoso@tchequimica.com, Brasil, USS.
- Dr. Sérgio Machado Corrêa,
correa@tchequimica.com, Brasil, UERJ.

Conselho de Alto Nível

- Dr. Lavinel G. Ionescu,
lavinel@tchequimica.com, Brasil, RS.
- Dra. Mônica Regina Marques Palermo de Aguiar,
aguiar@tchequimica.com, Brasil, UERJ.
- Dr. José Carlos Oliveira Santos,
zecarlosufcg@tchequimica.com, Brasil, UFCG.
- Dr. Alcides Wagner Serpa Guarino,
guarino@tchequimica.com, Brasil, UNIRIO.
- Dr. João Guilherme Casagrande Jr,
casagrande@tchequimica.com, Brasil, EMBRAPA.
- Me. César Luiz da Silva Guimarães,
guimaraes@tchequimica.com, Brasil, FIMCA.
- Me. Daniel Ricardo Arsand,
arsand@tchequimica.com, Brasil, UNICRUZ.
- Me. Walmilson de Oliveira Santana,
santana@tchequimica.com, Brasil, UFAL.
- Me. Marcello Garcia Trevisan,
trevisan@tchequimica.com, Brasil, UNICAMP.
- Dra. Roseli Fernandes Gennari,
gennari@tchequimica.com, Brasil, USP.
- Dra. Denise Alves Fungaro,
fungaro@tchequimica.com, Brasil, IPEN.
- Márcio von Mühlen,
vonmuhlen@tchequimica.com, EUA, MIT.
- Me. Rodrigo Brambilla,
brambilla@tchequimica.com, Brasil, UFRGS.

Grupo de Consultores Especiais do Periódico Tchê Química

- Masurquede de Azevedo Coimbra,
coimbra@tchequimica.com, Brasil, UFRGS.
- Aline Maria dos Santos,
santos@tchequimica.com, SP.
- Gabriel Rubensam,
grubensam@tchequimica.com, Brasil, UFRGS.

Periódico Tchê Química

ISSN 1806-0374

ISSN 1806-9827 (CD-ROM)

Divulgação *on-line* em

<http://www.periodico.tchequimica.com> /

<http://www.tchequimica.com>

Missão

Publicar artigos de pesquisa científica que versem sobre a Química e ciências afins.

A responsabilidade sobre os artigos é de exclusividade dos autores.

Solicitam-se alterações, quando necessário.

Correspondências e assinaturas

Rua Frederico Guilherme Gaelzer, 68.

Porto Alegre – RS. Brasil.

Bairro Jardim do Salso. CEP: 91410-140

Telefone: (0-xx-51) 9919-9758.

www.periodico.tchequimica.com

tchequimica@tchequimica.com

Índice

Agenda - 5

Instruções para publicação / Instructions for publications - 6

Notas rápidas – 6

Artigo / Article



LOYOLA, J.; QUITERIO, S. L.;
ESCALEIRA, V.; ARBILLA, G.

**DETERMINAÇÃO DE METAIS TRAÇO
DEVIDOS À PRODUÇÃO E USO DE
DIESEL ATRAVÉS DO
MONITORAMENTO DA QUALIDADE
DO AR DE ÁREAS IMPACTADAS.**

UFRJ

Página – 7

Relatório técnico

**ANALISANDO O SISTEMA DE PRODUÇÃO DO
BIODIESEL**

DE BONI, L. A. B.; GOLDANI, E.

Tchequímica Cons. LTDA

Página - 15

Artigo / Article



ARCANJO, M. E.; MARQUES, M. R. da C.; PÉREZ, D. V.

**MONITORAMENTO DO AGROTÓXICO MANCOZEB NO SOLO SOB SISTEMA
CONVENCIONAL DE PLANTIO DE TOMATE**

UERJ

Página – 19

Artigo / Article



FUNGARO, D. A.; REVA, J.; IZIDORO, J. de C.

**REMOÇÃO DE VERMELHO DO CONGO DE SOLUÇÃO AQUOSA POR ZEÓLITAS
DE CINZAS DE CARVÃO: ESTUDO CINÉTICO E ANÁLISE DE ISOTERMAS DE
EQUILÍBRIO**

IPEN

Página – 25

Entrevista / Interview



Dr. Bill Costa, TECPAR – PR

Página – 33

Artigo / Article



MACHADO JÚNIOR, I.; BENJAMIN, W. de S.

A QUESTÃO DAS DROGAS UM FOCO NA CONSTITUIÇÃO DOS SENTIDOS DA QUÍMICA NO SABER POPULAR

EECAP

Página – 39

Artigo / Article



ARAÚJO, E. G.; FERNANDES, N. S.

AVALIAÇÃO TERMOANALÍTICA DE FARINHAS DE TRIGO ENRIQUECIDA COM ÁCIDO FÓLICO E SULFATO FERROSO

UFRN

Página – 47

Artigo / Article



SILVA, L. G.; SANTOS, L. O.

APLICAÇÕES DA BIOINFORMÁTICA EM PESQUISAS SOBRE BIODIVERSIDADE E ECOLOGIA

PUCRS

Página - 51

Artigo / Article



CAMARGO, M. F.; RACHOR, C. F.; MEDEIROS, A. G.; UMETSU, R. K.

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS SUPERFÍCIAIS UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO NA CIDADE DE ALTA FLORESTA-MT

UNEMAT

Página – 56

Agenda

49° Congresso Brasileiro de Química

Data: 4 a 8 de outubro de 2009
Local: Porto Alegre/RS – BRASIL
Realização: Associação Brasileira de Química
Informações: <http://www.abq.org.br/cbq/>
E-mail: abqeventos@abq.org.br
Telefone: (0XX21) 2224-4480
Fax: (0XX21) 2224-6881

4° Escola de Inverno de Energia e Meio Ambiente

Data: 3 a 6 de agosto de 2009
Local: Salvador/BA – BRASIL
Realização: Universidade Federal da Bahia
Informações: <http://www.cienam.ufba.br/ei4/ei4.htm#>
Email: pgquim@ufba.br
Telefone: (0XX71) 3283-6805
Fax: (0XX71) 3235-5166

15° Encontro Nacional de Química Analítica e 3° Congresso Ibero Americano de Química Analítica

Data: 18 e 21 de outubro de 2009
Local: Salvador/BA – BRASIL
Realização: Sociedade Brasileira de Química
Informações: <http://www.enqa2009.qui.ufba.br/>

Colóquio Franco-Brasileiro de Polímeros e Meio Ambiente

Data: 18 a 20 de outubro de 2009
Local: Rio de Janeiro/RJ – BRASIL
Realização: Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Informações: <http://www.coloquio.uerj.br/>

XXIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa

Data: 27 de setembro a 01 de outubro de 2009
Local: Gramado/RS – BRASIL
Realização: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Fundação Luiz Englert)
Informações: <http://www.ufrgs.br/xxiiientmme/contato.html>

1° Congresso Brasileiro de Rochagem

Data: 21 e 25 de setembro de 2009
Local: Brasília/DF – BRASIL
Informações: <http://www.congressorochagem.com.br/index.php>

The Minerals, Metal & Materials Society 2010

Data: 14 a 18 de fevereiro de 2010
Local: Seattle/WA – EUA
Informações: <http://www.tms.org/meetings/annual-10/AM10home.aspx>

XII Seminário Internacional de Educação no Mercosul, IX Seminário Interinstitucional “Qualidade na Educação: Gestão e Práticas Educativas Interdisciplinares”.

Data: Período de Inscrições e Envio de Trabalhos: 16 de junho a 6 de agosto
Período de avaliação dos Trabalhos: 20 de julho a 12 de agosto
Divulgação dos Trabalhos Aprovados: 14 de agosto
Local: Cruz Alta/RS – BRASIL
Casa de Cultura Justino Martins - Cruz Alta
Minicursos na UNICRUZ Centro - Cruz Alta
Realização: Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ)
Informações: Assessoria de Eventos - Unicruz Campus
Rua Andrade Neves, 308 | Cruz Alta/RS | CEP 98025-810
(55) 3321 1641
E-mail: mercosul2009@unicruz.edu.br
<http://www.unicruz.edu.br/mercosul/>

3rd International Workshop on Crop Protection Chemistry in Latin America: Environment, Safety and Regulation

Data: 9 a 12 de novembro de 2009
Local: Rio de Janeiro/RJ – BRASIL
Realização: Associação Brasileira de Química (ABQ)
Informações: <http://www.iupacrio2009.org/br/contato.html>
E-mail: secretariat@iupacrio2009.org

25° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

Data: 20 a 25 de setembro de 2009
Local: Recife/PE – BRASIL
Realização: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES)
Informações: Av. Beira Mar, 216 - 13º andar
20021-060 Rio de Janeiro, RJ
Tel: (21) 2210-3221
Fax: (21) 2262-6838
E-mail: abes@abes-dn.org.br

<http://www.abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyPortal/Site/XP-PortalPaginaShow.php?id=491>

Instruções para publicação

Artigos originais devem ser enviados por meio eletrônico para o endereço disponibilizado no [site da revista](#). Deve ser utilizado o *template* disponibilizado no site ([.DOC](#); [.ODT](#)).

Instructions for publications

Original papers should be sent electronically to the address provided on the [journal's website](#). The template available on the site should be used ([.DOC](#); [.ODT](#)).

Notas rápidas

INFLUENZA A (H1N1)

Ministério da Saúde informa sobre a nova doença respiratória aguda (gripe), causada pelo vírus A (H1N1). Grande variedade de informações e recomendações estão disponíveis em: http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/area.cfm?id_area=1534.

BUSCADORES

Em 2009 inicia-se uma nova corrida de gigantes. A Microsoft lançou o seu novo buscador "Bing" (<http://www.bing.com>) que compete com o Google (<http://www.google.com>).

ÍNDIA APRESENTA PRIMEIRO SUBMARINO NUCLEAR DE FABRICAÇÃO PRÓPRIA

Em 26 de Julho, a Índia apresentou o primeiro submarino produzido naquele país movido a propulsão nuclear com tecnologia exclusivamente Indiana. Sem dúvida este é um grande passo para garantir a soberania e a independência daquela nação. Além do programa de submarinos a Índia conta com um avançado programa espacial. http://news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/8169360.stm

BROFFICE.ORG 3.1

A nova versão do BROffice conta com diversos melhoramentos, entre eles:

- Inclui o corretor ortográfico e hifenizador Vero versão 2.0.3
- Interface do usuário e sistema de Ajuda corrigidas para o Novo Acordo Ortográfico
- Para o Writer:
 - melhorias nos comentários
 - melhorias no uso dos corretores gramaticais
- Para o Calc:
 - renomear planilhas com duplo clique
 - popup para auxiliar o uso de fórmulas

Disponível em <http://www.broffice.org/download>.



DETERMINAÇÃO DE METAIS TRAÇO DEVIDOS À PRODUÇÃO E USO DE DIESEL ATRAVÉS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DE ÁREAS IMPACTADAS.



ASSESSMENT OF TRACE METALS, EMITTED IN THE PRODUCTION AND USE OF DIESEL, BY MONITORING THE AIR QUALITY OF IMPACTED AREAS

LOYOLA, Josiane¹; QUITERIO, Simone Lorena²; ESCALEIRA, Viviane³; ARBILLA, Graciela^{2*}

¹Departamento de Físico-Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, CT, Prédio A, Sala 408, 21949-900, Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – Campus Maracanã, Rua Senador Furtado, 121, 20270-020, Maracanã, Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

³Centro Nacional da Pesquisa do Solo, EMBRAPA, Rua Jardim Botânico 1024, 22460-000, Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

*e-mail: quimicaatmosferica@yahoo.com.br

Received 3 June 2009; received in revised form 8 July 2009; accepted 22 July 2009

RESUMO

A indústria petrolífera tem dificuldade em determinar a presença de metais traço nos combustíveis líquidos. Neste trabalho foi proposto contornar o problema determinando indiretamente esses metais através da coleta de material particulado atmosférico e a posterior análise dos metais presentes nesse material. Foram coletadas amostras de material particulado total e material particulado até 10 μm (MP_{10}) numa estação de ônibus no período Agosto 2006 - Fevereiro 2007. A única fonte de emissão significativa na área são os ônibus movidos a diesel, já que os veículos leves representam apenas 1-2% do fluxo total e não são desenvolvidas outras atividades no local. As concentrações dos metais nas amostras foram determinadas por ICP-OES (Espectrometria de Emissão por Plasma Indutivamente Acoplada). Ca, Mg, Fe e Al foram os metais mais abundantes e representam aproximadamente 50,1%, 24,2%, 6,5% e 18,7%, respectivamente, do conteúdo total de metais. Co, Ni, Cd, Cr e Pb foram encontrados abaixo do limite de detecção, exceto em algumas poucas amostras. Ca, Mg, Zn e Cu foram determinadas nas amostras em relações maiores que as encontradas na crosta terrestre indicando que estes elementos são provenientes de processos de combustão do diesel e enriquecem o solo.

Palavras-chave: *metais traço, material particulado total, MP_{10} , diesel*

ABSTRACT

The petroleum industry has difficulties to assess the trace metal content in liquid fuels. In this work, it is proposed to solve this problem determining these metals by collecting particulate matter atmospheric samples and analysing their metal content. Samples of total particulate matter and of inhalable particles (PM_{10}) were collected in a bus station in the period August 2006-February 2007. The only significant emission source in that location are the buses, fueled by diesel, since light duty vehicles account for about 1-2% of the total vehicular flux and no other activities are developed in the area. Metal levels were determined by ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy). Ca, Mg, Fe and Al were the most abundant compounds, and account for about 50.1%, 24.2%, 6.5% and 18.7%, respectively, of the metal content. Co, Ni, Cd, Cr and Pb were under their detection limits, except for a few samples. Ca, Mg, Zn and Cu were determined in higher ratios than those currently found in crustal materials indicating that these elements may have important combustion sources and are enriched in the soil.

Keywords: *trace metals, total particulate matter, PM_{10} , diesel*

Introdução

Quando o petróleo é extraído pode conter metais pesados, tais como mercúrio e chumbo, que permanecem nos subprodutos como gasolina e óleo diesel. A indústria petrolífera tem dificuldade em determinar a presença em baixos níveis dessas substâncias que, além de prejudicar a qualidade do petróleo, podem causar graves impactos ambientais, que vão da perfuração do poço às emissões provenientes dos combustíveis derivados.

Os compostos de emissão, tanto dos motores à diesel quanto à gasolina ou combustíveis mistos podem ser classificados em dois tipos: os que não causam danos à saúde das pessoas, como oxigênio, nitrogênio, água e dióxido de carbono, e os compostos nocivos à saúde. Em 1986, foi implementado o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, PROCONVE (através da Resolução nº 18/86 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente) que reduziu a emissão de poluentes de veículos novos em cerca de 97%, por meio da limitação progressiva da emissão de poluentes, através da introdução de tecnologias como catalisador, injeção eletrônica de combustível e melhorias nos combustíveis automotivos.

O PROCONVE (2009) foi baseado na experiência internacional dos países desenvolvidos e exige que os veículos e motores novos atendam a limites máximos de emissão, em ensaios padronizados e com combustíveis de referência. São regulamentadas as emissões de CO, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, aldeídos (apenas para veículos do ciclo Otto) e material particulado (apenas para veículos diesel). Também são regulamentadas as emissões do cárter e as emissões evaporativas (apenas para veículos do ciclo Otto).

A exaustão dos motores diesel é mais complexa que a dos veículos movidos a gasolina e resulta, em geral, na emissão de elevados índices de material particulado (MP) (Braun *et al.*, 2003). Com relação aos veículos pesados, ônibus e caminhões, o PROCONVE (2009) estabeleceu seis fases específicas. Os fabricantes, já em 1990, estavam produzindo motores com níveis de emissão menores que os requeridos para 1993, ano em que tiveram início os controles de emissão para veículos deste tipo com a introdução das fases um (P-1) e dois (P-2). Para atender aos limites da fase três (P-3),

vigente a partir de 1994, o desenvolvimento de novos modelos de motores visou a redução do consumo de combustível, aumento da potência e redução das emissões gasosas de óxidos de nitrogênio (NOx) por meio da adoção de "intercooler" e motores turbo. Em 1998, a fase quatro (P-4), reduziu ainda mais os limites criados pela fase três (P-3). Em 2004 foi implantada a quinta fase para veículos pesados (P-5) e, em 2009, teve início a fase seis (P-6). Essas duas novas fases também têm como principal objetivo a redução de emissões de material particulado, NOx e hidrocarbonetos (HC). Os limites de emissão estabelecidos para as fases P-5 e P-6 são (em $\text{g kW}^{-1} \text{h}^{-1}$), respectivamente: 2,1 e 1,5 para CO, 0,66 e 0,46 para HC, 5,0 e 3,5 para NOx. No caso particular das emissões de MP, os limites foram reduzidos de 0,6 $\text{g kW}^{-1} \text{h}^{-1}$ na fase P-2 para 0,10 e 0,02 $\text{g kW}^{-1} \text{h}^{-1}$ nas fases P-5 e P-6, respectivamente.

Em geral, MP refere-se a partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, fumaça, fuligem e outras, com uma faixa de tamanho menor que $100\mu\text{m}$ (entre $0,002$ e $100\mu\text{m}$). Sua composição e tamanho dependem das fontes de emissão (Finlayson-Pitts & Pitts, 2000).

As partículas maiores se depositam mais rapidamente, causando assim menos problemas à população. São partículas entre $2,5$ e $30\mu\text{m}$ de diâmetro, chamadas "tipo grosseiro" (*coarse mode*), produzidas por combustões descontroladas, dispersão mecânica do solo ou outros materiais da crosta terrestre. Apresentam características básicas, contendo silício, titânio, alumínio, ferro, sódio e cloro. Partículas menores que $2,5\mu\text{m}$ de diâmetro (*fine mode*) podem ser consideradas como capazes de permanecer em suspensão, sendo inaladas por animais e pelo homem podendo causar sérios problemas pulmonares. São partículas derivadas da combustão de fontes móveis e estacionárias, como automóveis, incineradores e termoelétricas, e, em geral, tem maior acidez. As maiores ficam retidas na parte superior do sistema respiratório e as menores e mais finas têm maior capacidade de penetrar, podendo atingir as porções inferiores do trato respiratório, alcançando os alvéolos (Fernández *et al.*, 2002).

Entre os principais componentes nestas partículas se encontram carbono, metais, bromo, os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e os óxidos de enxofre e nitrogênio, que na forma de aerossóis, são a maior fração das partículas

finas. O transporte, na forma de partículas, é um dos maiores métodos de dispersão dos poluentes e uma significativa rota de dispersão dos metais.

Em 2003, Wang *et al.* determinaram a concentração de metais em material particulado (MP_{2,5}) proveniente do exausto de um motor diesel (6 cilindros, injeção direta). Os metais mais abundantes foram Si (24,5%), Ca (22,2%), Fe (14,5%), Al (17%) e Mg (3,7%). Esses resultados diferem em menos de 1% da composição obtida no combustível líquido. Isso sugere que a determinação de metais no exausto veicular reflete de forma muito próxima o conteúdo de metais traço no combustível.

O problema da análise dos metais no combustível líquido pode ser contornado determinando indiretamente esses metais através da coleta de material particulado atmosférico em áreas nas quais existem apenas emissões veiculares.

A escolha apropriada dos locais permite a coleta de material particulado devido apenas às emissões relacionadas à queima de combustíveis veiculares, sem a contribuição de outras fontes (industriais, domésticas ou naturais). Essa determinação é ainda mais simples que no exausto veicular já que não requer o uso de um dinamômetro e permite utilizar metodologias bem consolidadas na literatura.

Neste trabalho, foi escolhido como local de amostragem, o Terminal Rodoviário de Duque de Caxias, onde mais de 95% do material particulado é devido às emissões originadas na combustão de diesel.

Metodologia

Descrição da Área de Estudo

As amostras foram coletadas no Terminal Rodoviário Prefeito José Carlos Lacerda, Duque de Caxias ([Figura 1](#)). A região onde está localizada o terminal rodoviário é uma área residencial com atividade comercial reduzida e sem indústrias.

O terminal rodoviário tem uma área de 10.621m². Operam no Terminal Rodoviário, 13 linhas e 181 ônibus municipais e intermunicipais por dia. A única fonte de emissão significativa são os ônibus, já que os veículos leves representam aproximadamente 1 - 2% do fluxo

total.

A vantagem deste lugar é que os poluentes emitidos são quase exclusivamente devidos aos veículos pesados, não tendo contribuição significativa de outras fontes.

Determinação das emissões diretas dos motores

Foram feitas algumas coletas com a colaboração do Laboratório de Máquinas Térmicas – LMT/UFRJ, coordenado por Albino José Kalab Leiroz e o engenheiro Nauberto Rodrigues Pinto. Os ensaios foram feitos usando um motor MWM 4.10 TCA, Turbo Aftercooler, 4 cilindros, injeção mecânica com bomba injetora rotativa, consumindo diesel Metropolitano Tipo 2 ([Figura 2](#)).

Coleta das amostras e análise dos metais

As amostras de MPT e MP₁₀ foram coletadas duas vezes na semana usando bombas de alto volume (Sibata) e filtros de borossilicato. O fluxo de aspiração foi de 500 L min⁻¹ durante seis horas. Ao total foram coletadas 66 amostras (33 MPT e 33 MP₁₀) no período Agosto de 2006 a Fevereiro de 2007. As amostras nos ensaios com motores foram coletadas usando o mesmo procedimento, mas com tempo de 30 minutos.

Os níveis de MPT e MP₁₀ foram determinados por gravimetria (Quiterio *et al.*, 2004a, 2004b, Loyola *et al.*, 2006). Para a análise dos metais foi usado o método IO-3.1 da EPA (Method IO-3.1, 1999). Os filtros foram extraídos em solução ácida (5 mL de ácido nítrico (Merck Suprapur 65%), 2 mL de ácido clorídrico (Merck Suprapur 36%) e 20 mL de água ultrapura) durante duas horas a 95°C.

O conteúdo de metais dos brancos para Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, Co, Ni, Al, Cd e Pb foi menor que 5% exceto para Cr, onde foi menor que 8%. Os metais foram determinados por ICP-OES (Espectrometria de Emissão por Plasma Indutivamente Acoplada) segundo o método IO-3.4 (1999).

Os limites de detecção foram: 80 ng m⁻³ para Al e Cr, 10 ng m⁻³ para Zn, 8 ng m⁻³ para Fe, Co e Cu, 4 ng m⁻³ para Mn, 2 ng m⁻³ para Ni, 0.2 ng m⁻³ para Cd e 0.1 ng m⁻³ para Pb. A acurácia do método foi avaliada usando material padrão

de referência (SRM, 2783 Air particulate on Filter Media-NIST). Os resultados obtidos estão no intervalo do material de referência (3 – 8%).

Resultados e Discussão

As especificações do combustível diesel utilizado pelos veículos são apresentadas na Tabela 1 (ANP, 1998). A legislação não exige análise de metais e por este motivo não existem dados na literatura. Em geral, o material particulado originado das emissões de diesel consiste em carbono elementar e um grande número de substâncias absorvidas, como compostos orgânicos, sulfatos, compostos nitrogenados e metais. A composição química depende da origem do combustível, da tecnologia dos motores, dos dispositivos de controle de emissões e das condições de operação dos veículos.

Tabela 1: Propriedades do diesel (tipo A) utilizado no Rio de Janeiro, Brasil (ANP, 1998).

Propriedades	Unidades	Especificações ASTM
Tipo de diesel		A
	% m m ⁻¹	1,00
Volatilidade:		
Destilação		
50%	°C	245 - 310
80%	°C	370
Densidade a 20 –24°C	g mL ⁻¹	0,82 - 0,88
Viscosidade a 40°C	CSt	1,6 - 6,0
Nº de Cetona		40
Contaminantes:		
Água e Sedimento	% v v ⁻¹	0,05

Nota da Tabela 1: ASTM: American Society for Testing and Materials.

Neste trabalho foram estudados os seguintes metais: Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, Co, Ni, Al, Cd, Cr and Pb.

As Figuras 3 e 4 mostram as concentrações médias dos metais Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Al, assim como os valores mínimos e máximos. Ca, Mg, Fe e Al foram os elementos mais abundantes. No MP₁₀ (Figura 3) representam aproximadamente 50,1%, 24,1%, 6,5% e 18,7%, respectivamente, do total de metais. No MPT (Figura 4) os valores são semelhantes: 47,0%, 22,7%, 10,3% e 19,0%, para Ca, Mg, Fe e Al, respectivamente. Mn, Co, Ni, Cd, Cr e Pb foram encontrados abaixo de seus limites de detecção exceto por umas

poucas amostras. Os metais observados podem ser atribuídos a diversas fontes tal como as emissões do escapamento dos ônibus, emissões evaporativas de diesel e óleos lubrificantes, desgaste de freios e pneus e ressuspensão de poeira de rua.

O exausto direto de um motor de 4 cilindros com injeção mecânica e usando diesel tipo A foi também coletado. O motor foi operado segundo o protocolo da EPA. No MPT foram encontrados os seguintes metais: Ca (47%), Mg (23%), Fe (10 %), Zn (0,6 %), Cu (0,3 %) e Al (19%). No MP₁₀ foram detectados: Ca (50%), Mg (24%), Fe (6,5 %), Zn (0,3 %), Cu (0,1 %) e Al (19%). Mn, Co, Ni, Cd e Pb se encontraram abaixo de seu limite de detecção.

Ca, Mg, Fe e Al são os maiores componentes da crosta terrestre e são geralmente atribuídos à ressuspensão dos solos (Lough *et al.*, 2005). As concentrações médias na crosta terrestre do Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Al são $4,9 \times 10^{+13}$, $3,2 \times 10^{+13}$, $5,7 \times 10^{+13}$, $7,9 \times 10^{+10}$, $3,7 \times 10^{+10}$ e $8,2 \times 10^{+13}$, respectivamente. (Wedepohl, 1995).

Na Figura 5 são mostradas as porcentagens desses metais no solo, no material particulado atmosférico (MPT e MP₁₀) e no exausto do motor a diesel (MPT e MP₁₀). É sabido que a poeira de ruas e rodovias é frequentemente contaminada por metais emitidos nos processos de combustão de combustíveis veiculares.

Os resultados mostrados na Figura 5 indicam que Ca, Mg, Zn e Cu se encontram nas amostras material particulado atmosférico (MPT e MP₁₀) em maiores proporções que no material da crosta terrestre, em tanto que o Fe e Al estão presentes em menores proporções nas amostras de ar atmosférico. Resultados muito semelhantes foram obtidos para o exausto do motor. Isto indica que Ca, Mg, Zn e Cu tem uma importante contribuição do processo de combustão do diesel e enriquecem o material particulado.

A literatura indica que os aditivos contêm Zn, Ca e Mg (Lim *et al.*, 2007). A semelhança entre os valores determinados no terminal rodoviário e no exausto direto do motor indica que a coleta de material particulado atmosférico fornece uma excelente alternativa para a determinação de metais traço nos combustíveis.

Conclusões

Foram medidos os metais traço presentes em amostras de material particulado total e partículas até 10 μ m coletadas numa estação rodoviária com uma alta proporção de veículos movidos a diesel (aproximadamente 98%).

Os resultados obtidos mostram que o diesel contribui significativamente para as emissões de Ca, Mg, Zn e Cu. A análise do exausto de motores confirmou que essas são emissões de diesel e que a determinação das concentrações de metais em material particulado atmosférico pode ser usada como um bom indicativo das emissões devidas à combustão veicular. Esses metais emitidos pelos veículos, estão presentes nos combustíveis, óleos e aditivos, como contaminantes do petróleo ou são introduzidos no processo de produção e estocagem.

Assim a determinação de metais traço no material particulado atmosférico, devidos ao uso de combustíveis, poderá ser utilizada para determinar em que medida os metais já existentes ou adicionados aos combustíveis são transferidos à atmosfera. Com essas informações será possível propor alternativas para melhorar os processos de refino e produção. A determinação desses contaminantes no próprio combustível é particularmente difícil devido às baixas concentrações. O material particulado atmosférico acumula esses compostos permitindo uma determinação mais simples, usando técnicas convencionais. A vantagem da metodologia proposta reside na maior facilidade para a detecção dos metais usando uma técnica bem estabelecida na literatura e a possibilidade de determinar diretamente aqueles metais que serão introduzidos no ser humano através do trato respiratório.

Agradecimentos. Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq e FAPERJ. Os autores agradecem à colaboração do LMT, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em particular a assistência e valiosa ajuda de Albino José Kalab Leiroz, Nauberto Rodrigues Pinto, Pedro Paulo Pereira, Pedro Henrique Leite dos Santos, Renan de Souza e Marcos Dufles, na coleta das amostras no motor diesel e de Marcos Menezes e Luiz Carlos de Oliveira, FIOCRUZ, pelo empréstimo dos amostradores.

Referências

1. Braun, S., Appel, L.G., Schmal, M., 2003. **A poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas à diesel. A questão dos particulados. Estratégias atuais para a redução e controle das emissões e tendências futuras.** Química Nova, 27, 472-482.
2. Fernández, A.J., Ternero, M., Barragán, F.J., Jiménez, J.C., 2000. **An approach to characterization of sources of urban airborne particles through heavy metal speciation.** Chemosphere, 2, 123-136.
3. Finlayson, B. J., Pitts, J. N.Jr., 2000. **Chemistry of the upper and lower Atmosphere: Theory, Experiments and Applications.** Florida: Academic Press.
4. ANP (Agencia Nacional de Petróleo), 1998. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: Abril 2007.
5. Lim, M.C.H., Ayoko, G.A., Morawska, L., Ristovski, Z.D., Jayaratne, E.R., 2007. **The effects of fuel characteristics and engine operating conditions on the elemental composition of emissions from heavy duty diesel buses.** Fuel, 86, 1831-1839.
6. Loyola, S., Almeida Junior, P. B; Quitério, S.L., Sousa, C.R., Arbilla, G., 2006. **Concentration and emission sources of airborne metals in particulate matter in the industrial district of Médio Paraíba, State of Rio de Janeiro, Brazil.** Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 51(4), 485-93.
7. Lough, R.G., L.J. Buckley, F.E. Werner, J.A. Quinlan and K.P. Edwards, 2005. **A general biophysical model of larval Atlantic cod (*Gadus morhua*) growth applied to populations. Georges Bank Fish.** Oceanography, 14:4, 241-262.
8. Method IO-3.1, 1999. **Selection, preparation and extraction of filter material.** US-EPA.
9. Method IO-3.4, 1999. **Determination of metals in ambient particulate matter using inductively coupled plasma (ICP) spectroscopy.** US-EPA.
10. PROCONVE (Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores), 2009. Disponível em: <<http://www.feema.rj.gov.br/proconve-promot.asp>> Acesso em: Março 2009.

11. Quiterio, S.L., Arbilla, G., Silva, C.R.S., Escaleira, V., 2004a. **Metals in airborne particulate matter in the Industrial District of Santa Cruz, Rio de Janeiro, in an annual period.** Atmospheric Environment, 38, 321-331.
12. Quiterio, S.L., Arbilla, G., Escaleira, V., Silva, C.R.S., Maia, L.F.P.G., 2004b. **Metals in airborne particulate matter in downtown Rio de Janeiro (Brazil).** Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 72, 916-922.
13. Wang, Y. F., Huang, K. L., Li, C. T., Mi, H. H., Luoc, J. H., Tsaid, P. J., 2003. **Emissions of fuel metals content from a diesel vehicle engine.** Atmospheric Environment 37, 4637-4643.
14. Wedepohl K.H., 1995. **The composition of the continental crust.** Geochimica Cosmochimica Acta 59, 1217-1232.



Figura 1 - Localização do Terminal Rodoviário Prefeito José Carlos Lacerda em Duque de Caxias, RJ.

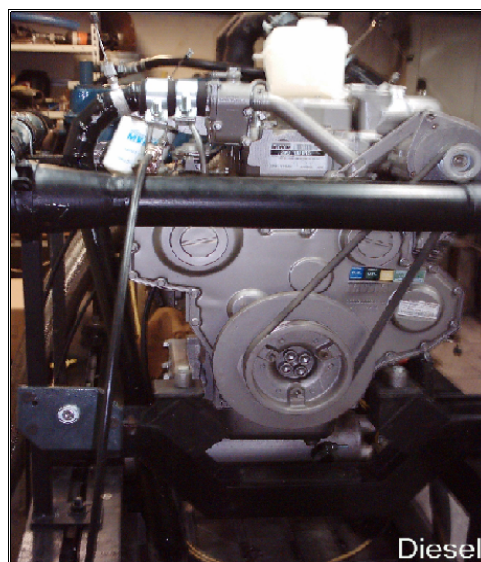


Figura 2 - Motor MWM 4.10 TCA, utilizado para os ensaios (LMT/UFRJ).

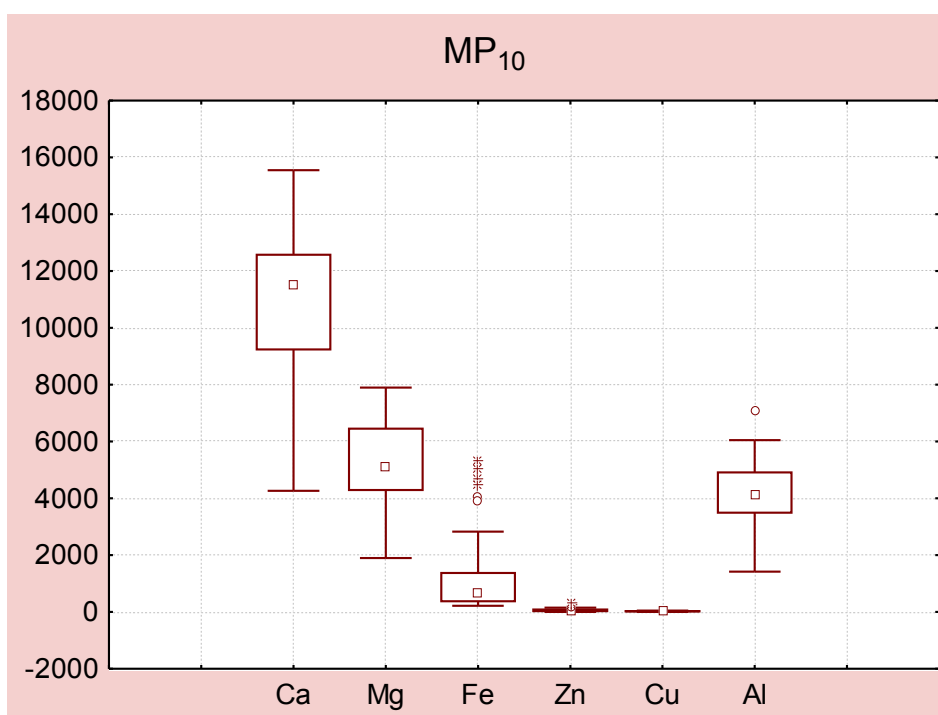


Figura 3: Concentrações médias, valores mínimos e máximos para as concentrações de metais (Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Al) no MP₁₀ coletado no Terminal Rodoviário Prefeito José Carlos Lacerda no período de Agosto de 2006 a Fevereiro de 2007.

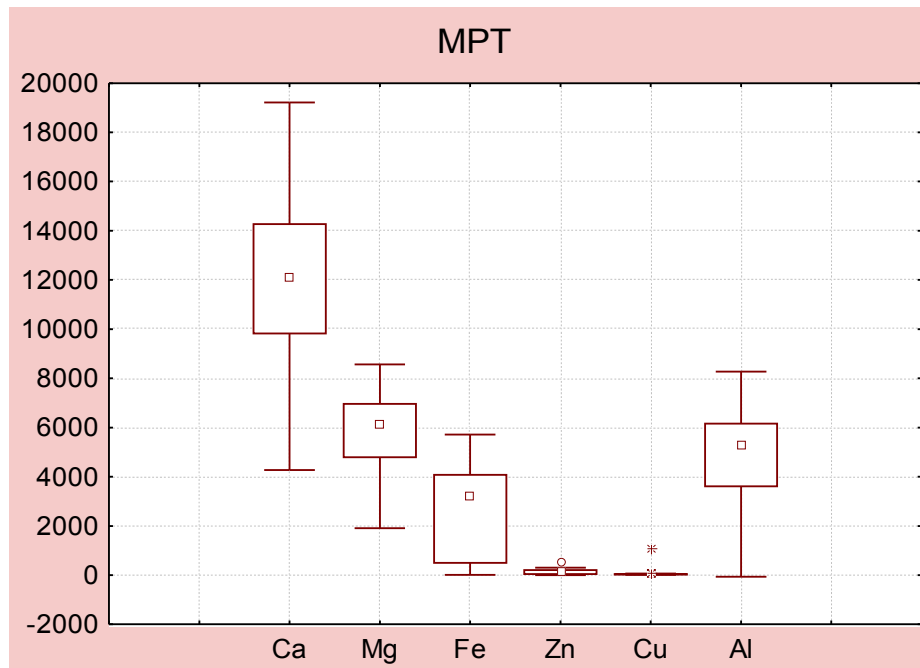


Figura 4: Concentrações médias, valores mínimos e máximos para as concentrações de metais (Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Al) no MPT coletado no Terminal Rodoviário Prefeito José Carlos Lacerda no período de Agosto de 2006 a Fevereiro de 2007.

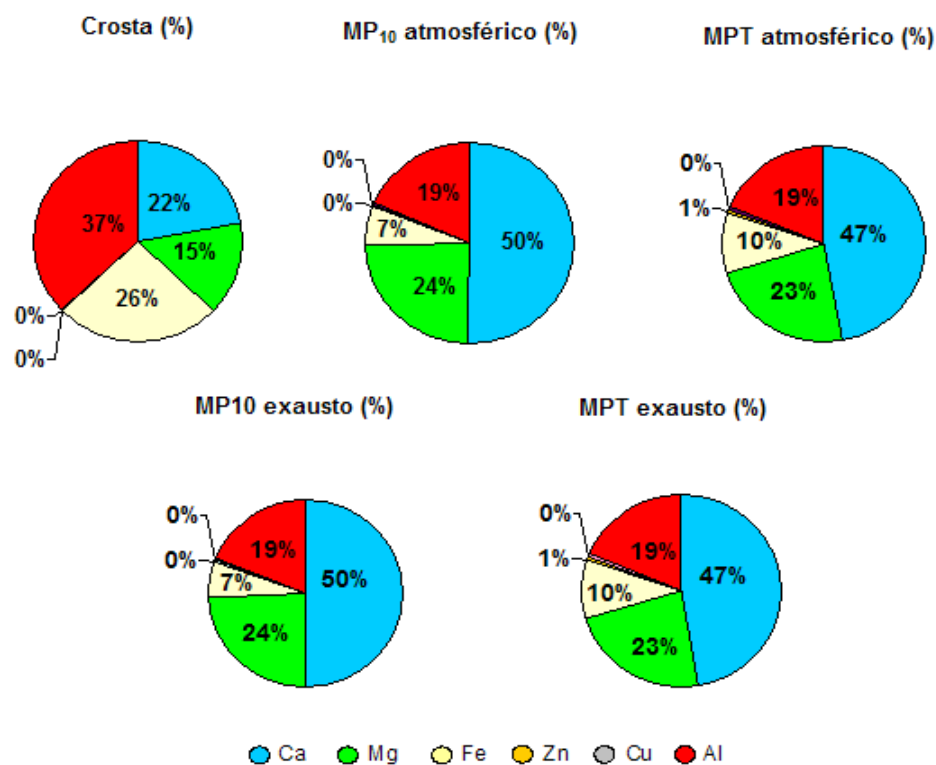


Figura 5: Percentual médio do metal (em unidades de massa) na crosta terrestre, no material particulado atmosférico (MPT e MP₁₀), coletado no Terminal Rodoviário, e no material particulado atmosférico (MPT e MP₁₀), coletado no exausto do motor a diesel. Os valores foram calculados como a relação entre a concentração do metal indicado com respeito à massa total de metais determinados.



RELATÓRIO TÉCNICO 1: ANALISANDO O SISTEMA DE PRODUÇÃO DO BIODIESEL

TECHNICAL REPORT 1: ANALYZING THE BIODIESEL PRODUCTION SYSTEM

DE BONI, Luis Alcides Brandini¹; GOLDANI, Eduardo²

¹Tchequímica Cons. LTDA. Center for Applied Research in Photonics. Rua Frederico Guilherme Gaelzer, 68. Bairro Jardim do Salso. CEP: 91410-140. Porto Alegre – RS. Brasil. Telefone: (0-xx-51) 9154-2489
* e-mail: deboni@tchequimica.com

²Tchequímica Cons. LTDA. Center for Applied Research in Renewable Fuels and Diesel Like Fuels. Rua Frederico Guilherme Gaelzer, 68. Bairro Jardim do Salso. CEP: 91410-140. Porto Alegre – RS. Brasil.
* e-mail: goldani@tchequimica.com

Received 21 January 2009; received in revised form 19 March 2009; accepted 01 July 2009

RESUMO

O aumento gradativo na cadeia produtiva de Biodiesel no Brasil vem requerendo cada vez mais profissionais capacitados para a sua expansão e melhoramentos. Tal fato recai sobre as constantes e crescentes demandas do biocombustível para atender a percentuais de mistura ao diesel de petróleo que irão aumentar com o passar dos próximos anos. Nesse sentido, esse trabalho compila observações de pesquisadores do Grupo Tchê Química, efetuadas nos últimos anos, a respeito da produção de fluidos combustíveis sintéticos comercializados como biodiesel. Este material procurou focar-se em questões frequentemente levantadas por clientes e colegas do meio acadêmico a respeito de diferentes sistemas de produção, que usam um número maior de tanques para produzir o combustível ou um número reduzido de tanques para efetuar a mesma tarefa. Para melhor abordar tal tema, as análises foram divididas em dois tipos de usinas: as ditas especialistas e as generalistas. Cada qual traz consigo diversos fatores positivos e negativos que esperamos ser de grande valia para a tomada de decisões.

Palavras-chave: *Produção de Combustível, Usina, Biodiesel*

ABSTRACT

The gradual increase in the productive chain of Biodiesel in Brazil comes requiring professionals enabled to its expansion and improvements. This fact is related to constants and increase demands of the biofuels, to attempt the percentages of mixture to diesel oil which will increase in the next years. In this way, this work compels comments of Tchê Química Group researchers, done in recent years, regarding the commercialized synthetic fuels fluid production like biodiesel. This material looked for itself in frequent questions raised by customers and colleagues of the academic environment regarding different systems of production, that use a bigger number of tanks to produce the fuel or a reduced number of tanks to do the same task. In order to a better approach of such subject, the analysis were splitted in two types of plant: one called specialists and another called generalists. Each one brings several positive and negative aspects that we hope to be of great value for taking of decisions.

Keywords: *Fuel Production, Power Plant, Biodiesel*

Introdução

O Grupo Tchê Química é uma pequena empresa localizada na região sul do Brasil geralmente reconhecida por seus usuários por atuar no ramo da educação através do desenvolvimento de materiais didáticos (www.livro.tchequimica.com). De forma menos conhecida para o público, esta empresa conta com 100% de profissionais pós-graduados e investe intensamente, na proporção dos recursos disponíveis, em pesquisa, desenvolvimento e planejamento estratégico.

Em virtude de experiências obtidas com diferentes segmentos da indústria serão explorados, neste artigo, a produção de biodiesel a partir de conceitos diferentes de produção. Tais conceitos foram classificados arbitrariamente como *especialista*, quando uma usina utiliza em sua linha de produção diversos reatores com aplicações específicas, e *generalista*, para quando uma usina concentra diversas operações em um único reator.

Nesta nota técnica não serão apontados fabricantes ou recomendados produtos, serão apenas comentados modelos de produção aos quais tivemos a oportunidade de observar, quando não na prática (na usina), em seminários, onde fabricantes expunham os benefícios de seus produtos.

Desenvolvimento

A análise de dois conceitos de produção distintos constitui o desenvolvimento deste trabalho. À estes modelos daremos os nomes de especialistas e generalistas, em virtude das características apresentadas.

2.1. Usinas especialistas

Uma característica marcante das usinas especialistas é o número de recipientes que estão contidos no universo da usina. Além de produzir combustíveis de ótima qualidade, estas usinas são bons exemplos didáticos para a formação de profissionais, pois é possível observar operações unitárias, como transporte de massa, aquecimento, agitação, decantação, etc em meios desenhados especificamente para estes propósitos. O fluxograma da Figura 1 representa uma forma bastante comum de usina especialista. Estão suprimidos dos fluxogramas

deste trabalho pequenos detalhes das usinas, como caldeiras, bombas, registros, depósito de glicerina bruta, sistemas de controle e automação, sistemas de tratamento de efluentes, etc...

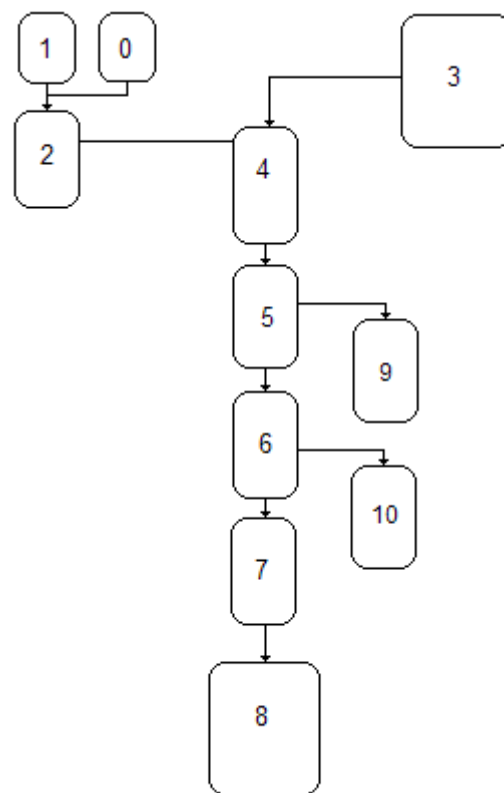


Figura 1 - Fluxograma simplificado de uma usina especialista.

Legenda: 0- Depósito de álcool; 1- Depósito de catalisador; 2- Misturador de álcool e catalisador; 3- Depósito de óleo/gordura; 4- Reator de transesterificação; 5- Decantador; 6- Sistema de refino; 7- Sistema de desidratação/filtragem; 8- Depósito de produto final; 9- Depósito de glicerina bruta; 10- Depósito de subprodutos relacionados ao refino.

Em certos casos, já observamos uma evolução nos sistemas de produção de usinas especialistas, onde foram acrescentados mais reatores de transesterificação e decantadores (ou combinações de ambos, acrescidas de centrifugas). Isto permite que a reação de transesterificação seja conduzida em duas ou mais etapas de transesterificação visando uma alta conversão de triglicerídios em FAME (*fatty acid methyl ester / esterres metílicos de ácidos graxos*), conforme o fluxograma da Figura 2.

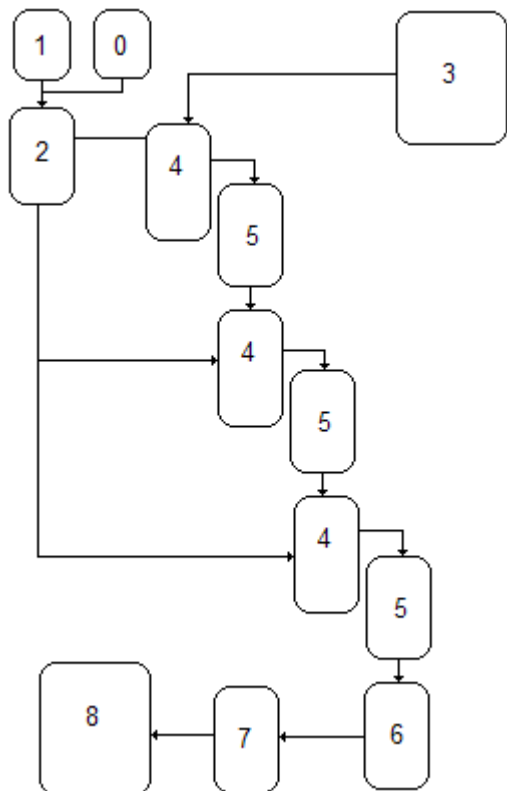


Figura 2 - Fluxograma alternativo de uma usina especialista.

Legenda: 0- Depósito de álcool; 1- Depósito de catalisador; 2- Misturador de álcool e catalisador; 3- Depósito de óleo/gordura; 4- Reator de transesterificação; 5- Decantador; 6- Sistema de refino; 7- Sistema de desidratação/filtragem; 8- Depósito de produto final.

No fluxograma da Figura 2, a cada reação de transesterificação os reatores (4) são reduzidos em capacidade volumétrica, por que o volume de solução alcoólica de catalisador que é adicionado à transesterificação reduz, em virtude de a proporção de triglicerídios no reator ser menor a cada etapa.

2.2. Usinas generalistas

As usinas generalistas possuem um reator que deveria executar todas as operações que uma usina especialista executa, porém de forma sequencial. O fluxograma da Figura 3 sintetiza adequadamente o modelo produtivo.

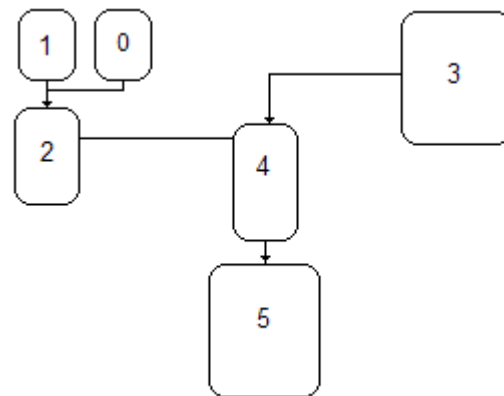


Figura 3 - Fluxograma alternativo de uma usina especialista.

Legenda: 0- Depósito de álcool; 1- Depósito de catalisador; 2- Misturador de álcool e catalisador; 3- Depósito de óleo/gordura; 4- Reator de transesterificação; 5- Depósito de produto final.

Discussões

Os diferentes modelos de produção de fluídos combustíveis sintéticos, comercializados como biodiesel, visam dois objetivos elementares, sintetizar um produto de qualidade com o menor custo possível e gerar lucro ao fabricante.

Até o presente momento nós tivemos a oportunidade de analisar apenas uma usina generalista e sob o nosso ponto de vista, esse sistema apresenta os seguintes pontos positivos e negativos:

Pontos positivos (↑)

- Número reduzido de tanques;
- Menor custo de implementação;
- Tendência a apresentar menor número de operações unitárias;
- Menor consumo energético em relação às usinas especialistas (dependendo do modelo de gestão da produção);

Pontos negativos (↓, dependendo do ponto de vista do proprietário da planta)

- Só é possível iniciar uma batelada nova ao termino total do processamento da carga em residência no reator;
- É necessário um operador experiente ou um sistema automatizado confiável para não alterar a ordem das operações unitárias no reator, causando perdas de

produção;

- A usina que analisamos não possuía sistemas de refino do combustível, isto implica em permitir a passagem de combustível contendo traços de catalisador, álcool e saponificações.
- Apesar de haver apenas um reator, este não apresentava isolamento térmico;

Em relação a usinas especialistas tivemos a oportunidade de conhecer várias usinas diferentes. Todas tinham suas virtudes e problemas específicos, porém vamos analisar os pontos positivos e negativos de forma geral.

Pontos positivos (↑)

- Cada tanque ou reator possui uma função específica, o que torna o erro do operador uma tarefa com menor probabilidade de ocorrer;
- Todas as usinas possuíam sistema de refino do fluido combustível (não importando se este é anidro ou aquoso);
- Como existem inúmeros reatores e tanques na usina é possível efetuar diferentes operações unitárias ao mesmo tempo (nos devidos tanques);

Pontos negativos (↓, dependendo do ponto de vista do proprietário da planta)

- Grande número de tanques/reatores;
- Maior custo de implementação e manutenção;
- Tendência a apresentar maior número de operações unitárias, instrumentação e controle;
- Maior consumo energético;
- Tendência a apresentar tubulações mal projetadas, favorecendo fenômenos de perda de carga;
- Podem apresentar capacidade de refino inferior à capacidade de transesterificação, causando um “estrangulamento” na capacidade produtiva da usina;
- Maior tempo total para a finalização de uma batelada, em virtude do maior número de etapas envolvendo transporte de fluidos.

Conclusões

Sob nosso ponto de vista, atualmente as usinas especialistas possuem a capacidade de vender combustível de melhor qualidade, em virtude de efetuarem as etapas relativas ao refino (este modelo de produção domina o mercado nacional). Todavia estas usinas são máquinas de grande consumo energético.

O modelo de produção generalista tende a dar um salto de qualidade ao solucionar o problema da carência de refino (sem aumentar o número de tanques, para não se tornar um sistema especialista). No futuro poderá ser um sistema tão competitivo quanto as usinas especialistas com o benefício de apresentar a tendência do melhor gerenciamento energético, isto é, para a produção da mesma quantidade de fluido combustível é necessária uma quantidade menor de energia (na maior parte utilizada no aquecimento e manutenção da temperatura do combustível).

Leituras sugeridas

1. Ramos, Luiz Pereira; Knothe, Gerhard; Krahl, Jurgen; Van Gerpen, Jon. **Manual do Biodiesel**, Editora Edgard Blucher – 2007.
2. Dedini S/A Industrias de Base. **Biodiesel**. Mai 2009. Disponível em <<http://www.dedini.com.br/pt/pdf/biodiesel.pdf>> Acesso em: mai 2009.
3. Intecnial S.A.. **Biodiesel**. Mai 2009. <<http://www.intecnial.com.br/?im=descSegmento&s=12&it=8&ln=pt-BR>> Acesso em: mai 2009.
4. TECBIO. **LIPOCOMBUSTÍVEIS NO PLURAL: A Engenharia no Caminho da Bioenergia**. Mai 2009. <<http://www.iarpole.com/presentationbrazil/tecbio.pdf>> Acesso em: mai 2009.
5. 2FuelGood. **Biodiesel**. Mai 2009. <<http://www.alibaba.com/member/fuelgood.html>> Acesso em: mai 2009.
6. No Bull Bio Diesel Systems. **Products.html**. Mai 2009. <<http://www.easybiodieselkit.com/Products.html>> Acesso em: mai 2009.
7. BioDiesel Processor. **BioDiesel Processors: An Overview**. Mai 2009. <http://biodieselprocessor.org/Fuelmeister_Biodiesel_Processors.htm> Acesso em: mai 2009.



MONITORAMENTO DO AGROTÓXICO MANCOZEB NO SOLO SOB SISTEMA CONVENCIONAL DE PLANTIO DE TOMATE

MONITORING OF MANCOZEB PESTICIDE ON THE GROUND UNDER SYSTEMS CONVENTIONAL OF TOMATO SEEDING

ARCANJO, Maria Elena; MARQUES, Mônica Regina da Costa; PÉREZ, Daniel Vidal

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Laboratório de Tecnologia Ambiental, LABTAM, Rua São Francisco Xavier, 524 PHLC sala 304, Cep 20550-013 – Maracanã – RJ - Brasil
* e-mail: monica@pesquisador.cnpq.br

Received 21 January 2009; received in revised form 19 March 2009; accepted 20 March 2009

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o monitoramento do agrotóxico Mancozeb® no solo de um sistema convencional de plantio de tomate utilizando a metodologia de decomposição dos ditiocarbamatos (DTCs) com geração de dissulfeto de carbono (CS₂). Foi possível constatar a presença de teores de Mancozeb®, na camada superficial do solo (7,44 mg.kg⁻¹), provenientes de amostras reais de solo extraídas de uma área cultivada com tomate, no Município de São José de Ubá (RJ), sob sistema de plantio convencional em estudo, coletadas em diferentes profundidades.

Palavras-chave: *Ditiocarbamato, Fungicida, Análise de solo.*

ABSTRACT

The work aimed to evaluate Mancozeb® pesticide monitoring on the ground of tomato seeding using the methodology of decomposition of dithiocarbamates (DTCs) with carbon disulfide (CS₂) generation. It was possible to evidence Mancozeb® content in the real samples (7.44 mg.kg⁻¹) proceeding from an area cultivated with tomato, in São Jose de Ubá city (Rio de Janeiro), under Conventional systems of seeding.

Keywords: *Dithiocarbamate, fungicide, soil analysis.*

Introdução

No cultivo convencional de tomate, a prática de uso de agrotóxicos (fungicidas, inseticidas, dentre outros) é aplicada, na maioria das vezes de forma indiscriminada e em excesso, significando que os resíduos desses produtos ficarão retidos no solo e, posteriormente, serão transportados até os corpos d'água na época das chuvas, causando a sua contaminação [Macedo, 2005].

O monitoramento da contaminação dos agrotóxicos no solo é importante para que se estabeleçam políticas ambientais severas, que visem o controle do uso indiscriminado e abusivo desses agentes, o desenvolvimento de técnicas de descontaminação dos sítios contaminados e o emprego de técnicas alternativas de plantio [Ueta *et al.*, 2003].

Os ditiocarbamatos (DTCs), um dos fungicidas mais utilizados na agricultura, muitas vezes de forma abusiva e indiscriminada, vêm preocupando as autoridades públicas e aos envolvidos com a saúde pública e a sustentabilidade dos recursos naturais. São compostos organosulfurados, produzidos em grande escala por apresentarem uma variedade de aplicações não só na agricultura (pesticidas), como também na medicina, na indústria de borracha e no tratamento de alcoolismo crônico, devido sua alta atividade biológica [OMS, 1988; Malik & Faubel, 1999].

Desde os anos de 1960, os fungicidas provenientes dos DTCs têm sido amplamente aplicados em plantações em todo mundo [Marshall, 1998]. São muito utilizados no cultivo de frutas, hortaliças e grãos por serem considerados de baixa toxicidade ao homem e às plantas, além de ter amplo espectro de ação, atingindo vários microrganismos [Larini, 1999; Caldas *et al.*, 2004].

Até a década de 70, os DTCs eram considerados relativamente inofensivos, devido a sua baixa toxicidade para mamíferos e a sua biodegradabilidade no ambiente. Entretanto, em caso de manipulação inadequada ou uso excessivo, eles podem ser tóxicos ao homem [Marshall, 1998]. O agrotóxico escolhido para o estudo foi o Mancozeb® (etileno bis-ditiocarbamato de zinco e manganês), cuja fórmula química está representada na Figura 1, fungicida encontrado no mercado brasileiro com os nomes de Mancozeb®, Manzeb®, Manzate®.

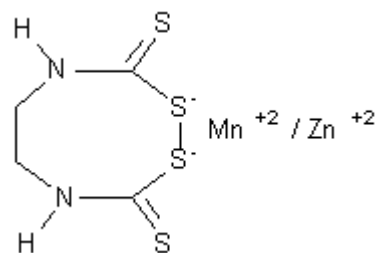


Figura 1. Fórmula estrutural do etileno bis-ditiocarbamato de manganês e zinco [Larini, 1999; Michereff, 2007]

O Mancozeb® foi comercializado, no início dos anos 60, pela companhia Rohm & Haas e Du Pont e é definido como sendo um sal complexo de Maneb® e zinco. O produto vendido apresenta grau técnico e é um sólido de coloração amarelo-cinza, de odor sulfuroso e praticamente insolúvel na água e nos solventes orgânicos comuns, solubilizando-se apenas na presença de agentes complexantes como o ácido etileno-diamino-tetra-acético dissódico (EDTA), que retira o íon metálico do EBDC. Esse composto tem uma pressão de vapor insignificante e, conseqüentemente, baixo potencial de volatilização no ar. É estável nas condições normais de armazenamento, mas decompõe-se na presença de ácidos e em elevadas temperaturas, produzindo fumaças tóxicas contendo H₂S (ácido sulfídrico), CS₂, óxidos de nitrogênio e enxofre [FAO/PL, 1967; Larini, 1999].

O Mancozeb® é comumente encontrado na forma de pó em altas concentrações, sendo indicado como fungicida para o uso agrícola (classe toxicológica III), com modalidade de aplicação foliar em várias culturas [Larini, 1999; ANVISA, 2007]. É um membro dos fungicidas etileno bis-ditiocarbamatos (EBDC) que possui baixo potencial de volatilização. Em água, pode ser rapidamente hidrolizado com uma meia-vida menor do que 2 dias. Os produtos de hidrólise são etilenotiouréia (ETU), etilenouréia (EU) e etileno-bis-isotiocianato (EBIS).

Alguns estudos mostraram que os etilenos bis-ditiocarbamatos (EBDCs) podem influir no funcionamento da tireóide e, principalmente, formar subprodutos de decomposição cuja toxicidade é comprovada. Assim a partir dos anos 80, seu uso tem sido controlado pelas agências reguladoras [Marshall, 1998].

A Legislação Brasileira, a partir de 29 de agosto de 2003, estabeleceu limites máximos de resíduos (LMRs) de EBDCs considerando a quantidade de CS₂ correspondente ao ingrediente ativo pesquisado na respectiva cultura em estudo de campo, o qual é utilizado para fins de registro de agrotóxicos [ANVISA, citado em Stertz & Freitas, 2003].

O LMRs em teores de CS₂ para o Mancozeb® na cultura de tomate foi definido no valor de 2,0 CS₂ (mg.kg⁻¹) pela ANVISA [2007].

O presente trabalho foi desenvolvido junto com a EMBRAPA/SOLOS coordenadora do projeto “Gestão Participativa da Sub-bacia do Rio São Domingos (GEPARMBH)”, no município de São José de Ubá do Estado do Rio de Janeiro, onde a principal atividade econômica é o cultivo de tomate, cultura esta que vem aumentando bastante na região nos últimos anos [Macedo, 2005]. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência do monitoramento de Mancozeb® em solo provenientes do plantio convencional de uma cultura de tomate da região, a partir da técnica de quantificação do gás dissulfeto de carbono, liberado durante a sua hidrólise ácida.

Parte Experimental

Em todos os experimentos realizados ao longo desse trabalho, as soluções empregadas foram preparadas a partir de reagentes com grau de pureza pró-análise, procedência Vetec (Brasil).

Testes de recuperação de mancozeb® em amostra de solo controle

O agrotóxico utilizado nos testes foi o Manzate® 800 (Mancozeb® – ingrediente ativo) de grau técnico; formulado pela Empresa – Du Pont do Brasil S.A. Este agrotóxico foi usado como comercializado. Uma amostra de solo proveniente da Amazônia, caracterizada como Cambissolo Háplico Alumínico (CHA) foi empregada como amostra controle [Arcanjo, 2007].

Testes (1 a 6) de recuperação do Mancozeb® em amostra de solo foram feitos após contaminação com solução de campo de Mancozeb® (1,6 mg.kg⁻¹), diretamente em balão (Figura 2) sob refluxo, juntamente com 175 mL da solução ácida digestora do etileno bis-ditiocarbamato (EBDC) em presença de cloreto estânico (31,25 g de SnCl₂.2H₂O em 500 mL de HCl concentrado e água deionizada até o volume final de 2,5 litros) como redutor [Caldas, 2001].

Através do aquecimento a 105°C e com fluxo de nitrogênio, em torno de 190 mL.m⁻¹, o CS₂ é liberado e deslocado até atingir o trap 2 (segundo segmento representado na Figura 2), onde é complexado com 15 mL do reagente complexante de cobre (II) (0,048 g de acetato de cobre (II) monohidratado em 100 g de dietanolamina e etanol até o volume final de 1 L). O complexo formado é de cor amarela e é detectado num comprimento de onda de 435 nm. A quantidade de CS₂ gerada é determinada através de uma curva de calibração recém preparada (aproximadamente 25,00 mg.L⁻¹ de dissulfeto de carbono (CS₂) em etanol). O resultado é expresso em mg CS₂.kg⁻¹ e através do fator de conversão (mg CS₂ = mg Mancozebe® x 0,603), relacionado à massa molecular, calcula-se a quantidade de EBDC presente na amostra [Arcanjo, 2007].

Determinação do teor de Mancozeb® em amostras de solo provenientes de lavoura de tomate

Amostras de solo provenientes de uma lavoura de tomate da região do município de São José de Ubá (RJ) foram coletadas em diferentes profundidades (0-5cm; 5-10 cm; 10-20 cm e 20-40 cm), mantidas envoltas em papel alumínio e congeladas até o momento da análise.

As determinações da extração do Mancozeb® nas amostras reais foram feitas seguindo o mesmo procedimento dos testes de recuperação. Todas as extrações foram feitas no mínimo em duplicatas

Resultados e Discussão

Os ditiocarbamatos podem ser determinados por várias técnicas analíticas. Entretanto, a técnica mais utilizada é a quantificação do gás dissulfeto de carbono liberado da hidrólise ácida dos EBDCs [Cullen, 1964; Keppel, 1971]. Este método é amplamente utilizado na determinação dos resíduos fungicidas de ditiocarbamatos em alimentos [Caldas et al., 2001] tendo sido adaptado para trabalhar com amostras de solo [Arcanjo, 2007].

A Tabela 1 apresenta os resultados dos teores obtidos de CS₂ a partir da decomposição do Mancozeb® lido na curva de calibração do padrão de CS₂ e o Mancozeb® encontrado em mg.kg⁻¹.

Tabela 1. Teor de Mancozeb® recuperado na amostra controle pelo método de decomposição a CS₂

Teste	Massa de CS ₂ (mg.kg ⁻¹)	Mancozeb® encontrado (mg.kg ⁻¹)	Mancozeb® recuperado (%)
1	0,90	1,49	93
2	0,76	1,26	78
3	0,88	1,46	91
4	0,62	1,03	64
5	0,96	1,59	99
6	0,56	0,93	58

Condições experimentais: massa do solo: 12,5 g; temperatura: 105 °C; fluxo de nitrogênio: ~ 190 mL.min.⁻¹; tempo da digestão: 45 min.; Mancozeb® adicionado: 1,6 mg.kg⁻¹; cálculo do Mancozeb® (mg.kg⁻¹) = CS₂/0,603.

A média dos resultados dos teores de Mancozeb® recuperado foi de 1,29 ± 0,27 mg.kg⁻¹, representando uma recuperação média de 80%.

As determinações da extração do Mancozeb® nas amostras reais provenientes de um sistema de plantio convencional seguiram todas as condições ideais de operação do método utilizado na amostra controle.

Os resultados obtidos das extrações de Mancozeb® sob o sistema de plantio convencional encontram-se na Tabela 2. Observou-se um teor elevado de Mancozeb® (7,44 mg.kg⁻¹) na camada mais superficial, com profundidade de 0 – 5 cm.

Tabela 2. Teor de Mancozeb® em amostras de solo sob plantio convencional

Profundidade (cm)	Teor médio de Mancozeb® mg.kg ⁻¹ (base úmida)	Teor médio de Mancozeb® mg.kg ⁻¹ (base seca)
0 - 5	5,13 (0,55)	7,44 (0,80)
5 - 10	< LD*	< LD*
10 - 20	< LD*	< LD*
20 - 40	0,34 (0,09)	0,45 (0,12)

LD: limite de detecção

*LD (abaixo do limite de detecção do método = 0,20 mg.kg⁻¹); dados em parêntese se referem ao desvio padrão

Entretanto, também foi encontrado Mancozeb® em uma camada inferior (20 – 40 cm) possivelmente devido à prática do revolvimento do solo (este sistema se baseia no solo revirado por efeito da aração e gradagem), possibilitando a translocação do resíduo desse agrotóxico para outras camadas, o que deve ser ainda pesquisado em trabalhos futuros.

Conclusões

Pode-se concluir que o método de decomposição dos DTCs pode ser perfeitamente utilizado para monitorar etileno-bisditiocarbamato em solo.

Foi possível constatar a presença de Mancozeb® na superfície do solo de uma lavoura de tomate no Município de São José de Ubá/RJ, em um sistema de plantio convencional, onde a pulverização é feita sem nenhum controle.

O sistema de plantio convencional pode até produzir alimentos mais baratos, porém os riscos extremos (degradação do meio ambiente, riscos para a saúde e problemas sociais) são preocupantes.

Referências

1. ARCANJO, M. E. **Monitoramento do Agrotóxico Mancozeb no Solo em Diferentes Sistemas de Plantio de Tomate**. 2007. 116f. Dissertação (Mestrado em Química: Área de concentração Química Ambiental - Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ. Rio de Janeiro.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA, 2007). **Índice monográfico -MO2 - Mancozeb**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/amom/agrafias/m02.pdf>>. Acesso em: fevereiro 2007.
3. CALDAS, E. D.; CONCEIÇÃO, M. H.; MIRANDA, M. C.; SOUZA, L. C. K. R. de, LIMA, J. F. **Determination of Dithiocarbamate Fungicide Residues in Food by a Spectrophotometric Method Using a Vertical Disulfide Reaction System**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 49, n. 10, p. 4521-4525, October, 2001.
4. CALDAS, E. D.; MIRANDA, M. C. C.; CONCEIÇÃO, M. H.; SOUZA, L. C. K. R.

- de. **Dithiocarbamates residues in Brazilian food and the potential risk for consumers.** Food and Chemical Toxicology, v. 11, n. 42, p.1877-1883, nov. 2004.
5. CULLEN, E. T. **Spectrophotometric Determination of Dithiocarbamate Residues on Food Crops.** Niagara Chemical Division, FMC Corp., Middleport, N. Y. v. 36, n. 1, p. 221-224, jan. 1964.
 6. FOO/PL: 1967/M/11/1; WHO/Food Add./68.30. **167 Evaluations of Some Pesticide Residues In Food. The Monographs.** Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/jmpr/Jmmono/v067pr22.htm>>. Acesso em: 23 jun. 2006.
 7. KEPPEL, G. E. **Collaborative Study of the Determination of Dithiocarbamate Residues by a Modified Carbon Disulfide Evolution Method.** Journal of Association of Official Analytical Chemistry, v. 54, n. 3, p. 528-532, 1971.
 8. LARINI, L. **Toxicologia dos Praguicidas,** São Paulo: Manole Ltda, 1999. 230 p.
 9. MACEDO, J. R. **Sistema conservacionista de produção do tomate ecologicamente cultivado.** IV Workshop do Projeto Gestão Participativa da Sub-Bacia do Rio São Domingos – RJ (GEPARMBH): “Resultados e Considerações Finais”. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 03 e 04/08/2005.
 10. MALIK, A. K.; FAUBEL, W. Review. **Methods of analysis of dithiocarbamate pesticides: a review.** Pesticide Science, 55, p. 965–970, 1999.
 11. MARSHALL, H. **Ethylene bisdithiocarbamate.** Pesticides News, n. 39, p. 20-21, 1998. Disponível em: <<http://www.panuk.org/pestnews/actives/ebdcs.htm>>. Acesso em: fevereiro 2007.
 12. MICHEREFF, S. J. **Controle químico de doenças de plantas.** Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia – Área de fitossanidade. Fitopatologia I. Disponível em: <<http://www.ufrpe.br/fitopatologia/f.teoricas/T19.pdf>>. Acesso em: julho de 2007.
 13. STERTZ, S. C.; FREITAS, R. J. S de. **Teor de dissulfeto de carbono em agrião d’água (Nasturtium officinale R. BE.) obtido pelos sistemas de cultivo orgânico, convencional e hidropônico.** Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba, v. 13, p. 45-52, jan/dez. 2003.
 14. UETA, J.; PEREIRA, N. L.; SHUHAMA, I. K. **Biodegradação de Herbicidas e Biorremediação.** Disponível em: <www.herbario.com.br/bot/toxicologia/biodegre.htm>. Acesso em: out. 2003.

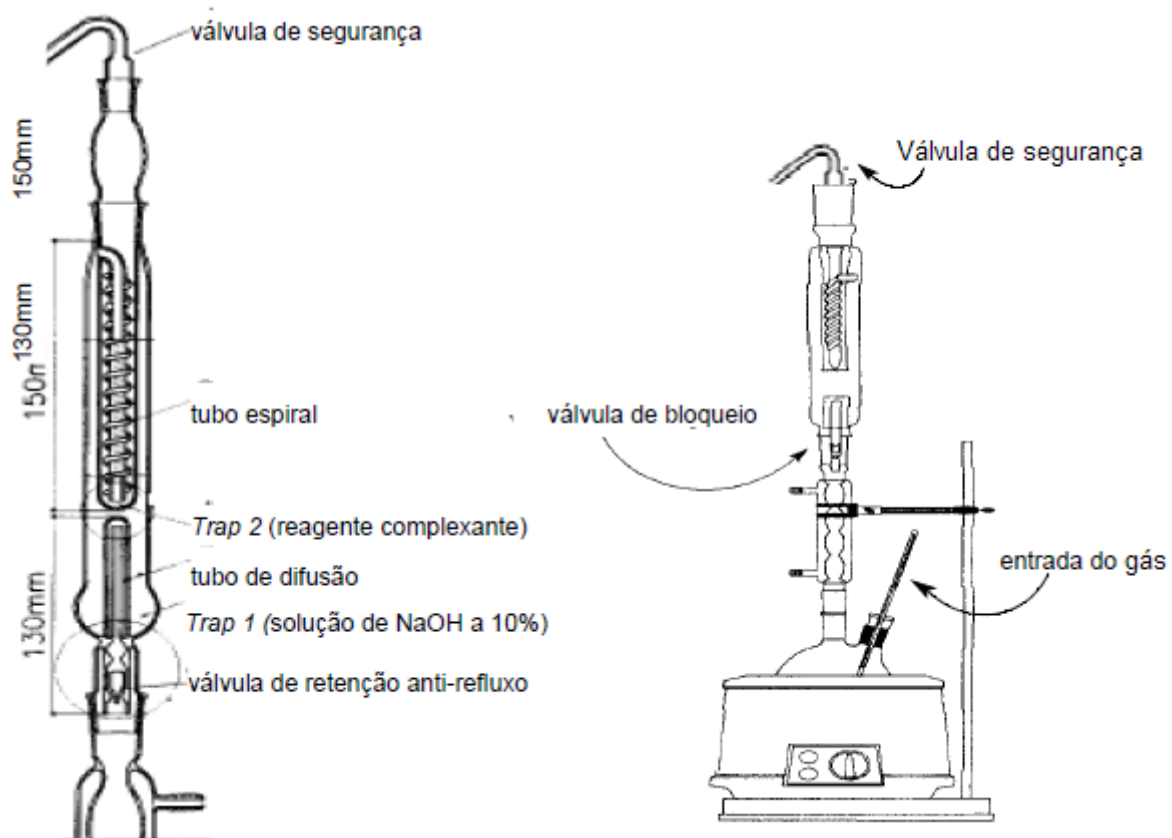


Figura 2 - Vidraria específica para a determinação de ditiocarbamatos
[Caldas *et al.*, 2001]



REMOÇÃO DE VERMELHO DO CONGO DE SOLUÇÃO AQUOSA POR ZEÓLITAS DE CINZAS DE CARVÃO: ESTUDO CINÉTICO E ANÁLISE DE ISOTERMAS DE EQUILÍBRIO

REMOVAL OF CONGO RED FROM AQUEOUS SOLUTION BY ZEOLITES FROM COAL ASHES: KINETIC STUDY AND EQUILIBRIUM ISOTHERMS ANALYSES

FUNGARO, Denise Alves¹; REVA, Jenna²; IZIDORO, Juliana de Carvalho¹

¹ Centro de Química e Meio Ambiente, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN – CNEN/SP), Av. Professor Lineu Prestes, 2242, CEP: 05508-000, São Paulo - SP, Brasil
*e-mail: dfungaro@ipen.br

² Faculté des Sciences, Université de Nice-Sophia Antipolis, 06108 Nice, France
*e-mail: revajenna@yahoo.fr

Received 17 April 2009; received in revised form 13 July 2009; accepted 14 July 2009

RESUMO

A adsorção de vermelho do congo de solução aquosa foi realizada usando-se zeólitas de cinzas de carvão como adsorventes de baixo custo. As amostras de cinzas de carvão foram convertidas em zeólitas ZM e ZC por tratamento hidrotérmico usando parâmetros de síntese diferentes. Os materiais foram caracterizados por análise físico-química e estudos de FR-X e DR-X. As cinéticas e isotermas de adsorção foram estudadas. O tempo suficiente para atingir o equilíbrio foi de 1200 min para os ambos adsorventes. As isotermas de adsorção ajustaram-se ao modelo de Langmuir com capacidade de adsorção máxima entre 7,86 e 16,6 mg/g para ZC e ZM, respectivamente. Eficiências de remoção entre 80 a 85% foram alcançadas.

Palavras-chave: zeólita, adsorção, vermelho do congo, cinzas de carvão.

ABSTRACT

The adsorption of congo red from aqueous solution was carried out using zeolites synthesized from fly ashes as low-cost adsorbents. The fly ashes samples were converted to zeolites ZM and ZC by hydrothermal treatment using different synthesis parameters. The materials were characterized by physical-chemical analysis and XFR and XDR studies. The adsorption kinetics and isotherms were studied. It was found that the sufficient time to attain equilibrium was 1200 min for both adsorbents. The adsorption isotherms can be fitted by Langmuir model with maximum adsorption capacity of 7.86 and 16.6 mg/g for ZC and ZM, respectively. Removal efficiencies between 80 and 85% were attained.

Keywords: zeolite, adsorption, congo red, coal ashes.

Introdução

A indústria têxtil desempenha um papel importante na economia de muitos países. No Brasil, esta indústria se destaca entre os oito setores mais importantes da atividade industrial, ocupando os primeiros lugares em empregos diretos e em faturamento.

Atualmente, aproximadamente 10.000 corantes são produzidos em escala industrial. Destes, cerca de 2.000 encontram-se disponíveis para a indústria têxtil. No Brasil, das aproximadamente 20 t/ano de corantes consumidos pela indústria têxtil, cerca de 20% são descartados como efluentes. A principal fonte desta perda corresponde à fixação incompleta dos corantes à fibra durante o processo de tingimento (Guaratini e Zanoni, 2000; Zanoni e Carneiro, 2001).

Os corantes, mesmo presentes em pequenas quantidades, são visualmente detectáveis e causam sérios problemas de natureza estética nos corpos d'água receptores. Além de problemas estéticos, a maioria dos corantes comercialmente usados é resistente à biodegradação, à fotodegradação e à ação de agentes oxidantes.

Outros problemas causados comumente pelos corantes são: afetam significativamente a atividade fotossintética da vegetação em geral pela redução da penetração da luz solar; podem ser tóxicos a certas formas da vida aquática devido à presença de metais substituintes e cloreto, e alguns são carcinogênicos e mutagênicos; podem interferir em certos tratamentos operacionais de água residuária municipal como a desinfecção ultravioleta e o sistema de lodos ativados (Houk, 1992).

Os azocorantes, que se caracterizam por apresentarem um ou mais grupamentos -N=N- ligados a sistemas aromáticos, representam cerca de 60% dos corantes atualmente utilizados no mundo, sendo extensivamente utilizados no tingimento de fibras têxteis.

O vermelho do congo é um corante direto diazo, o qual é conhecido por metabolizar benzidina, uma substância carcinogênica. A exposição ao corante causa reação alérgica e possível choque anafilático (Bhattacharyya e Sharma, 2004). É uma molécula de difícil biodegradação devido a sua estabilidade estrutural. É usado em indústrias têxtil, de impressão, de papel, de borracha e de plásticos

e em medicina no diagnóstico de amiloidose. A sua produção foi abandonada em muitos países, porém no Brasil, México, Índia e Argentina este corante ainda continua sendo usado.

Entre vários tipos de tratamento, a adsorção é uma das técnicas que tem sido empregada com sucesso na efetiva remoção de corantes (Kunz *et al.*, 2002). Este processo encontra grande aplicação industrial, pois associa custos operacionais relativamente baixos com elevadas taxas de remoção. Além disso, em alguns casos possibilita a recuperação do corante sem perda de sua identidade química por ser um método não destrutivo. O carvão ativado é o mais popular e eficiente adsorvente usado. Entretanto, o alto custo restringe o seu uso, principalmente em países em desenvolvimento.

Uma alternativa viável ao carvão ativado é a utilização de resíduos sólidos que podem ser reciclados e usados como adsorventes de baixo custo e, para este fim, diversos resíduos orgânicos e industriais tem sido testados (Sanghi *et al.*, 2002).

As cinzas de carvão mineral são constituídas basicamente de sílica e alumina sendo possível convertê-las em material zeolítico por tratamento hidrotérmico com em meio alcalino (Querol *et al.*, 2002). O conteúdo de zeólita varia entre 20 - 99% dependendo das condições do processo. As substâncias tóxicas que a cinza contém são removidas na solução básica que é encaminhada para tratamento e/ou re-aproveitamento posterior.

Estudos recentes demonstraram que as cinzas de carvão provenientes da região sul do Brasil continham altos teores dos elementos As, U, Mo, Hg, Pb e Cd que foram facilmente lixiviados pela água (Depoi *et al.*, 2008). A transformação das cinzas de carvão em material zeolítico adsorvente, um produto de alto valor agregado, é uma tecnologia muito significativa para mitigar o impacto ambiental causado pela disposição inadequada deste resíduo.

Os principais fatores que influenciam a síntese de zeólitas a partir de cinzas de carvão são: tipo e composição das cinzas; tipo e concentração do meio alcalino; pressão, temperatura; tempo de reação; relação volume da solução alcalina/ massa das cinzas; uso de promotores (sementes, direcionadores).

O material zeolítico preparado com as cinzas de carvão coletadas em usina termelétrica

situada no nordeste do Paraná mostrou-se eficiente na remoção de íons metálicos em água e em efluentes de galvanoplastia e na remediação de solo contaminado (Fungaro e Silva, 2002; Fungaro *et al.*, 2004; Fungaro e Izidoro 2006a, 2006b, Izidoro e Fungaro, 2007). Resultados promissores foram encontrados na remoção do azul de metileno de solução aquosa (Fungaro *et al.*, 2005, 2009; Bruno, 2008).

A conversão clássica alcalina das cinzas de carvão utiliza geralmente solução de hidróxido de sódio ou potássio com diferentes concentrações, temperatura de 80 a 200 °C, tempo de reação de 3 a 48 h e uma variação nos outros parâmetros de ativação. Pelo menos 15 tipos diferentes de zeólitas poderão ser produzidas a partir de uma mesma cinza de carvão pela variação dos parâmetros de ativação (Moreno *et al.*, 2001). Cada tipo de zeólita irá apresentar propriedades de adsorção características.

O propósito deste estudo foi investigar a influência da variação dos parâmetros de ativação usados na síntese de zeólita a partir de cinzas de carvão na eficiência de remoção do corante vermelho do congo de solução aquosa.

Parte Experimental

2.1. Materiais

Todos os reagentes usados foram de grau analítico. As soluções do vermelho do congo (CI 22120) foram preparadas a partir da diluição de solução estoque com água ultrapura do sistema Millipore Milli-Q.

2.2. Preparação de zeólitas de cinzas de carvão

As cinzas de carvão da Usina Termelétrica de Figueira, localizada no Paraná, foram utilizadas no estudo. As zeólitas foram preparadas a partir de cinzas leves retidas no filtro manga (ZM) e cinzas leves retidas no filtro ciclone (ZC). As cinzas de carvão foram modificadas por tratamento hidrotérmico com variação das seguintes condições experimentais: concentração da solução de NaOH; tempo de reação; temperatura e relação massa de cinza/volume da solução de NaOH (Tabela 1). As condições da síntese foram selecionadas a partir de estudos realizados para o sistema azul de metileno/zeólita (Fungaro *et al.*, 2005, 2009; Bruno, 2008).

O procedimento para o tratamento

hidrotérmico foi o seguinte: a amostra contendo cinzas de carvão foi misturada com solução de NaOH e aquecida em estufa. Após o fim do processo de síntese, a fase sólida foi separada por filtração e a solução alcalina foi estocada para retornar ao processo. O material zeolítico foi lavado com água deionizada até pH ~11 e seco em estufa a 50 °C por 12 h. O efluente alcalino emitido no processo de lavagem vai para um tanque para posterior tratamento de neutralização.

2.3. Estudos sobre a remoção do corante

A remoção do vermelho do congo em solução aquosa pelas zeólitas foi realizada por processos descontínuos. Alíquotas de 100 mL de solução do corante de concentração conhecida (faixa de 20 a 480 mg/L) foram colocadas em béqueres de 250 mL com 1 g de zeólita e agitadas em agitador mecânico na temperatura de 25 °C à 120 rpm. Após um tempo de contato, entre 10 a 1440 min, uma amostra era retirada, o sobrenadante foi separado por centrifugação e a concentração final nesta solução foi determinada. A concentração do corante vermelho do congo foi determinada por espectrofotometria UV-Visível (espectrofotômetro Cary 1E da Varian), no comprimento de onda correspondente a absorvância máxima, $\lambda_{max} = 500$ nm, em pH=5. A capacidade de adsorção do adsorvente (q em mg/g) foi calculada conforme a Equação 1:

$$q = \frac{V(C_0 - C_f)}{M} \quad (1)$$

onde V (L) é o volume da solução de corante, C_0 (mg/L) é a concentração inicial da solução de corante, C_f (mg/L) é a concentração final da solução de corante obtida após um tempo t e M (g) é a massa de zeólita. O tempo de equilíbrio utilizado para obtenção das isotermas foi determinado a partir dos estudos cinéticos.

2.4. Caracterização das zeólitas de cinzas de carvão

A composição química foi determinada por Fluorescência de Raios-X (Rigaku RIX-3000). A composição mineralógica foi obtida por Difração de Raios-X (Rigaku, modelo Multiflex). A superfície específica BET foi determinada pelo equipamento BET Surface Área Analyser – Versão 3.11 – Quanta-Chrome Corporation – Nova 1200. A massa específica das zeólitas foi determinada por Pictômetro. Micromeritics – Accupyc 1330. A capacidade de troca catiônica

(CTC) do material zeolítico foi obtida usando solução de acetato de sódio e de amônio (Scott *et al.*, 2002). O pH das zeólitas foi determinado na solução sobrenadante da mistura de 0,1 g com 10 mL de água após 24 h de agitação (Onda ion Analyser).

Resultados e Discussão

3.1. Caracterização dos materiais adsorventes

As cinzas de carvão constituíam-se principalmente de alumina e sílica (15-19%). Ambas as cinzas apresentaram uma relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ muito baixa (0,98-1,2) comparada com a maioria das cinzas leves de carvão (~ 2 m/m) (Zeng *et al.*, 2002). Esta característica em conjunto com o conteúdo relativamente baixo das impurezas de óxidos de Fe, Ca e S confere um alto potencial para o uso destas amostras como matéria-prima para a síntese de zeólitas com baixo teor de silício. Algumas propriedades físico-químicas das zeólitas de cinzas de carvão são mostradas na Tabela 2.

Os difratogramas das zeólitas (não apresentados) revelaram a formação da zeólita Na-P1 após o tratamento hidrotérmico alcalino juntamente com hidroxissodalita. No difratograma da ZM foi identificada também a presença da zeólita faujasita. Os picos de quartzo e mulita provenientes das cinzas que não reagiram e que fazem parte do material zeolítico também foram identificados.

3.2. Efeito do tempo de contato

O efeito do tempo de agitação na adsorção do vermelho do congo sobre ZC e ZM é mostrado na Figura 1. A remoção foi rápida nos estágios iniciais de contato e gradualmente decresceu até atingir o equilíbrio. O tempo de equilíbrio foi 1200 min para ambos adsorventes. A forma simples e contínua das curvas até a saturação sugeriu uma cobertura por monocamada das moléculas do corante na superfície dos adsorventes.

3.3. Modelagem cinética

O comportamento transiente do processo de adsorção do vermelho do congo pelos adsorventes foi analisado usando os modelos cinéticos de pseudo-primeira-ordem de Lagergren (Ho e Mckay, 1998a), pseudo segunda-ordem de Ho e McKay (Ho *et al.*, 1996), e modelo da difusão intrapartícula (Weber e Morris, 1963). A validade destes modelos pode

ser avaliada pelos gráficos lineares de cada equação: $\log(q_e - q_t)$ vs t para o modelo de pseudo primeira-ordem, t/q_t vs t para o modelo de pseudo segunda-ordem e q_t vs $t^{1/2}$ para a difusão intrapartícula.

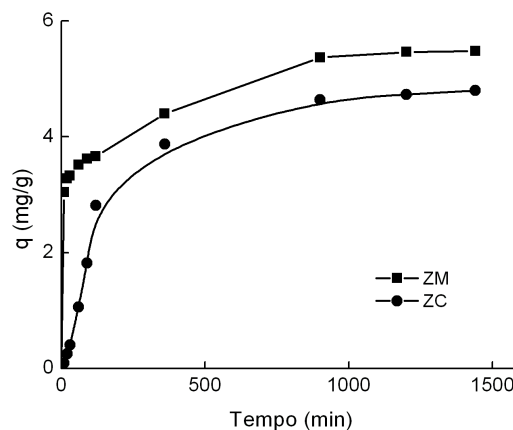


Figura 1 - Efeito do tempo de agitação sobre a capacidade de adsorção do vermelho do congo sobre zeólitas ($C_0 = 70,0$ mg/L; pH=5).

Os parâmetros cinéticos do processo de adsorção do vermelho do congo sobre as zeólitas foram obtidos pelas regressões lineares dos gráficos de cada modelo (Tabela 3). A velocidade de adsorção inicial (h em mg/g min) foi calculada a partir da constante pseudo-segunda-ordem (Ho *et al.*, 1996).

A avaliação quantitativa dos modelos foi realizada pela comparação dos coeficientes de correlação. Os resultados mostraram que processo de adsorção se ajustou melhor ao mecanismo de pseudo-primeira-ordem para ZC e pseudo-segunda-ordem ZM. No sistema vermelho do congo/ZC, o processo de adsorção é controlado por difusão. Já no sistema vermelho do congo/ZM deve estar envolvido no controle da velocidade um mecanismo de adsorção ativada ou quimissorção (Ho e Mckay, 1998b). A adsorção ativada é um tipo de adsorção de caráter intermediário entre a adsorção física e a química. Os valores da velocidade de adsorção inicial (h) confirmaram que a velocidade de adsorção do vermelho do congo é maior sobre ZM do que sobre ZC conforme já havia indicado os estudos da dependência da capacidade de adsorção com o tempo de contato.

3.4. Estudos de Equilíbrio de adsorção

As Figuras 2 e 3 mostram as isotermas de adsorção do vermelho do congo sobre as

zeólitas ZC e ZM, respectivamente.

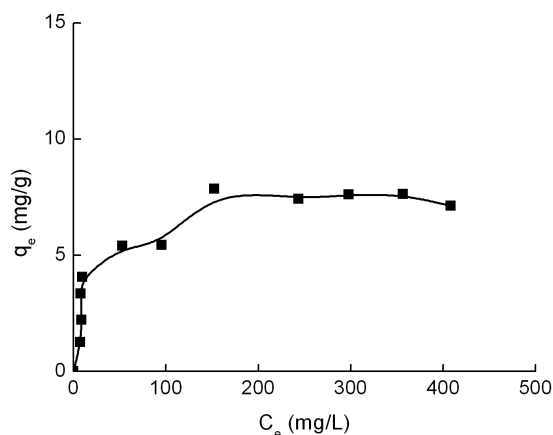


Figura 2 - Isotherma de adsorção do vermelho do congo sobre ZC (T= 25 °C).

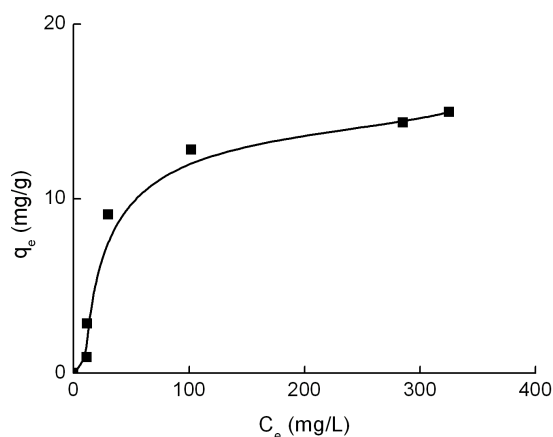


Figura 3 - Isotherma de adsorção do vermelho do congo sobre ZM (T= 25 °C).

As isotermas de sistemas líquido/sólido podem ser classificadas de acordo com suas formas que são determinadas pelo mecanismo de adsorção e, portanto, esta classificação pode ser usada para o diagnóstico da natureza da adsorção.

O comportamento das isotermas de ambos adsorventes correspondeu à isoterma Tipo L2 indicando a formação de uma monocamada saturada de moléculas do soluto sobre a superfície do adsorvente e que a afinidade de adsorção aumenta com o aumento da concentração do adsorbato até a saturação (Giles *et al.*, 1960).

Os dados de adsorção foram analisados usando-se os modelos de Langmuir e Freundlich que são os mais freqüentemente usados para descrever isotermas para aplicações em tratamento de águas e efluentes (Perrich 1981; Faust e Aly, 1987).

Os parâmetros das isotermas de Langmuir e Freundlich foram determinados por regressão linear das equações linearizadas e estão listadas na Tabela 4. O valor do coeficiente de correlação (R) mostrou que os dados experimentais se ajustaram ao modelo da isoterma de Langmuir para a adsorção do vermelho do congo sobre ambas as zeólitas. A capacidade máxima de adsorção do vermelho do congo sobre ZM foi 53% maior do que sobre zeólita ZC. Este fato é atribuído à presença de faujasita na mistura das fases zeolíticas da ZM, que apresenta maior tamanho de poro do que a zeólita Na-P1 e às partículas de tamanhos menores da cinza retida no filtro manga, matéria-prima da zeólita.

A Tabela 5 compara as capacidades de adsorção do vermelho do congo sobre zeólitas e sobre alguns adsorventes. Os valores obtidos para ZC são comparáveis com os aqueles obtidos com a lama vermelha ativada. A capacidade de adsorção das zeólitas é maior do que a das cinzas leves de carvão.

Conclusão

As zeólitas sintetizadas a partir de cinzas de carvão ZC e ZM, preparadas a partir de parâmetros do tratamento hidrotérmico diferentes, mostraram-se eficientes como materiais adsorventes de baixo custo na remoção do corante vermelho do congo em solução aquosa. Eficiências de remoção entre 80 a 85% foram alcançadas. As isotermas de equilíbrio das zeólitas se ajustaram ao modelo de Langmuir atingindo capacidade máxima de adsorção de 16,6 mg/g para ZM e 7,86 mg/g para ZC.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e à Carbonífera do Cambuí Ltda pelas amostras de cinzas de carvão

Referências Bibliográficas

- 1) BHATTACHARYYA, K. G., Sharma, A., **Azadirachta indica leaf powder as an effective biosorbent for dyes: a case study with aqueous Congo red solutions**, Journal of Environmental Management (2004) 71 217-229.
- 2) BRUNO, Mariza, **Utilização de zeólitas sintetizadas a partir de cinzas de carvão na remoção de corante em água**, Dissertação de Mestrado, São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2008.
- 3) DEPOI, F. S., Pozebon, D., Kalkreuth, W. D., **Chemical characterization of feed coals and combustion-by-products from Brazilian power plants**. International Journal of Coal Geology (2008) 76 227-236.
- 4) FAUST, S. D., Aly, O. M., **Adsorption Process for Water Treatment**, Stoneham. Butterworths Publishers 1987.
- 5) FUNGARO, D. A., Silva, M. G., **Utilização de zeólita preparada a partir de cinza residuária de carvão como adsorvedor de metais em água**, Química Nova (2002) 25 1081-1085.
- 6) FUNGARO, D. A., Flues, M. S-M., Celebroni, A. P., **Estabilização de solo contaminado com zinco usando zeólitas sintetizadas a partir de cinzas de carvão** Química Nova (2004) 27 582-585.
- 7) FUNGARO, D. A., Izidoro, J. C., Almeida, R. S., **Remoção de compostos tóxicos de solução aquosa por adsorção com zeólita sintetizada a partir de cinzas de carvão** Eclética Química (2005) 30 1-8.
- 8) FUNGARO, D. A., Izidoro, J. C., **Estudo da remoção de íons metálicos em água utilizando zeólitas sintetizadas com cinzas de carvão** Tchê Química (2006a) 3 21-30.
- 9) FUNGARO, D. A.; Izidoro, J. C., **Remediação de drenagem ácida de mina usando zeólitas sintetizadas a partir de cinzas leves de carvão**, Química Nova (2006b) 29, 735-740.
- 10) FUNGARO, D. A., Bruno, M., Grosche, L. C., **Adsorption and kinetic studies of methylene blue on zeolite synthesized from fly ash**, Desalination and Water Treatment (2009) 2 231-239.
- 11) Guaritini, C. C. I., Zanoni, M. V. B., **Corantes Têxteis**, Química Nova, (2000) 23 71-78.
- 12) GILES, C. H., Macewan, T. H., Nakhua, S. N., Smith, D., **Studies in adsorption, 11. A system of classification of solution adsorption isotherms, and its use in diagnosis of adsorption mechanisms and in measurement of specific surface areas of solids**, Journal of Chemical Society of London (1960) 3973-3993.
- 13) HO, Y. S., Wase, D. A. J., Forster, C. F., **Kinetic studies of competitive heavy metal adsorption by sphagnum moss peat**, Environmental Technology (1996) 17 71-77.
- 14) HO, Y. S., Mckay, G., **The kinetics of sorption of basic dyes from aqueous solution by sphagnum moss peat**, The Canadian Journal of Chemical Engineering (1998a) 76 827-827.
- 15) HO, Y. S., Mckay, G. **Sorption of dye from aqueous solution by peat**, Chemical Engineering Journal (1998b) 70 115-124.
- 16) HOUK, V. S., **The genotoxicity of industrial-wastes and effluents**, Mutation Research (1992) 277 91-138.
- 17) Izidoro, J. C., Fungaro, D. A., **Utilização de resíduos de usinas termelétricas a carvão na síntese de zeólitas e sua aplicação na remoção de Zn²⁺ e Cd²⁺ em água**, Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento (2007) 9 101-106.
- 18) KUNZ, A., Peralta-Zamora, P., Moraes, S. G., Durán, N., **Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis**, Química Nova (2002) 25 78-82.
- 19) MALL, I. D., Srivastava, V. C., Agarwal, N. K., Mishra, I. M., **Removal of congo red from aqueous solution by bagasse fly ash and activated carbon: Kinetic study and equilibrium isotherm analyses**, Chemosphere 61 (2005) 492-501.
- 20) MORENO, N., Querol, X., Ayora, C., Fernández-Pereira, C., Janssen-Jurkovicová, M., **Utilization of zeolites synthesized from coal fly ash for the purification of acid mine waters**, Environmental Science & Technology (2001a) 35a 3526-3534.
- 21) NAMASIVAYAM, C., Arasi, D. J. S. E., **Removal of congo red from wastewater by adsorption onto waste red mud**, Chemosphere 34 (1997) 401-417.
- 22) PERRICH, J. R., **Activated carbon adsorption for waste water treatment**. Boca Raton. CRC Press, 1981.
- 23) QUEROL, X., Moreno, N., Umaña, J. C., Alastuey, A., Hernández, E., López-Soler, A., Plana, F., **Synthesis of zeolites from coal ash: an overview**, International Journal of Coal Geology, (2002) 50 413-423.
- 24) RAO, V. V. B., Rao, R. M., **Adsorption studies on treatment of textile dyeing industrial effluent by flyash**, Chemical Engineering Journal 116 (2006) 77-84.
- 25) SANGHI, R., Bhattacharya, B., **Review on decolorisation of aqueous dye solutions by**

- low cost adsorbents**, Coloration Technology, (2002) 118 250-269.
- 26) SCOTT, J., Guang, D., Naeramitarnasuk, K., Thabuot, M. **Zeolite synthesis from coal fly ash for the removal of lead ions from aqueous solution**, Journal of Chemical Technology & Biotechnology (2002) 77 63-69.
- 27) TOR, A., Cengeloglu, Y., **Removal of congo red from aqueous solution by adsorption onto acid activated red mud**, Journal of Hazardous Materials 138 (2006) 409-415.
- 28) WEBER, W. J., Morris, J. C., **Kinetics of adsorption carbon from solutions**, Journal of Sanitary Engineering Division, American Society of Civil Engineering (1963) 89 31-60.
- 29) ZANONI, M. V., Carneiro, P. A., **O descarte dos corantes têxteis**, Ciência Hoje (2001) 29, 61-64.
- 30) ZENG, R., Umana, J. C., Querol, X., Lopez-Soler, A., Plana, F., Zhuang, X., **Zeolite synthesis from a high Si-Al fly ash from East China**, Journal of Chemical Technology & Biotechnology (2002) 77 267-273.

Tabela 1 - Parâmetros de ativação do tratamento hidrotérmico usado nas cinzas de carvão.

Condições	[NaOH] (mol L ⁻¹)	t ¹ (h)	T (° C)	M _{cinza} · V _{sol} ² (g mL ⁻¹)	Produtos Zeolíticos
1	4,0	21	90	0,1	ZM
2	3,5	24	100	0,125	ZC

(1) tempo da reação; (2) relação massa de cinza/volume de solução de NaOH

Tabela 2 - Propriedades físico-químicas das zeólitas cinza de carvão.

	ZC	ZM
pH (em água)	11	11
Área Superficial Específica (m ² g ⁻¹)	38,99	131,5
Massa específica (g cm ⁻³)	2,65	2,36
CTC (meq 100 g ⁻¹)	137,6	152,2

Tabela 3 - Parâmetros cinéticos para a remoção do vermelho do congo sobre zeólitas.

Adsorvente	Pseudo- 1ª ordem			
	K ₁ (min ⁻¹)	R ₁		
ZC	3,57 x 10 ⁻³	0,993		
ZM	3,80 x 10 ⁻³	0,991		
	Pseudo- 2ª ordem			
	K ₂ (g/mg min)	h (mg/g min)	q _e (mg/g)	R ₂
ZC	4,52 x 10 ⁻⁴	1,64 x 10 ⁻²	6,22	0,962
ZM	4,61 x 10 ⁻³	1,45 x 10 ⁻¹	5,60	0,999
	Difusão IntraPartícula			
	K _i (mg/g min ^{0,5})	R _i		
ZC	1,41 x 10 ⁻¹	0,949		
ZM	9,71 x 10 ⁻²	0,845		

Tabela 4 - Parâmetros dos modelos de isoterma de Langmuir e Freundlich para os corantes RL16 e IC sobre os adsorventes.

Adsorvente	Langmuir		
	Q ₀ (mg/g)	b (L/mg)	R
ZC	7,86	0,049	0,995
ZM	16,6	0,026	0,996
	Freundlich		
	K _f [*]	n	R
ZC	1,32	3,22	0,890
ZM	1,38	2,29	0,898

(*) (mg/g) (L/mg)^{1/n}

Tabela 5 – Comparação da capacidade máxima de adsorção do vermelho do congo sobre vários adsorventes.

Adsorventes	Q ₀ (mg/g)	Referências
Cinza leve de carvão - 30°C a 50 °C	3,98 - 4,13	Rao e Rao, 2006
Cinza leve de bagaço de cana de açúcar	11,9	Mall <i>et al.</i> , 2005
Lama vermelha	4,05	Namasivayam e Arasi, 1997
Lama vermelha ativada	7,08	Tor e Cengeloglu, 2006
ZC	7,86	Presente estudo
ZM	16,6	Presente estudo

ENTREVISTA – Dr. Bill Costa, TECPAR – PR

Durante o primeiro semestre de 2009 tivemos a oportunidade de entrevistar o Dr. Bill Costa, pesquisador do TECPAR. Na atual entrevista, o Dr Costa foi questionado a respeito da produção de um biocombustível que o Brasil detém grande domínio tecnológico: o etanol. Este é um dos principais combustíveis alternativos consumidos no país, logo é do interesse da comunidade saber mais sobre este produto.

- **Quantos kilogramas de açúcar conseguem ser produzidos por kilograma de cana-de-açúcar?**

1 tonelada de cana-de-açúcar padrão produz ao redor de 94kg de açúcar.

- **Qual a produtividade média, em litros, de etanol por hectare de cana-de-açúcar plantado no Brasil?**

Em média, 1 hectare de cana produz 7.500 litros de etanol.

- **Qual seria essa produtividade, em litros por hectare, se a matéria-prima empregada na produção do álcool fosse o milho ou a beterraba?**

No caso do milho (EUA), a produtividade é de 3.000 litros e no caso da beterraba (União Europeia) é 5.000 litros/hectare.

- **Para cada tonelada de cana-de-açúcar, qual a produção média, em litros, de etanol?**

1 tonelada de cana-de-açúcar produz ao redor de 80 litros de etanol.

- **Qual o volume médio, em litros ou toneladas, de etanol exportado pelo Brasil? Quais os principais países compradores?**

De acordo com a Secretaria de Comércio Exterior – Secex, o Brasil exportou em 2008 cerca de 5,1 bilhões de litros de etanol, sendo 1,5 bilhões para os Estados Unidos e 1,3 bilhões de litros para os Países Baixos.

- **A cana-de-açúcar é um tipo de cultura que se adapta melhor em que tipo de solo? Quantas colheitas anuais são possíveis? E no caso do milho e da beterraba, quantos meses são necessários para a colheita?**

A cana de açúcar responde melhor aos solos férteis, bem arejados, com boa retenção de umidade e profundos. É efetuada uma colheita anual da cana-de-açúcar. No caso do milho podem ser efetuadas duas colheitas anuais: a normal e a chamada safrinha. O processo todo é de cerca de 120 dias. A beterraba produzida no Brasil é de uma variedade diferente daquela usada por exemplo na Alemanha para a produção de açúcar, o qual poderia ser convertido em álcool. O ciclo da beterraba é de aproximadamente 90 dias.

- **Qual o percentual da colheita nacional mecanizada?**

No Estado de São Paulo, o mais adiantado nesse aspecto, a colheita mecanizada respondeu por aproximadamente 47% da cana colhida na safra 2007/2008. Este valor deve aumentar nas próximas safras. No Brasil, estima-se que a mecanização na colheita de cana deve estar ao redor de 25%.

- **Todo o etanol produzido no Brasil é oriundo da mesma variedade de cana-de-açúcar?**

Não. Existem diversas variedades de cana-de-açúcar, as quais buscam sempre a melhor produtividade de acordo com as condições edafoclimáticas. Algumas variedades são plantadas apenas para forragens destinadas a alimentação animal.

- **Quem, na realidade, comanda a oferta de etanol no mercado nacional: governo ou usineiros? Por que?**

Os produtores de etanol nacionais são os comandantes da oferta do produto no país pois ao longo dos anos os investimentos em pesquisas e inovações tecnológicas para a melhoria da produtividade tem sido originados na iniciativa privada, a qual ainda detém as melhores terras agriculturáveis.

- **É correto afirmar que a produtividade de etanol está ligada diretamente ao teor de açúcares presente na matéria-prima? Nesse sentido, entre cana-de-açúcar, milho e beterraba, qual a melhor matéria-prima em produtividade por ha plantado?**

Sim, é correto. No Brasil, a cana-de-açúcar tem uma produtividade de 85 ton/ha, o milho de 6 ton/ha e a beterraba entre 15 ton/ha e 30 ton/ha. Assim, a cana-de-açúcar é a melhor matéria-prima em produtividade por ha plantado.



*Valores aproximados de produtividade

- **Qual foi a produção média, em milhões de toneladas, de cana-de-açúcar e de açúcar no Brasil nos últimos 5 anos? Qual a perspectiva para os próximos anos?**

De acordo com dados obtidos da UNICA – União da Indústria da Cana-de-Açúcar, a produção média de cana-de-açúcar nas safras 2003/2004 a 2007/2008 foi de aproximadamente 411 milhões de toneladas. Para a produção de açúcar no mesmo período, tivemos cerca de 28 milhões de toneladas produzidas. Caso seja atingida a meta de processamento de 610 milhões de toneladas de cana na safra 2012/2013, o país produzirá 36,5 milhões de toneladas de açúcar e 27,4 bilhões de litros de etanol.

- **Atualmente, qual é o número de usinas de etanol no Brasil?**

São aproximadamente 320 plantas atualmente no país.

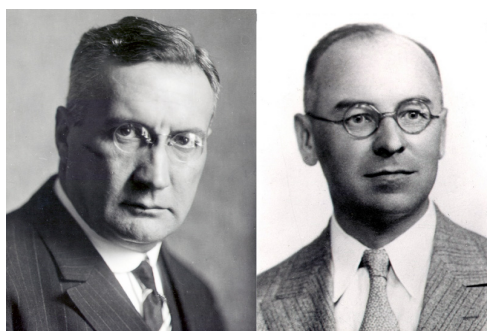
- **Em uma usina de produção de etanol, qual seria o volume de álcool produzido por litro de reator?**

O dimensionamento dos reatores pode variar de unidade para unidade. O importante é que, no processo de produção de etanol, a cana-de-açúcar é processada e o melaço resultante é misturado com o caldo da cana e levedura em tanques. O coproduto resultante da fermentação é denominado “mosto fermentado”, o qual contém um teor alcoólico entre 7,0% e 9,0%. A destilação desse mosto fermentado a diferentes temperaturas, separa o etanol dos outros líquidos.

- **Existem diversas pesquisas envolvendo a produção de etanol a partir da celulose. O Brasil tem interesse nesse tipo de pesquisa? Pelo seu conhecimento, é algo promissor? Como funciona a produção de etanol a partir da celulose?**

O principal uso atual da palha (bagaço seco) é a queima, nas próprias usinas, em caldeiras de alta eficiência para produção de vapor que alimenta turbinas para a co-geração de energia elétrica, o que torna as usinas independentes sob o ponto de vista energético. Já existe uma intensa pesquisa no sentido de se produzir um pouco mais de álcool a partir do bagaço (material celulósico). Os Estados Unidos lideram as pesquisas e o Brasil vem logo atrás. Estima-se que levará entre 5 e 10 anos para os primeiros litros chegarem ao mercado. O processo envolve inicialmente uma hidrólise enzimática do bagaço de cana para transformar a celulose em açúcar (glicose) o qual é depois fermentado para a obtenção do etanol. Existem outros processos que podem ser aplicados ao bagaço e outros materiais ligno-celulósicos oriundos da biomassa para a produção de outros biocombustíveis líquidos, tais como a gasificação, síntese de Fischer-Tropsch, pirólise e hidrogenação. Nesses processos é importante determinar a relação custo/benefício pois são processos de custos elevados.

Nota: Síntese de Fischer-Tropsch (FT)



Franz Fischer
(1877-1947)

Hans Tropsch
(1889 -1935)

O processo de desenvolvimento desta síntese começou a ser estudado em meados de 1920, por Franz Fischer e Hans Tropsch. A síntese de Fischer-Tropsch é um processo químico catalítico, onde monóxido de carbono e hidrogênio são convertidos em hidrocarbonetos líquidos de várias espécies como gasolina, querosene, lubrificantes, etc. A mistura de monóxido de carbono e hidrogênio recebe o nome de SINGAS (gás de síntese, CO e H₂).

O propósito deste processo é a produção de fontes sintéticas de energia (combustíveis líquidos), que possam futuramente substituir o petróleo. Tais combustíveis poderiam ser originados da biomassa, do carvão, do gás natural ou outros.

- **Caso, no futuro, o Brasil fosse empregar etanol não somente para veículos de passeio, mas também para ônibus e caminhões, qual teria que ser a expansão, em hectares, de área cultivada para suprir tal demanda? Que estudos existem a esse respeito?**

O motor do ciclo diesel pode perfeitamente operar com 100% de etanol, desde que aditivado com um corretor de cetano, aditivos de lubrificação e ajustes no motor e sistema de injeção de combustível. Realizamos em Curitiba na década de 90, experimentos com uso de etanol aditivado em motores diesel: um caminhão que rodou cerca de 400 mil km (parceria com a COPEL- Companhia Paranaense de Energia) e um ônibus vindo da Suécia (Scania) na frota de transporte coletivo (parceria com a URBS – Companhia de Urbanização de Curitiba). O desempenho dos motores foi totalmente satisfatório e os ganhos ambientais significativos. Entretanto, na época o preço por km rodado com álcool era muito mais elevado do que o km rodado com diesel (> 70%). Atualmente um teste está sendo executado em São Paulo com um ônibus Scania sueco encarroçado no Brasil pela Marcopolo. O teste conta com a parceria da EMTU – Empresa Municipal de Transporte Urbano de São Paulo, Scania, SPTTrans, Copersucar e USP. O uso do etanol em larga escala em transporte coletivo ou de cargas deve ser avaliado economicamente visto que o consumo de álcool é maior do que o consumo

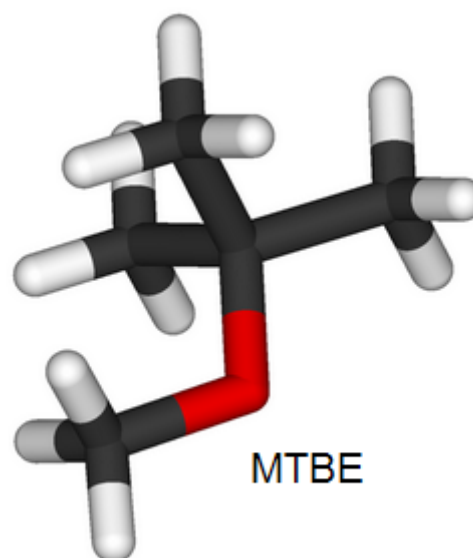
de diesel. Sob o aspecto técnico a princípio não temos grandes limitações. Estima-se que o etanol não irá substituir integralmente a gasolina como o combustível mais usado do mundo ou o diesel pois calcula-se que toda a disponibilidade de terras e condições climáticas sejam suficientes apenas para a produção de 20% do combustível utilizado no mundo.

- **Em qual estado ou cidade está concentrada a maior produção de etanol no Brasil? Qual a correspondência, em termos percentuais?**

A produção está concentrada no Estado de São Paulo que produz 63% do etanol. O Paraná produz 10% do etanol nacional e o restante é produzido principalmente em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e alguns Estados do Nordeste.

- **Há uma discussão em certos círculos no RS que afirmam que para este estado seria mais interessante o uso do MTBE (éter *metil-t-butílico*) em substituição ao tetracloreto de chumbo. Fazendo o papel do etanol na gasolina. Qual sua opinião sobre este tópico?**

O MTBE começou a ser usado como aditivo da gasolina no Brasil em 1990, no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. O argumento era a escassez do etanol, produto que aumenta a octanagem da gasolina e que, por ser um aditivo oxigenado, reduz o teor de hidrocarbonetos não queimados e a emissão de monóxido de carbono, papel também desempenhado pelo MTBE. Entretanto, por ser um produto cancerígeno e de certo impacto ambiental, tem seu uso proibido no Brasil desde 1991. Nos Estados Unidos o MTBE foi igualmente proibido e, em 2003, foi iniciada sua substituição por etanol. Alguns países têm substituído o MTBE por ETBE (etil *tér*cio-butil éter), menos nocivo ao meio ambiente. Assim, atualmente em função da disponibilidade de etanol no país, não vemos argumentos para uso de MTBE.



- **Qual o objetivo das queimadas nas plantações de cana? Já existe alguma Lei proibindo as queimadas nas plantações de cana em função dos impactos ambientais que são provocados?**

A queimada da palha da cana (despalhamento) é efetuada para facilitar a colheita manual por trabalhadores. São retiradas folhas mortas e alguma camada de cera. Em função dos problemas de saúde pública e impacto ambiental que causa, a queimada dos canaviais é bastante questionada. As normas que regem a questão das queimadas são de âmbito federal, estadual e municipal. O Decreto Federal 2.661 de 8/7/98 estabelece a eliminação gradual da queima da cana-de-açúcar. Alguns Estados produtores estabeleceram normas específicas para tratar a eliminação da queimada. Em São Paulo, a queima da palha cana é regulada pela Lei 11.241 que estabelece a eliminação da queimada até 2021 em áreas mecanizáveis e até 2.030 em áreas não mecanizáveis. Entretanto, em 2007 foi assinado o Protocolo Verde entre o Governo de São Paulo e a ÚNICA, propondo a eliminação da queimada até 2.014. Outros Estados como Paraná, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais também têm leis ou projetos de lei que coíbem a queima da cana-de-açúcar. O assunto ainda é amplamente discutido e uma definição final para a prática ainda não foi alcançada.

- **Quais são os maiores produtores de etanol no mundo? Que outros países, europeus ou não, incentivam fortemente a produção de etanol? Qual a matéria-prima empregada por cada um desses países?**

O Brasil (cana-de-açúcar) e os Estados Unidos (milho) respondem por aproximadamente 85% da produção mundial de etanol (EUA 24,5 bilhões de litros na safra 2007/2008 e Brasil 21,5 bilhões de litros). A China (mandioca) vem em terceiro lugar com 2,7% da produção e a União Européia a seguir com 2,5% da produção. Outros países produtores incluem Canadá (trigo e milho), Índia (Cana e melão), Colômbia (cana e óleo de palma).

- **O Governo provem algum tipo de incentivo fiscal para a produção de etanol no Brasil? Em caso afirmativo, quais são esses incentivos?**

Atualmente não há nenhum subsídio aos produtores. O que existe é uma tributação diferenciada que é maior para a gasolina do que para o álcool, por suas qualidades ambientais.

- **A produção de etanol gera algum tipo de resíduo líquido? Qual? Qual o tratamento aplicado e consequente destinação?**

A produção de etanol gera um produto líquido chamado de vinhaça ou vinhoto. Apesar de seu caráter poluente e corrosivo, tem sido utilizado em lavouras como fertilizante tendo em vista ser um produto rico em potássio, água e matéria orgânica.

- **Com relação aos gases do efeito estufa, o quanto é possível reduzir as emissões a partir do álcool de cana-de-açúcar, beterraba e milho em substituição à gasolina?**

Estudos mostram que o etanol da cana-de-açúcar pode reduzir mais de 80% as emissões dos GEE. No caso do etanol de milho esta redução está ao redor de 31% e para o caso da beterraba 46%.

- **O Brasil tem interesse, a partir da nova concepção dos carros flex, de voltar a fabricar veículos de passeio apenas a álcool? Por quê?**

Na atualidade, os veículos *flex* respondem por mais de 90% das vendas de automóveis atualmente no país, e consomem principalmente o etanol em função do menor preço. Assim, não vemos intenção das montadoras em fabricar outra modalidade de motor exclusivo para álcool na atualidade.

- **Quais as pesquisas que têm sido realizadas no país nessa área de produção de etanol?**

Atualmente o grande interesse reside no processo de hidrólise que busca extrair glicose do bagaço de cana (material celulósico) para depois se obter etanol por fermentação. O bagaço contém ainda um terço da energia armazenada na planta. A transformação da celulose em açúcar ocorre pela ação de enzimas e o estudo de enzimas adequadas para o processo é foco de pesquisas tanto de empresas privadas quanto de instituições de ensino e pesquisa. Sabe-se que a Petrobras está pesquisando essa tecnologia de obtenção de etanol, assim como pelo menos três universidades brasileiras.

- **O TECPAR e o Estado do Paraná estão preparados para acompanhar as mudanças significativas que se desenham no cenário estratégico da cana nos próximos anos (ex. Óleo a partir do bagaço, aumento da cogeração, biopolímeros, etc). Que tipo de medidas já estão sendo consideradas para manter o Paraná entre os líderes do setor nos próximos anos?**

No caso do Tecpar, não temos atuação nas questões agronômicas especificamente. O interesse futuro de nossas pesquisas reside nos novos processos que podem permitir a obtenção de biocombustíveis líquidos com a utilização de resíduos da biomassa, a exemplo do bagaço de cana. No Paraná, os produtores de açúcar e álcool estão atentos as mudanças que ocorrem no setor, com especial atenção as características da cana-de-açúcar que será usada na produção de etanol nos próximos anos. Tal cana deverá ter um alto teor de sacarose, elevada resistência a seca e grande quantidade de biomassa e mais fibras. As pesquisas nesse sentido ainda têm um longo caminho a percorrer. Particularmente todos estão buscando o etanol celulósico mas ainda não se implantou essa tecnologia em nível econômico.





**A QUESTÃO DAS DROGAS
UM FOCO NA CONSTITUIÇÃO DOS SENTIDOS DA QUÍMICA NO SABER POPULAR**

**THE SUBJECT OF THE DRUGS
A FOCUS IN THE CONSTITUTION OF THE SENSES OF THE CHEMISTRY IN THE
POPULAR KNOWLEDGE**

MACHADO JÚNIOR, Iterlandes¹; BENJAMIN, Wilson de Souza²

¹Escola Estadual Conselheiro Afonso Pena, Rua Joaquina Cândida, 50, Centro,
cep 35.774.000, Paraopeba – MG, Brasil
* e-mail: imachadojr@yahoo.com.br

²Universidade de Uberaba, Instituto de Formação de Educadores, Departamento de Química,
Campus Aeroporto, Avenida Nenê Sabino, 1801, Bairro Universitário,
cep 38055-500, Uberaba – MG, Brasil
* e-mail: wilson.benjamin@uniube.br

Received 28 April 2009; received in revised form 20 June 2009; accepted 28 June 2009

RESUMO

Considerando-se as dificuldades observadas no ensino médio, numa escola da rede pública em Paraopeba, Minas Gerais, Brasil, para a análise da evolução conceitual dos estudantes sobre a química das drogas, procurou-se pesquisar como suas idéias podem ser transformadas no processo de ensino-aprendizagem. Pôde-se verificar o quanto a intervenção acadêmica foi capaz de contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem, confirmando a hipótese de que a estrutura de análise e planejamento proposto privilegia a negociação das idéias sobre drogas, afinal todos tem espaço para falar.

Palavras-chave: *Drogas, Química Orgânica, Funções*

ABSTRACT

Considering the difficulties observed in high school of the public system in Paraopeba, Minas Gerais, Brazil, for the analysis the students' conceptual evolution about chemistry of the drugs, it was researched that your ideas can be transformed in the process of teaching and learning. It can verify the amount that academic intervention is able to contribute to the improvement of the process of teaching and learning. This confirms the hypothesis that the structure of analysis and planning benefits the negotiation of the ideas about drugs, at last all have space to speak.

Keywords: *Drugs, Organic Chemistry, Functions*

Introdução

Em nossa sociedade, ainda é muito comum a visão que dá a ciência um status hegemônico e superior de saber. Essa visão cientificista é também reproduzida na escola. Diante dessa realidade, muitas considerações sobre o ensino e a aprendizagem de ciências têm sido feitas. Um dos debates sobre essa questão refere-se ao significado de ensinar ciências para a vida de estudantes que habitam um mundo de enorme diversidade cultural (1994 *apud* Godin e Mól, ano 2008, pág. 3).

Os autores supracitados ainda ressaltam que a partir da década de 1990, os educadores e pesquisadores passaram a questionar essa superioridade epistemológica do saber científico e considerar as relações entre cultura e educação científica. A cultura popular e o conhecimento cultural passaram a serem considerados na orientação dos currículos de ciências. Essas modificações podem advir, segundo os pesquisadores, da perspectiva construtivista como tendência na educação científica, da substituição da perspectiva tecnicista na elaboração dos currículos e da postura crítica em relação à ciência ocidental moderna.

Pomeroy (1994 *apud* Godin e Mól, ano 2008, pág. 3) apresenta algumas estratégias para a educação científica: explorar as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade dentro do contexto de vida dos estudantes; utilizar recursos locais e problemas locais para as problematizações; utilizar textos que abordem narrativas de descobertas científicas para desmistificar a idéia de ciência pronta e acabada; “desenvolver currículos de ciências em torno de conteúdos científicos que expliquem práticas e técnicas populares” (p. 62, tradução e grifo nossos); desenvolver atividades científicas que não violem as crenças dos estudantes; “explorar as crenças, os métodos, os critérios de validade e sistemas de racionalidade sobre os quais o conhecimento do mundo natural de outras culturas é construído”.

Recentes pesquisas têm apontado que drogas e violências são temas em evidência e, embora se tenha falado muito sobre eles, paradoxalmente nunca se silenciou tanto a respeito desse complexo problema, sobretudo no que diz respeito à relação que possuem com os problemas sociais, como por exemplo, as

desigualdades culturais e educacionais que os permeiam. Em geral, prevalece uma perspectiva que colabora para reforçar estigmas e preconceitos, o que pode, inclusive, comprometer uma postura preventiva e fortalecer, por conseguinte, uma conduta repressiva. Daí a importância da escola e dos educadores que precisam cada vez mais conhecer a teia de complexidades que os envolvem as medidas que estão ao alcance da instituição escolar em sua missão formadora e educadora (Abramovay e Castro, 2005).

Desta forma, buscou-se romper com o modelo tradicional de ensino de química através de uma postura crítica/social dos conteúdos, a partir da negociação de significados científicos ao redor do tema “A questão das drogas e as funções da química orgânica”.

Nesse contexto, a intervenção também é de fundamental importância na formação continuada do professor/pesquisador, pois possibilita refletir sobre o seu próprio trabalho docente; num processo contínuo de construção de conhecimento.

Estudo Preliminar sobre o Planejamento Curricular para o Ensino de Química

A base do programa elaborado corresponde à Proposta Curricular de Química adaptada às normas dispostas pela Resolução SEE-MG, Nº 833, de 24 de novembro de 2006, da Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas, Secretaria de Estado da Educação, MG. Segundo essa proposta, o ensino de química deverá visar à aprendizagem dos conceitos, princípios, teorias e leis desta ciência; à compreensão da natureza e processo de produção desse conhecimento, bem como à análise crítica da sua aplicação na sociedade, numa trajetória que envolva transmissão/assimilação/ reavaliação crítica do conhecimento.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), aprovada em 1996, determina que a avaliação seja contínua e cumulativa e que os aspectos qualitativos prevaleçam sobre os quantitativos. Os alunos são respeitados em sua individualidade podendo observar seus progressos em relação a si próprios, dentro do ritmo de aprendizagem de cada um. Para que a

avaliação sirva à aprendizagem é essencial conhecer cada aluno e suas necessidades.

De acordo com o documento supracitado, a proposta curricular está organizada em torno dos eixos temática Materiais, Modelos e Energia, estruturando-se em tópicos. Para cada tópico apresentam-se habilidades e seu detalhamento.

Busca-se no Conteúdo Básico Comum – CBC de Química (Romanelli *et. al.*, 2007) contemplar aspectos conceituais fundamentais que permitam a compreensão da constituição, propriedades e transformações dos materiais, destacando implicações sócio-ambientais relacionadas à sua produção e ao seu uso.

Para a seleção e organização de conteúdos foram considerados alguns focos de interesse da química que dizem respeito a seus objetos de investigação: as propriedades, a constituição e as transformações dos materiais e das substâncias. De acordo com Santos e Schnetzler (2003), considerando a finalidade da educação básica de assegurar ao educando a formação indispensável ao exercício da cidadania, é importante que a base curricular comum contemple, articuladamente com os eixos do conhecimento químico mencionado (propriedades, transformações e constituição), a abordagem de temas sociais que propiciem ao aluno o desenvolvimento de atitudes e valores aliados à capacidade de tomada de decisões responsáveis diante de situações reais.

Assim sendo, a contextualização no currículo da base comum poderá ser constituída por meio da abordagem de temas e situações reais de forma dinamicamente articulada, que possibilitem a discussão, transversalmente aos conteúdos e aos conceitos de Química, de aspectos sociocientíficos concernentes a questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas (Zanon *et. al.*, 2008).

Desenvolvimento

Esta intervenção foi realizada em três turmas do 3º ano do ensino médio em uma escola da rede pública de Paraopeba (MG), com aproximadamente 150 alunos.

É possível que a discussão sobre a química das drogas, dos medicamentos e suas implicações sociais contribua para a promoção de alternativas importantes na prevenção do uso

indiscriminado destes. Diante disso, os alunos foram desafiados a resolverem algumas questões pertinentes ao tema abordado; em grupos de cinco ou seis, de modo a dar oportunidade a todos de participarem ativamente dos debates, além de me informar o quanto estão entendendo sobre o assunto que está sendo discutido.

Durante as aulas expositivas foram usadas algumas transparências, para que os estudantes não ficassem muito presos ao quadro. Sempre que necessário, era empregado modelos moleculares, para que eles tivessem uma melhor compreensão espacial da geometria molecular e sua influencia na reatividade das espécies químicas. A metodologia utilizada baseou-se em temas teórico-práticos relacionados ao cotidiano dos alunos visando uma situação pedagógica criada pela exposição prática com materiais alternativos, de forma que pudesse criar obstáculos a serem superados.

As atividades experimentais também foram planejadas visando possibilitar a integração de saberes do Cotidiano e da Ciência, permitindo melhorar o pensamento químico sobre o meio. O experimento em si já permite a formação de inúmeras idéias nos estudantes, sendo importante que essas idéias sejam bem ordenadas e possa transformar-se em conhecimento químico.

Pôde-se verificar através do desenvolvimento desse trabalho, que a negociação do tema supracitado fez-se, ao longo do processo de ensino-aprendizado, um importante instrumento de conscientização sobre os diversos significados para o conceito de drogas e medicamentos, além das possíveis razões para o consumo de entorpecentes e para a automedicação. Ainda, procurou-se ressaltar nos trabalhos apresentados os aspectos químicos desse consumo, sua interação com o organismo e suas implicações psicológicas, sociais e econômicas.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os diversos tipos de drogas abordados na sala de aula de química, como é conhecida popularmente, seus aspectos físicos, forma de administração e efeitos clínicos (ação no sistema nervoso central e síndrome de abstinência).

Entre as concepções mais freqüentes apresentadas pelos alunos para o conceito de drogas e medicamentos, ressalta-se que “as

drogas são substâncias que provocam alterações no sistema nervoso, sensação de prazer, anestesia e causa muita dependência. Droga é qualquer composto químico de uso médico diagnóstico, terapêutico ou preventivo que pode levar a dependência, tais como: alucinógenos e excitantes. (...) São vários os motivos para que as pessoas, principalmente jovens, utilizem drogas. Um dos principais motivos é a sensação de prazer que a maioria das drogas causa. (...) O organismo na maioria das vezes fica dependente dela, e esse prazer se transforma em vício. Um bom exemplo se dá nos usuários de cigarros e bebidas alcoólicas pois, são substâncias que causam dependência ao atingirem o Sistema Nervoso Central (SNC), deprimindo o mesmo. Outro bom exemplo se dá nos usuários de cocaína. Pelo fato dela ter efeitos estimulantes, a cocaína, as vezes, causa uma sensação de maior inteligência. Esses efeitos se dão por substâncias que atuam no cérebro, os neurotransmissores, que afetam as “mensagens” que se refletem no comportamento. Mas muitos não sabem das conseqüências do uso freqüente ou abusivo. (...) O primeiro efeito, normalmente é psicológico, pois o usuário pode ficar agressivo quando está sem a droga, fazendo de tudo para conseguir mais droga, o que causa uma segunda conseqüência: a econômica. A pessoa faz de tudo para conseguir dinheiro, inclusive vender seus pertences. Devido ao uso freqüente, o organismo fica alterado, ou seja, o terceiro efeito. A droga, em sua maioria, destrói neurônios, causam câncer, deterioram o organismo de forma geral, levando a morte. É de extrema importância que os pais estejam atentos ao comportamento dos filhos, eles devem ser mais presentes. A escola também deve trabalhar mais com o tema “Drogas”; a disciplina de Química pode levar os adolescentes a conhecer melhor as drogas e seus efeitos. Logo, os pais e a escola são importantes parceiros na prevenção das drogas.”

Sobre as diferenças entre drogas e medicamentos, eles acreditam que os medicamentos têm a sua fórmula alterada para beneficiar a saúde humana, mas quando mal empregados podem ter o mesmo efeito negativo. Para os alunos “os medicamentos são drogas usadas de maneira correta que, sob recomendação médica, ajuda no tratamento de doenças. Já as drogas não possuem nenhum tipo de benefício. A automedicação está presente no nosso dia-a-dia, sem mesmo percebermos já estamos fazendo o uso de

remédios sem recomendação ou receita médica. (...) Um exemplo bem claro disso é que um amigo meu, tornou-se viciado em calmantes, quando ele não fazia o uso dessas pílulas para dormir, ele ficava nervoso, violento e muitas vezes quebrava tudo que via pela frente. Um detalhe importante: ele fazia a automedicação só pelo simples fato do seu pai ser médico, ele pensava que entendia tudo sobre remédios. Portanto, a automedicação em vez de ajudar pode é atrapalhar.”

As discussões com um policial militar, também puderam trazer para a sala de aula algumas questões importantes, como por exemplo: Como amenizar a influência dos jovens no tráfico de drogas? No discurso produzido em sala de aula ressalta-se que “a observação com a movimentação de pessoas diferentes no seu bairro, na sua rua, no seu vizinho é preciso. (...) Não se deve ter medo mas, sim, denunciar prá que não chegue dentro da sua casa. Em um certo bar perto da minha casa os drogados se reúnem depois da meia noite para se drogar. Quando chegam a polícia, eles arrumam um jeito de se safar e a policia não encontra nada. A maior dificuldade de um usuário de drogas é aceitar que isso é um problema e buscar ajuda. Para ajudá-lo, a opção é a indicação de um tratamento específico: psicológico, psiquiátrico, médico, etc. Juntamente com a ação da família na reabilitação do usuário, os resultados serão satisfatórios, caso contrário, a sua saúde ficará debilitada, muitos transtornos poderão surgir, até um final trágico como a morte. Além de ajuda familiar, projetos devem ser desenvolvidos na comunidade para dar assistência aos usuários mantendo uma boa relação com a sociedade. (...) Poderia ser feito aqui no bairro uma casa de apoio ao dependente de drogas, para que assim esses usuários possam falar o que os levou a usar drogas e que possam estar buscando ajuda profissional. (...) Infelizmente, essa raiz de todo mal está longe de ser cortada. Nada têm sido feito para ocupar os jovens, como: jogos e artesanato. (...) Entretanto, a primeira atitude a ser tomada para que o usuário de drogas saia dessa “vida” depende de sua própria vontade de parar. Nada adianta agir com brutalidade, isso só o faz ficar mais agressivo. É uma difícil questão de conscientização. Um exemplo que conheci bem foi de um garoto de 20 anos, que começou cedo nessa vida. Sua mãe tentou de todas as formas o levar para outro caminho. Ele roubava

muito, foi preso várias vezes e sua mãe sempre tentando resgatá-lo mas, nada adiantou. Ele ficava sempre preso e sua mãe o visitava com frequência, até que um dia ela não agüentou mais e veio a falecer. No dia de seu velório ele não pode ao menos se despedir da mãe pois, estava preso e sem apoio de ninguém.”

Houve também a apresentação de uma peça teatral, não prevista no planejamento, abordando a história de uma jovem que, sem a atenção da família se deixou levar pelo mundo das drogas. Ressaltaram-se seu relacionamento com a mãe, com sua nova amiga, seu sofrimento e sua recuperação.

A Figura 3 refere-se aos trabalhos realizadas na sala de aula de química.



Figura 3 – Apresentação de trabalhos.

A sala de aula transformou-se num importante espaço de discussão entre alunos e professor fazendo com que as funções da

química orgânica realmente funcionassem na prevenção do consumo de drogas e do emprego indiscriminado de medicamentos ao imergirem criticamente nesse problema que castiga a nossa sociedade, propondo ainda novos caminhos para combater esse mal.

Conclusões

Apesar de sua importância, os aspectos culturais relativos a origem e consumo de drogas foram pouco explorados requerendo maior atenção em trabalhos subseqüentes. A falta de uma vivência mais enriquecida do aluno também acarreta uma maior dificuldade de leitura e interpretação dos textos científicos. É necessário, primeiramente, resgatar destes alunos a disposição de ler o material didático. Nesse sentido, os textos científicos requerem maior contextualização do professor/pesquisador e, por parte dos alunos, boa vontade em querer aprender.

As dificuldades para ensinar Química se acentuam em turmas maiores, estas por sua vez são mais heterogêneas no que se refere às diferenças de idade. Observa-se que alunos mais velhos e por tanto, fora da idade escolar são mais dedicados, no entanto apresenta menor rendimento acadêmico.

A experimentação nas aulas de química (por exemplo, a construção de um bafômetro e/ou um fumômetro com materiais alternativos) tornou-se inviável devido à carência dos recursos mínimos para o trabalho docente. Nesse caso, deve-se repensar nas contribuições de uma reativação do laboratório de ensino para a escola, mesmo com a contribuição de materiais caseiros, por toda a comunidade acadêmica.

Para Chassot (2003), a análise conjunta, de forma dialógica, dos diferentes significados atribuídos ao conhecimento e as diferentes formas de construção deste conhecimento, apresenta-se como uma alternativa importante no processo de alfabetização científica. Diante disso, pergunta-se: *Como os conhecimentos, não apenas dos saberes, mas também das técnicas e práticas populares sobre a química das drogas podem ser transformadas no processo de ensino/aprendizagem, por alunos do Ensino Médio?*

É possível que o um conjunto de categorias propostas por Campos (2002), aliado à rota metodológica elaborada por Pinheiro (2007),

possa nos auxiliar na interpretação dos saberes, técnicas e práticas de um grupo de ex-dependentes, buscando estabelecer, suas relações com o conhecimento químico escolar.

Inicialmente, sugerimos uma discussão na sala de aula sobre a origem, a classificação, a implicação social e econômica do consumo de entorpecentes, assim, como relatamos através deste. Em seguida, o trabalho de campo poderá ser feito com base na etnografia descrita pela antropologia cultural. Espera-se, assim, evidenciar as possíveis relações entre os saberes constituídos por um grupo social, com os conhecimentos dos alunos e da Química.

Referências Bibliográficas

1. ABRAMOVAY, M.; CASTRO, M.G. **Drogas nas escolas: versão resumida**. Brasília: UNESCO, Rede Pitágoras, 2005. 143 p.
2. BRASIL. **Proposta de Diretrizes para a Formação de Professores da Educação Básica, em Cursos de Nível Superior**. Ministério da educação. Brasília, 2000.
3. CAMPOS, M.D. Etnociência ou etnografia de saberes, técnicas e práticas? IN: AMOROZO, M.C.M., MING, L.C.; SILVA, S.M.P. **Métodos de coleta e disciplinas correlatas**. Anais, Rio Claro: UNESP, 2002. p.47-92. Disponível em: <<http://www.sulear.com.br/texto02.pdf>> Acesso em: jun 2009.
4. CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: Questões e Desafios para a Educação**. 3ª ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2003.
5. GONDIM, M.S.C. e MÓL, G.S. Saberes Populares e Ensino de Ciências: Possibilidades para um Trabalho Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 30, p. 3-9, nov. 2008.
6. PINHEIRO, P.C. **A interação de uma sala de aula de química de nível médio com o hipermídia etnográfico sobre o sabão de cinzas vista através de uma abordagem socio(trans)cultural de pesquisa**. 2007. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-14112007-150443/>> Acesso em: jun 2009.
7. ROMANELLI, L.I.; DAVID, M.A.; LIMA, M.E.C.C.; LEAL, M.C.; SILVA, P.D.S. **Conteúdo Básico Comum – CBC (Química – Ensino Médio)**. In: Centro de Referência Virtual do Professor. 2007. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7BB4E56C19-D8C8-4DAA-A3D4-2668F6312CDE%7D_LIVRO%20DE%20QUIMICA.pdf> Acesso em: jun 2009.
8. SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, R.P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003. 144p. (coleção educação em química)
9. ZANON, L.B.; MALDANER, O.A.; GAUCHE, R.; SANTOS, W.L.P. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 2008. 135 p. (orientações curriculares para o ensino médio, v. 2)




Tipo da droga	Como é conhecida	Aspectos físicos	Como é administrada	Efeitos clínicos
 Anfetamina Metanfetamina	<ul style="list-style-type: none"> • Rebite • Ioe • Speed • Ecstasy (MDMA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Formas de cristais • Pó grosso • Cápsulas e tabletes de vários tamanhos e cores 	<ul style="list-style-type: none"> • Cheirada • Fumada • Via Oral • Injetada 	<ul style="list-style-type: none"> • Taquicardia, palpitações, e arritmias • Hipertensão • Supressão do apetite • Euforia • Sedação • Depressão • Paranoias e alucinações
 Cocaína	<ul style="list-style-type: none"> • Crack • Coca • Cocaiétileno (cocaína + álcool) 	Cocaína pó: <ul style="list-style-type: none"> • Pó branco, cristalino com sabor amargo e dormente Cocaína crack: <ul style="list-style-type: none"> • Pequena pedra branca 	<ul style="list-style-type: none"> • Cheirada • Fumada • Injetada 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimulação do SNC • Dilatação das pupilas • Depressão respiratória • Paranoia • Euforia • Depressão • Sedação
 Canabinóides	<ul style="list-style-type: none"> • Maconha • Marijuana • Haxixe 	<ul style="list-style-type: none"> • Folha seca • Cigarro preparado • Líquido viscoso (óleo de Haxixe) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fumada 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do apetite • Apatia • Perda da noção do tempo • Diminuição da coordenação motora • Taquicardia • Alucinações
 Acido Lisérgico	<ul style="list-style-type: none"> • LSD 	<ul style="list-style-type: none"> • Cristal branco • Impregnado de folha de papel (micro pontos) • Cápsula/Tablete 	<ul style="list-style-type: none"> • Via oral 	<ul style="list-style-type: none"> • Salivação • Alucinação • Dilatação da pupila • Euforia • Elevação da temperatura do corpo • Ataque de pânico • Tremores

Figura 1 - Diversos tipos de drogas abordados nas aulas de química.

Fonte: Maxilab – Laboratório de análises toxicológicas. Disponível em:

<<http://www.maxilabor.com.br/teste/tipodedrogas.php>> Acesso em: jun 2009.



Tipo da droga	Como é conhecida	Aspectos físicos	Como é administrada	Efeitos clínicos
 Opiáceos	<ul style="list-style-type: none"> • Heroína • Morfina • Codeína 	<ul style="list-style-type: none"> • Pó branco, marrom, ou preto • Injetáveis • Cápsulas / tabletes 	<ul style="list-style-type: none"> • Via oral • Injetada • Cheirada 	<ul style="list-style-type: none"> • Depressão do SNC • Analgesia • Vertigens • Sedação • Fraqueza • Euforia • Supressão da dor • Náusea
 Benzodiazepínicos	<ul style="list-style-type: none"> • Lexotam • Lorax • Valium 	<ul style="list-style-type: none"> • Pó cristalino de várias cores • Cápsulas • Líquidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Via oral 	<ul style="list-style-type: none"> • Depressão • Sonolência • Diminuição da ansiedade • Letargia • Fadiga • Boca seca • Incoordenação motora
 Barbitúricos	<ul style="list-style-type: none"> • Seconal • Nembutal 	<ul style="list-style-type: none"> • Pó branco • Líquidos • Cápsulas / tabletes 	<ul style="list-style-type: none"> • Via oral • Injeção intramuscular • Injeção intravenosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Depressão do sistema cardiovascular • Supressão da ansiedade • Anestesia • Sedação • Diminuição da acuidade visual
 Alcool (etanol)	<ul style="list-style-type: none"> • Cerveja • Vinho • Conhaque • Caipirinha 	<ul style="list-style-type: none"> • Líquidos em forma de bebidas • Antissépticos bucais 	<ul style="list-style-type: none"> • Via oral 	<ul style="list-style-type: none"> • Intoxicação • Insonância • Diminuição do controle motor • Depressão dos reflexos • Letargia • Coma • Morte

Figura 2 - Diversos tipos de drogas abordados nas aulas de química.

Fonte: Maxilab – Laboratório de análises toxicológicas. Disponível em:

<<http://www.maxilabor.com.br/teste/tipodedrogas.php>> Acesso em: jun 2009.



AVALIAÇÃO TERMOANALÍTICA DE FARINHAS DE TRIGO ENRIQUECIDA COM ÁCIDO FÓLICO E SULFATO FERROSO

EVALUATION THERMOANALYTICAL OF WHEAT FLOUR FORTIFIED WITH FOLIC ACID AND FERROUS SULPHATE

ARAÚJO, Eliane Gonçalves¹; FERNANDES, Nedja Suely²

^{1,2}Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN - Departamento de Química Analítica
Av. Senador Salgado Filho s/n – Campus Universitário – Lagoa Nova, CEP 59072-970
Natal-RN, Brasil
e-mail: nedja@ufrnet.br

Received 2 April 2009; received in revised form 24 July 2009; accepted 26 July 2009

RESUMO

Neste trabalho amostras de farinha de trigo aditivada com ácido fólico e sulfato ferroso foram avaliadas por Termogravimetria – TG, Termogravimetria Derivada (DTG) e Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) para avaliação da estabilidade térmica. Os resultados obtidos mostraram que as amostras de farinhas de trigo possuem comportamentos térmicos semelhantes.

Palavras-chave: *farinha de trigo, ácido fólico, análise térmica, anemia*

ABSTRACT

In this work wheat flour aditived with folic acid and iron sulphate was evaluated by Thermogravimetry (TG), Derivative Thermogravimetry (DTG) and differential scanning calorimetry (DSC) for evaluation of the thermal stability. The results obtained showed that the samples of wheat flour have similar behaviour.

Keywords: *wheat flour; folic acid, thermal analysis*

Introdução

A deficiência nutricional tem sido um dos problemas que mais afetam a saúde humana e ocorre, em especial, nas classes sociais mais carentes que não dispõem de recursos financeiros suficientes para manter uma alimentação de boa qualidade. Uma das formas mais utilizadas para diminuir essa deficiência é o uso da fortificação de alimentos que representa atualmente uma das estratégias mais eficientes

no combate às carências nutricionais, principalmente em patologias como a anemia, que resulta geralmente da carência simples ou combinada de nutrientes como o ferro, o ácido fólico e a vitamina B12. A deficiência de ferro é a causa mais comum de anemia, constituindo-se a carência nutricional de maior abrangência, afetando principalmente as crianças e gestantes dos países em desenvolvimento [2,4,5,13,14].

O ácido fólico (fig. 1) e o ferro são

nutrientes que devem estar presentes na alimentação de todos os indivíduos, mas alguns grupos de pessoas precisam ter uma atenção maior ao seu consumo [8]. Assim, a fortificação de alimentos tem se mostrado uma ação de grande sustentabilidade para o controle da anemia por carência de ferro em todo o mundo e deve ser incentivada. Dessa forma, em busca de alternativas para melhorar a deficiência nutricional das populações, a Organização Mundial da Saúde recomendou a fortificação de alimentos de grande consumo, uma vez que o trigo e o milho são alimentos bastante consumidos e possuem baixo valor nutricional, a ANVISA em concordância com a Política Nacional de Alimentação e Nutrição do Ministério da Saúde publicou a Resolução - RDC nº 344 de 13 de dezembro de 2002, que tornou obrigatória a fortificação das farinhas de trigo e de milho, contendo no mínimo 4,2mg de ferro e 150 µg de ácido fólico para cada 100g da farinha [1]. A fortificação é realizada agregando-se um *mix* que é uma mistura onde o ingrediente desejado (no caso do ferro e ácido fólico) é diluído em outro produto (chamado veículo), para que seja facilitada sua aplicação e uso [12]. Esta legislação visa reforçar o valor nutricional destes alimentos para prevenir e corrigir a carência destes nutrientes. [3,12]. Essas farinhas foram escolhidas para serem enriquecidas por que no estudo multicêntrico sobre consumo alimentar, realizado em algumas cidades brasileiras em 1996, estes produtos, e seus derivados apresentaram elevada frequência de consumo [9]. A fortificação das farinhas, em alguns países da América Latina, reduziu a anemia em 40%. Nos Estados Unidos e no Chile houve a redução de até 40% nas doenças do tubo neural devido à fortificação com ácido fólico. A maioria dos países da América Latina fortifica alimentos com ferro e ácido fólico [8]. O ácido fólico foi escolhido para o enriquecimento de alimentos porque dentre os folatos, ele possui a forma mais estável [4]. A indústria alimentícia tem particular interesse na melhoria do valor nutricional dos produtos industrializados devido às perdas dos teores de vitaminas e minerais durante o beneficiamento desses alimentos [6,7].

Considerando que no Brasil a obrigatoriedade para o uso de ácido fólico e ferro em farinha de trigo é recente, principalmente com o intuito de verificar a adequação da legislação, nesse trabalho foi utilizada a Termogravimetria (TG), a Termogravimetria Derivada (DTG) e a Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) para

avaliar o comportamento termoanalítico das farinhas de trigo enriquecidas com ferro e ácido fólico, como forma de verificar a influência desses aditivos na estabilidade térmica das farinhas.

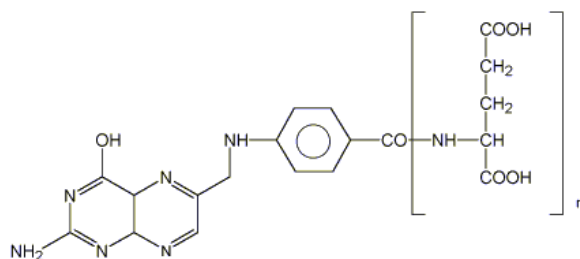


Figura 1: Estrutura química do ácido fólico

Material e Métodos

Foram analisadas seis amostras de farinhas de trigo enriquecidas com ferro e ácido fólico adquiridas em estabelecimentos comerciais do município de Natal/RN. As amostras de farinha sem adição de ácido fólico e sulfato ferroso e o *mix* (mistura contendo farinha de trigo, ácido fólico, ferro e excipientes) foram fornecidas pelo Grande Moinho Potiguar. As amostras foram armazenadas em frascos de vidros e colocadas em dessecador. Para obtenção das curvas termogravimétricas utilizou-se uma termobalança acoplada a um analisador térmico diferencial modelo DTG-60H da SHIMADZU, cadinho de ∞ - alumina, massa da ordem de 6,0 mg, razão de aquecimento de $20^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, atmosfera de nitrogênio e intervalo de 30°C a 900°C . Para a obtenção das curvas do DSC utilizou-se um calorímetro DSC-50 da SHIMADZU (tipo fluxo de calor), as curvas foram obtidas utilizando suporte de alumínio, massa da ordem de 2,0mg, razão de aquecimento $20^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, atmosfera de nitrogênio e intervalo de 30°C a 500°C .

Resultados e conclusões

As curvas TG obtidas para as farinhas de trigo apresentadas na Figura 2 mostraram três etapas de perdas de massa, sendo a primeira em torno 40°C a 118°C referente à dois picos em consonância com a etapa de desidratação e com a primeira etapa de decomposição da farinha de trigo. Em relação à terceira etapa de decomposição não foi observado pico na curva DTG, provavelmente devido a essa terceira perda de massa ocorrer à velocidade constante,

não sendo evidenciado pela termogravimetria derivada. As curvas DSC mostradas na Figura 3 apresentaram de um modo geral dois picos com característica endotérmica e exotérmica. O primeiro pico indica a etapa de desidratação da farinha. Em duas amostras de farinha de trigo fortificadas foram observados um segundo pico endotérmico entre 174°C e 196°C indicando provavelmente a perda de água de cristalização e parte dos constituintes do ácido fólico, tendo em vista que nessa temperatura moléculas de ácido glutâmico podem ser decompostas. Entre 290°C e 355°C para todas as amostras, é visualizado um pico exotérmico indicativo da decomposição da farinha de trigo, conforme observado na segunda etapa de perda de massa da curva termogravimétrica.

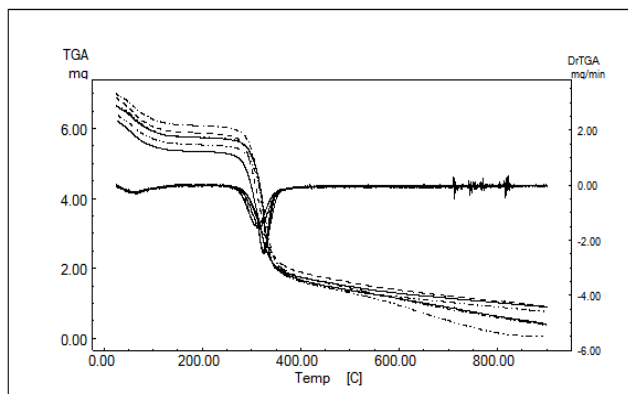


Figura 2 – Curvas TG/DTG das farinhas de trigo fortificadas com ferro e ácido fólico

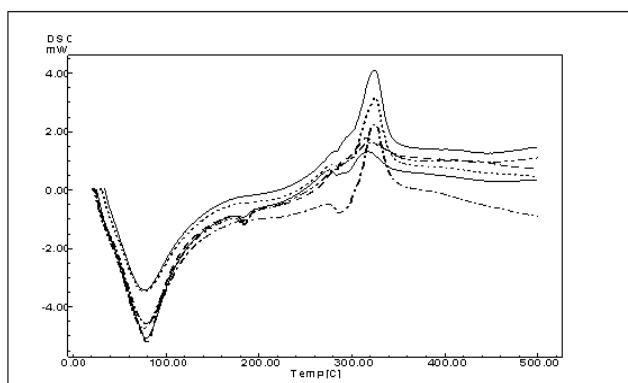


Figura 3 – Curvas DSC das farinhas de trigo fortificadas com ferro e ácido fólico

Na Figura 4 são mostradas as curvas TG da farinha de trigo sem adição do *mix*, da farinha de trigo fortificada e do *mix*. Considerando essas curvas foi verificado um percentual de resíduo final de 14,3; 15,2 e 38,0%, respectivamente. Esse resultado mostra um maior percentual de

resíduo no *mix* devido à presença do sulfato ferroso adicionado. Finalmente é possível verificar que pela Termogravimetria, o enriquecimento das farinhas de trigo para uso em fins alimentícios e a fortificação com ferro e ácido fólico não influenciam na sua estabilidade.

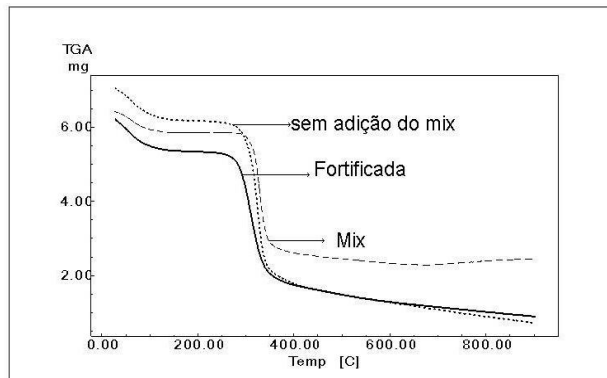


Figura 4 – Curvas TG da farinha de trigo fortificada, do *mix* e da farinha sem adição de *mix*

Na figura 5 são apresentadas as curvas DSC da farinha de trigo sem adição do *mix*, da farinha de trigo fortificada e do *mix*. Em todas elas foi observado um pico endotérmico inicial aproximadamente entre 30°C e 190°C referente à etapa de desidratação. Na farinha de trigo fortificada, além da etapa de desidratação, também foi observado mais dois picos endotérmicos, o primeiro entre 174°C e 196°C caracterizando provavelmente a liberação de moléculas de pteridina e o segundo entre 269°C e 350°C devido à eliminação do ácido *p*-aminobenzóico todos constituintes do ácido fólico [14]. No *mix* entre 313°C e 350°C é observado um pico endotérmico provavelmente devido à decomposição do sulfato ferroso.

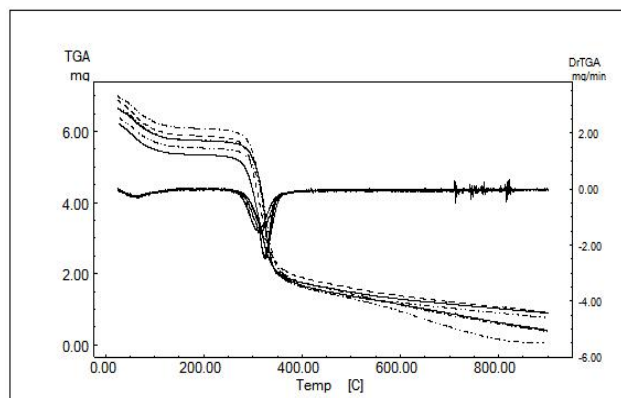


Figura 5 – Curvas DSC da farinha de trigo, do *mix* e da farinha sem adição de *mix*

mix e da farinha sem adição de *mix*

Considerando os resultados obtidos observou-se que pelas curvas TG-DTG e DSC foi possível verificar que as farinhas de trigo de diferentes marcas apresentam comportamentos semelhantes em relação à estabilidade térmica. Além disso, nessas curvas não é possível perceber a presença do ácido fólico, embora seja possível observar o aumento do resíduo final, em função da presença do sulfato ferroso quando comparadas com as curvas da farinha de trigo sem aditivo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pesquisa - PROPESQ - UFRN pelo apoio recebido.

Referências Bibliográficas

1. BRASIL. Resolução nº. 344, de 13 de dezembro de 2002. Regulamento Técnico para a fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de dezembro de 2002.
2. Bricks LF. Ferro e infecções: atualização. *Pediatria* 1994; 16(1): 34-43.
3. Compromisso social para a redução da anemia por carência de ferro no Brasil. Disponível em: http://dtr2004.saude.gov.br/nutricao/documentos/compromisso_social.pdf.
4. Demaeyer E, Adiels – Tegman M. The prevalence of anaemia in the World. *World Health Stat Q* 1985; 38:302-16.
5. Demaeyer E. Preventing and controlling iron deficiency anaemia through primary health care. A guide for health administrators and programme managers. Geneva: WHO; 1989.
6. GERMANI, R.; CARVALHO, J.G.V; WATANABE, E.; CAMPOS, J.E. & CARVALHO, C.W.P.- Curso de controle de qualidade tecnológica do grão e da farinha de trigo – Rio de Janeiro: Embrapa, 1997.
7. GERMANI, Rogério. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Disponível em <HTTP://www.unicamp.br/nepa/taco>. Acesso em fevereiro 2007.
8. GAVA, A. J. Princípios de tecnologia de alimentos. Ed. Nobel. São Paulo – SP. 1978.
9. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. Brasília, 2005.
10. JANSON LT, Kling S, Dallman PR. Anemia in children with acute infections seen in a primary care pediatric outpatient clinic. *Pediatrics Infect Dis* 1986; 4:424-7.
11. Manual de fortificação de fubá e flocos de milho com ferro, Rio de Janeiro. Embrapa Agroindústria de Alimentos, novembro de 2001.
12. OMS. Série Informe Técnicos. Anemia nutricionales: informe de um grupo de expertos em nutricion de La OMS; 1972.
13. OMS. Série Informes Técnicos, 182. Anemia nutricionales: informe de um grupo de expertos em nutricion de La OMS> Ginebra: OMS; 1959.
14. VORA, A.; Thermal stability of folic and associated excipients, M.Sc. thesis, The University of Toledo, December 2001.



APLICAÇÕES DA BIOINFORMÁTICA EM PESQUISAS SOBRE BIODIVERSIDADE E ECOLOGIA

BIOINFORMATICS APPLICATIONS IN RESEARCH ON BIODIVERSITY AND ECOLOGY

SILVA, Lucas Gonçalves¹; SANTOS, Leandro Olegário²

¹Departamento de Biodiversidade e Ecologia, Laboratório de Ecologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, P12C, Sala 173, Campus Central da PUCRS, 91619-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: lucas.silva@pucrs.br

²Rede Record de Jornalismo, Sede Porto Alegre, 90850-250, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: leandronet@terra.com.br

Received 18 November 2008; received in revised form 24 May 2009; accepted 28 June 2009

RESUMO

O crescimento tecnológico coloca novas ferramentas tecnológicas à disposição de pesquisadores e do público. Bases de dados biológicos difundem-se pela rede mundial de computadores e são cada vez mais acessadas como fonte de informação biológica. Categorizar essas bases e analisar sua composição de informações com o objetivo de facilitar o acesso a essas bases, traz novas perspectivas para a divulgação científica. Bancos de dados como “Biodiversity Hotspots” e “Species 2000” possuem uma gama de importantes informações biológicas, assim como outras bases taxonômicas, genéticas e moleculares, onde são disponibilizados dados sobre espécies, ecologia de ecossistemas e estratégias de conservação ambiental.

Palavras-chave: *Bancos de dados, Biodiversidade, Divulgação Científica*

ABSTRACT

The technological growth places new tools to researches and general public. Biological databases are spread out for computer's world network and each time more had access for biological information sources. Categorize and analyze it's information and your composition objectifying to facilitate the access brings new perspectives to scientific spreading. Databases “Biodiversity Hotspots” and “Species 2000” possess many important biological information, like other databases, molecular and genetics, where are available species data, ecosystems ecology and conservation strategies.

Keywords: *Databases, biodiversity, scientific spreading.*

INTRODUÇÃO

A difusão de novas tecnologias vem modificando todas as áreas do conhecimento. Dentro deste contexto de globalização e interoperabilidade, onde as informações podem ser acessadas de todo o planeta, as diversas áreas das ciências biológicas podem utilizar ferramentas computacionais para o desenvolvimento de pesquisas e divulgação científica (Bisby, 2000).

Na ecologia, a bioinformática pode ser usada de diversas formas, principalmente no que diz respeito às informações sobre biodiversidade e modelagens de cenários ecológicos onde relações entre organismos e ambiente são extremamente complexas. Muitos bancos de dados encontram-se atualmente disponíveis na Internet, podendo ser acessados, na grande maioria dos casos, por todas as pessoas que tenham conexão com a rede mundial de computadores (Godfray, 2007).

A facilidade de informação gera uma otimização do tempo de produção científica com relação a dados biológicos e ambientais, dados esses que são resultados de pesquisas científicas desenvolvidas por diversas instituições espalhadas pelo mundo.

A biodiversidade da Terra requer um grande conhecimento de suas características, já que está sob forte pressão humana, em função da destruição e fragmentação de habitats, aquecimento global por aumento da concentração de gases estufa na atmosfera e introdução de espécies (Sala *et al.*, 2000), ocasionando uma mudança em sua composição a taxas extremamente altas. Diante desse cenário, os ecólogos e pesquisadores das áreas biológicas em geral, têm papel importante na obtenção informações referentes à biodiversidade e ecologia das espécies, além da divulgação dessas informações por meios globais, tal como a Internet, utilizando-se de ferramentas computacionais para tal fim. Por isso, é extremamente importante analisar o impacto dos bancos de dados que servem como fontes de informações biológicas e a aplicabilidade da bioinformática na ecologia e na conservação da biodiversidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para análise do papel da bioinformática em pesquisas sobre a biodiversidade do planeta e ecologia das espécies viventes, foram consultados os principais bancos de dados biológicos disponíveis na Internet e diversos artigos científicos publicados em periódicos de reconhecimento internacional.

Uma categorização das fontes de informações biológicas foi produzida para analisar o impacto dos bancos de dados como fontes de informações. Foram definidas quatro categorias, de acordo com a composição das informações disponíveis (Tabela 1), sendo (1) Informações gerais sobre biodiversidade e/ou regiões biológicas de importância global, (2) Categorizações taxonômicas, (3) Informações de grupos biológicos específicos e (4) Informações genéticas e moleculares das espécies.

Todas as bases de dados citadas na Tabela 1 foram consultadas também para a avaliação da facilidade de acesso aos seus dados. Aquelas bases de dados que se encaixam na categoria (1) passaram por análise de cenários de biodiversidade, onde as informações referentes às espécies estão diretamente relacionadas a mapas temáticos ou espacialização das informações (Tornando dados biológicos em informações biogeográficas). A caracterização da biogeografia é de extrema importância para a conservação da biodiversidade mundial (Myers *et al.*, 2000), pois através dela é possível identificar pressões ambientais por conta da ação humana e promover atividades de conservação mais direcionadas e eficientes.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Através da análise das categorias definidas por meio de bases de dados e o enquadramento destas, fica evidente que as bases mais acessadas são aquelas que trazem informações mais globais e que, além de informações sobre espécies ou categorias taxonômicas, trazem a relação dessas informações com variáveis ambientais e a biogeografia. Bases de dados que possuem conteúdos específicos perdem, logicamente, em número de acessos, porém são muito difundidas pela sua especialização de suas informações (Edwards *et al.*, 2000), ou seja, aparecem na lista das 15 bases de dados mais acessadas, mesmo tendo conteúdos bastante específicos.

Quanto à distribuição mundial das bases de dados, predominam países como Estados Unidos e Austrália, além dos conteúdos divulgados por bases europeias de diversos países. Essa concentração se dá pelo fato dos investimentos financeiros em pesquisa e divulgação científica serem feitos com mais recursos nesses locais. Essa concentração da divulgação científica mostra a necessidade de investimento em pesquisa de países em desenvolvimento.

A sétima base de dados mais acessada, *Biodiversity Hotspots*, publicada pela Conservation International se mostra a mais completa quando analisadas informações de espécies e essas, comparadas e compiladas com informações ambientais. De todas as bases de dados, *Biodiversity Hotspots* traz as melhores modelagens de cenários de biodiversidade.

A base de dados também está disponível na forma impressa. *Hotspots* são definidos como regiões biologicamente ricas e sob forte ameaça na atualidade, com conformações originais dos ecossistemas menores que 25%. Além disso, esse sistema traz a biogeografia das espécies e dos *Hotspots* de forma bastante clara e interativa. Todos os dados estão disponíveis para livre acesso, o que facilita a divulgação das informações.



Figura 1 - Base de dados *Biodiversity Hotspots*, publicada pela Conservation International (CI Biodiversity Hotspots, 2008).

A base de dados *Species 2000* (Species 2000, 2008) está em primeiro lugar no número de acessos (Bisby, 2000) pelo fato de utilizar outros bancos de dados para compor o seu próprio.

Essa base traz informações ecológicas, taxonômicas e biogeográficas das espécies, porém não modela cenários de distribuição das mesmas globalmente. Os grandes pontos positivos de "*Species 2000*" são as divulgações de listas de espécies ameaçadas e a infinidade de grupos taxonômicos incluídos, onde são possíveis buscas de todos os organismos vivos conhecidos, através de uma ferramenta chamada "Catalogue of Life".

Quanto à categoria (4), composta por informações genéticas e moleculares das espécies, os bancos de dados estão em constante expansão e a cada momento recebem novos dados de todas as partes do mundo. A partir da década de 1990, quando a pesquisa genética e molecular tomou grandes proporções, informações oriundas dessas fontes passaram a compor cenários biológicos e evolutivos. Hoje, as pesquisas genéticas e moleculares possuem dados bem estruturados e com uma grande diversidade de informações, tal como o *GenBank* e o *Protein Data Bank* que, apesar de trazerem também restrições quanto às publicações, figuram dentre os mais acessados portais de informações biológicas.

Bancos de dados taxonômicos (2) aparecem também na lista dos mais procurados, mas possuem um aspecto bastante particular, são principalmente acessados por pesquisadores da área das ciências biológicas, por isso, assim como acontece com as bases de dados categorizadas como (3), o público-alvo dessas bases são os taxonomistas e os pesquisadores que tem afinidade de trabalho por algum grupo biológico específico (Neale *et al.*, 2007).

Para o trabalho de pesquisadores da área biológica e para o conhecimento em geral, bancos de dados são de extrema importância, pois através deles são divulgadas informações científicas que podem ser utilizadas em consultas, pesquisas e publicações. A qualidade dos bancos de dados também é bastante relevante, tanto na credibilidade das informações disponíveis, quanto na facilidade do acesso para todos os públicos. No caso de base de dados de artigos científicos, como de periódicos, portais específicos ou CD-ROMs, na maioria das vezes o acesso é restrito, o que dificulta acesso à informação por parte do público em geral (Stevenson *et al.*, 2003). O ideal seria que as informações biológicas fossem de acesso livre, para possibilitar a informação biológica para todos os tipos de públicos. Outra tendência é a

incorporação de bases de dados menores por bases maiores, com esse método acabam englobando mais informações e, na grande maioria dos casos, as bases mais específicas extinguem-se e bases de dados mais gerais adquirem um maior conteúdo.

A conservação biológica e dos ecossistemas depende da divulgação de informações, pesquisas científicas e investimentos na preservação das espécies. Bases de dados biológicos servem como instrumento de tomada de decisão e fonte de informações para composição de diversos tipos de trabalhos científicos. Como, cada vez mais a conservação biológica figura entre as prioridades de investimento a curto, médio e longo prazo, toda e qualquer fonte de informação com relação à biodiversidade e à ecologia torna-se de relevante importância e, igualmente importante, é relacionar fontes de informação com novas tecnologias que cada vez mais tomam espaço no cotidiano dos pesquisadores e do público como um todo.

REFERÊNCIAS

1. BISBY, F. A. **The Quiet Revolution: Biodiversity Informatics and the Internet**, *Science* 289 (2000), pp. 2309-2311.
2. EDWARDS, J. L.; LANE, M. A. & NIELSEN, E. S. **Interoperability of Biodiversity Databases: Biodiversity Information on Every Desktop**, *Science* 289 (2000), pp. 2312-2314.
3. CONSERVATION INTERNATIONAL. **Biodiversity Hotspots**. ago. 2008. Disponível em: <www.biodiversityhotspots.org> Acesso em: ago 2008.
4. GODFRAY, H. C. J. **Linnaeus in the Information Age**, *Nature* 446 (2007), pp. 259-260.
5. MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C.; FONSECA, G. A. & KENT, J.. **Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities**, *Nature* 403 (2000), pp. 853-858.
6. NEALE, S. H.; PULLAN, M. R. & WATSON, M. F.. **Online Biodiversity Resources – Principles for Usability**, *Biodiversity Informatics* 4 (2007), pp. 27-36.
7. SALA, O. E.; CHAPLIN, F. S.; ARMESTO, J. J.; BERLOW E. & BLOOMFIELD, J.. **Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100**, *Science* 287 (2000), pp. 1770-1774.
8. SPECIES 2000. **Species 2000**. ago. 2008. Disponível em: <www.sp2000.org> Acesso em: ago 2008.
9. STEVENSON, R. D.; HABER, W. A. & MORRIS, R. A. **Electronic Field Guides and User Communities in the Eco-informatics Revolution**, *Conservation Ecology* 7(1) (2003), Online.

Tabela 1: Categorização das informações biológicas disponíveis nos 15 bancos de dados científicos mais acessados na Internet

Mais acessado (Em ordem)	Banco de dados	Informações Biológicas disponíveis	Categoria
1	Species 2000	Catálogo com aproximadamente 450.000 espécies e consulta a 26 bases de dados taxonômicos.	1
2	GenBank - NCBI	Banco de seqüências genéticas, com aproximadamente 83.000.000 seqüências de diversas espécies.	4
3	Tree of Life	Contém informações sobre a diversidade de organismos, sua história evolutiva.	2
4	AAAS Science Magazine and Nature Magazine	Duas maiores revistas de divulgação científica, com publicações de pesquisadores de diversas áreas da ciência, principalmente biológicas.	1
5	PDB – Protein Data Bank RCSB	Banco de dados com estruturas de proteínas e moléculas biológicas.	4
6	GBIF – Global Biodiversity Information Facility	Grande portal de acesso a dados diversos sobre a biodiversidade mundial.	1
7	Conservation International – Biodiversity Hotspots	Base de dados das regiões biologicamente mais ricas do planeta e com as espécies mais ameaçadas.	1
8	ENHSIN - European Natural History Specimen Information Network	Base de dados que compila informações de diversos museus europeus e dá acesso às coleções científicas dessas instituições.	3
9	IOPI - International Organization For Plant Information	Base de dados de taxonomia de plantas, informações ecológicas e usos desse tipo de material biológico.	1
10	Biological Information Service – BioCISE Europe	Banco de dados com informações coletadas por diversos pesquisadores de instituições européias, com acesso para diversas espécies e registros de ocorrências das mesmas.	3
11	MOBOT TROPICOS – Missouri Botanical Garden	Maior base de dados de taxonomia e nomenclatura de plantas vasculares disponível na Internet.	2
12	Environment Australia Online	Portal do Governo Australiano sobre diversidade biológica e características ambientais, com foco na Oceania.	1
13	ETI World Biodiversity Database	Base de dados com informações de diversidade biológica de organismos e taxonomia.	1
14	FishBase.org	Maior base de dados biológicos e taxonômicos de espécies de peixes, de todos os continentes.	3
15	Online Tips of Birds EUA	Maior base de dados biológicos e taxonômicos de espécies de aves do planeta, com ênfase nas espécies da América do Norte.	3



AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS SUPERFÍCIAIS UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO NA CIDADE DE ALTA FLORESTA-MT



MICROBIOLOGICAL AND PHYSICAL-CHEMICAL EVALUATION OF THE WATER TABLE WELLS USED FOR HUMAN DRINKING, ALTA FLORESTA, MT, BRAZIL

CAMARGO, Mairo Fabio¹; RACHOR, Clóvis Fernando²; MEDEIROS, Aline Goulart³; UMETSU, Ricardo Keichi⁴

^{1,2} Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Professor, Departamento de Engenharia Florestal, Graduando, Departamento de Ciências Biológicas, Rod. MT. 208, Km 147, C.P 324, CEP.: 78.580-000, Alta Floresta-MT.
e-mail. mairocamargo@hotmail.com

³ Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Cecília Meireles, Av. Amazonas, s/n, CEP.: 78.580-000, Alta Floresta-MT

⁴ Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais-PPGERN/UFSCar.

Received 24 April 2009; received in revised form 10 June 2009; accepted 22 June 2009

RESUMO

A água é essencial para a existência e bem-estar do ser humano, devendo ser de boa qualidade como garantia da manutenção da vida. O presente trabalho objetivou determinar a qualidade da água dos poços superficiais utilizados para consumo humano. As análises físico-químicas e microbiológicas foram padronizadas conforme proposto na Portaria 518/2004, do Ministério da Saúde. As coletas foram realizadas no mês de fevereiro de 2008. Os bairros da Cidade de Alta Floresta-MT foram divididos em três setores. Em cada setor foram realizadas 20 amostragens. Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos avaliados foram: cor, turbidez, pH, cloro residual, coliformes totais e *Escherichia coli*. O pH da maioria das amostras estava em desacordo com a legislação vigente (< 6,0). O cloro residual livre não foi observado em nenhuma amostra. A cor e a turbidez das amostras demonstraram valores de acordo com a recomendação da legislação em vigor (< 15µH, < 5,0 uT), respectivamente. Foram encontrados coliformes totais e *Escherichia coli* em todas as amostras. Todas as amostras analisadas, no que se refere às características microbiológicas, foram classificadas como impróprias para consumo humano.

Palavras-chave: *Qualidade da Água, Padrões físico-químicos, Contaminação microbiológica.*

ABSTRACT

Water is essential for the existence and well-being of humanity and should be of good quality to ensure the maintenance of life. The present work aim to determine the quality of the well water used for human consumption. The physical-chemical and microbiological analysis (turbidity, pH, residual chlorine, total coliforms and *Escherichia coli*) were carried out according to the Government directive MS 518/2004 of the Brazilian Ministry of Health. The samples have been carried out in February, 2008. The neighborhoods of Alta Floresta were divided into three sections. In each section were collected 20 samples. The pH of most samples was less than 6.0, disagreeing with the Brazilian directive. There was no free chlorine residual in the samples. Color and turbidity showed values (< 15µH and < 5,0 uT, respectively) according to Brazilian directive. The total coliform and *Escherichia coli* were found in all samples. According to the microbiological analysis, all samples were classified as inappropriate for human consumption.

Keywords: *Water quality, Physical-chemical patterns, Microbiological contamination.*

Introdução

A água é essencial para a existência e bem-estar do ser humano, devendo estar disponível em quantidade suficiente e de boa qualidade como garantia da manutenção da vida, sendo ingerida em quantidade superior a todos os outros alimentos e imprescindível para a higiene (FREITAS *et al.*, 2002).

No Brasil, os Padrões de qualidade da água para consumo humano são regidos pela portaria nº 518 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde (MS), que define os valores máximos e mínimos permissíveis para as características microbiológicas, físicas e químicas de água potável (BRASIL, 2004).

A água para consumo humano pode ser obtida de diferentes fontes. Uma dessas é o manancial subterrâneo que possibilita a captação de águas do aquífero não confinado ou livre, sendo um dos recursos mais utilizados pela população de baixo poder aquisitivo, em função do baixo custo e pela facilidade de perfuração (SILVA e ARAÚJO, 2003).

Segundo Freitas (2001) e Silva & Araújo (2003), as fontes de contaminação antropogênica em águas subterrâneas estão geralmente associadas ao esgoto doméstico, industriais e ao chorume oriundo de aterros de lixo que contaminam os lençóis freáticos com microorganismos patogênicos.

De acordo com Carvalho (1999), microrganismos patogênicos não se reproduzem e nem vivem muito tempo na água. Podem ser encontrados porque foram introduzidas através de esgotos ou resíduos que contenham dejetos humanos. Uma vez expelidos para o ambiente externo, vivem por pouco tempo, embora o suficiente para que sejam ingeridos por outra pessoa, que se tornará hospedeiro e poderá adquirir a doença.

Do ponto de vista da saúde pública, o teste de coliformes é o mais importante para determinar a presença de *Escherichia coli*, pois a sua presença significa que provavelmente se encontre microrganismos patogênicos produtores de enfermidades hídricas (CARVALHO, 1999).

Este trabalho teve por objetivo determinar a qualidade da água dos poços superficiais, utilizados para consumo humano na cidade de Alta Floresta-MT, através de análises físico-

químicas (pH, cor, turbidez, cloro residual livre) e microbiológicas (Coliformes totais e *Escherichia coli*).

MATERIAL E MÉTODOS

A área do estudo compreendeu a cidade de Alta Floresta, localizada no extremo norte do Estado de Mato Grosso, cerca de 870 Km da capital Cuiabá. Segundo IBGE, (2000) possui população de 46.982 habitantes, sendo residentes na zona urbana 37.287 pessoas. O Município está localizada nas coordenadas geográficas 09° 53' 02"S e 56° 14' 38"W. De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo Aw, com temperaturas variando entre 20° a 38°C. A precipitação média anual pode atingir 2.750 mm (IPED, 2001).

As coletas foram realizadas no mês de fevereiro de 2008, em residências que possuíam poços superficiais como fonte única de abastecimento de água. Segundo GVA, (2007) o município de Alta Floresta possui 14.167 residências e, em Fevereiro de 2008, apenas 9.046 possuíam ligação de água tratada (informação particular - AGUAS DE ALTA FLORESTA LTDA, 2008).

Diante destes números, 5.121 (36,14%) residências Altaflorestenses não possuem ligação de água tratada, mesmo existindo rede de distribuição em todos os bairros do município. O município de Alta Floresta possuía a época do estudo 30 bairros na região urbana. Estes bairros foram distribuídos em três setores, os quais foram denominados setor 1, setor 2, e setor 3. Em cada setor foram realizadas 20 amostragens, totalizando 60 amostras.

As residências que não possuem ligação de água tratada foram identificadas pelo mapa/rota utilizado pela empresa Águas de Alta Floresta LTDA, para localização dos lotes no município.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados foram: pH; CRL (Cloro Residual Livre); Cor; turbidez; Coliformes totais e *Escherichia coli*. Para medição do pH utilizou-se um peagâmetro de bancada, marca Policontrol, modelo pH 250 digital, calibrado com soluções tampão, marca Synth, de pH 4.0 e pH 7.0. A determinação do teor de CRL, se deu através de comparador colorimétrico com escala de 0,1 a 3,0 mg.L⁻¹.

A turbidez foi determinada através de um Turbidímetro Nefelométrico Digital, modelo AP 2000, Policontrol, Calibrado em NTU. Para a determinação da cor, foi utilizado o colorímetro NesslerQuant 200, com disco colorimétrico, escala de 0 a 50 uH, da Policontrol. As análises microbiológicas foram realizadas pelo método Colilert®. As amostras de água dos poços foram coletadas nas saídas das bombas de recalque, antes de chegar a qualquer reservatório. As bombas foram acionadas aproximadamente três minutos antes da coleta, tempo suficiente para eliminar a água acumulada na tubulação.

Todas as análises foram realizadas no Laboratório da Empresa Águas de Alta Floresta Ltda.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 ilustra as características dos poços onde foram coletadas as amostras de água, conforme informações prestadas pelos proprietários das residências que fizeram parte do estudo. A análise de variância dos resultados demonstrou não ocorrer diferenças significativas ($p > 0,05$) dos parâmetros analisados entre os setores estudados.

Os resultados demonstraram que, em geral, a água encontra-se com acidez elevada. Os valores encontrados nas análises do pH (Tabela 2), indicaram que 85% das amostras do setor 1, 95% das amostras do setor 2 e 90% das amostras do setor 3, apresentaram valores de potencial hidrogeniônico inferiores àqueles preconizados na legislação vigente, estando, portanto, em desacordo com os valores de pH recomendado pela portaria 518/2004 do MS, que estabelece o intervalo de 6,0 a 9,5 como ideais.

Conforme Freitas *et al.*, (2001) o que pode explicar o pH abaixo de 6,0 na maioria das amostras é a infiltração do líquido proveniente das fossas no lençol superficial, pois este em contato com o lençol freático altera o pH da água subterrânea, uma vez que a decomposição da matéria orgânica por microrganismos leva à formação de variados ácidos orgânicos.

Em relação à cor da água das amostras analisadas (Tabela 3), todas apresentaram valores que são aceitos pela legislação vigente, apresentando um mínimo de 2,0 uH e um máximo de 15,0 uH. A cor da água é influenciada

pela matéria orgânica e por metais, como o ferro e o manganês. A sua medida é de fundamental importância, visto que água com cor elevada provoca rejeição, devido ao aspecto visual, por parte dos consumidores (BRASIL, 2006)

A turbidez da água dos poços analisados variou entre 0,02 e 2,75 UNT, com média 0,16 UNT. Todas as amostras analisadas apresentaram valores dentro da faixa de aceitabilidade estabelecida pela legislação (Tabela 4). Em nenhuma amostra foi observada concentração de cloro residual livre, apesar de 20% dos moradores do setor 1; 30% do Setor 2 e 25% do setor 3 afirmarem que adicionam cloro, na forma de solução de hipoclorito de sódio (2,5% v/v) diretamente no poço. Isso pode ser explicado pelo fato de que na presença de material orgânico e outros compostos oxidáveis o cloro será consumido em parte ou totalmente. (MEYER, 1994)

Quanto à avaliação da qualidade microbiológica da água, os resultados das análises demonstraram que todas as amostras encontravam-se contaminadas por Coliformes totais e *Escherichia coli*. A legislação estabelece que em água para consumo humano, incluindo fontes individuais como poços, não é permitida a presença de *Escherichia coli*. Em relação a coliformes totais, a legislação preconiza que em amostras procedentes de poços tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli*.

Já foram realizados outros estudos em nossa região por Silva (2002), Rhoden (2004) e Camargo & Paulosso (2007) com águas de poços, e todos os trabalhos evidenciaram contaminação por Coliformes totais e *Escherichia coli*. A contaminação dessas águas pode estar sendo provocada pelas fossas domésticas, através da infiltração do líquido do próprio esgoto *in natura*.

CONCLUSÕES

A água dos poços superficiais estudados encontram-se impróprias para consumo humano, de acordo com os padrões propostos pela portaria 518/2004 do MS.

Os resultados dos trabalhos relacionados à qualidade das águas de poços superficiais da região, indicam que o aquífero superficial pode estar contaminado por esgoto doméstico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. O Ministério da Saúde aprova normas e padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano. **Diário Oficial**, Brasília, 25 março 2004, Seção 1, p.266-70.
2. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 2 ed. rev. Brasília: Funasa, p. 146, 2006a.
3. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3 ed. rev. Brasília: Funasa, p. 407, 2006b.
4. CAMARGO, M. F.; PAULOSSO, L. V. Avaliação qualitativa da contaminação microbiológica das águas de poços por coliformes totais e *Escherichia coli* no município de Carlinda - MT. **Revista Semina Biológicas/Saúde**, Londrina, v.30, n.1, 2009.
5. CARVALHO, E. P. **Microbiologia de alimentos**. 1. ed. UFLA/FAEPE: Universitária, p.128, 1999.
6. FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.17, n.3, p.651-660, mai./jun. 2001.
7. FREITAS, V. P. S.; BRÍGIDO, B. M.; BADOLATO, M. I. C.; ALABURDA, J. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 61, n.1, p.51-58, 2002
8. GVA/PMAF (Gerência de Vigilância Ambiental/Prefeitura Municipal de Alta Floresta) GVA: Alta Floresta, 2007.
9. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia Estatística) Censo Demográfico 2000. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 Nov. 2007.
10. IPED – Instituto de Pesquisa, Desenvolvimento e Gestão. **Perfil Diagnóstico do Município de Alta Floresta**. Cuiabá, 2001.
11. MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.10, n.1, p.99-110, jan./mar. 1994.
12. RHODEN, A. M. **Análise bacteriológica de poços urbanos de Alta Floresta – Mato Grosso**. 2004. 82 f. Monografia – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2004.
13. SILVA, L. K. **Avaliação bacteriológica da qualidade da água do bairro boa esperança no município de Alta Floresta, MT**. 2002. 35 f. Monografia – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2002.
14. SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Faria de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v.8, n.4, p.1019-1028, 2003.

Tabela 1. Característica dos poços onde foram coletadas as amostras de água para análises laboratoriais.

Característica	Setor 1 %	Setor 2 %	Setor 3 %
Idade do poço			
Até 5 anos	60	20	15
> 5 a 10 anos	10	25	30
> 10 a 15 anos	15	-	20
> 15 anos	15	40	25
Não soube informar	-	15	10
Profundidade do poço			
Até 10 metros	30	15	40
> 10 a 20 metros	65	45	60
> 20 a 30 metros	-	-	-
> 30 metros	5	15	-
Não soube informar	-	25	-
Distancia entre o poço e a fossa			
Até 30 metros	100	85	95
> 30 metros	-	10	5
Ligação esgoto	-	5	-

% (resultado percentual proporcional)

Tabela 2. Resultado das análises do pH das amostras de águas de poços superficiais dos setores da região urbana de Alta Floresta-MT.

Parâmetro pH	Setor 1 %	Setor 2 %	Setor 3 %
6,0 a 9,5*	15	5	10
< 6,0	85	95	90
> 9,5	-	-	-

* Padrão de aceitação para consumo humano recomendado pela portaria nº. 518/2004.

Tabela 3. Análises da cor das amostras de águas de poços estudados no mês fevereiro de 2008, Alta Floresta, MT.

Parâmetros	Setores	Mínimo	Máximo	Média
Cor: < 15 uH*	1	2,5	10,0	3,13
	2	2,5	15,0	3,50
	3	2,5	7,5	3,38

* Padrão de aceitação para consumo humano recomendado pela portaria nº. 518/2004.

Tabela 4. Análises da turbidez das amostras de águas de poços estudados no mês fevereiro de 2008, Alta Floresta, MT.

Parâmetros	Setores	Mínimo	Máximo	Média
Turbidez: < 5 uT*	1	0,02	2,75	0,16
	2	0,02	0,02	0,02
	3	0,02	0,02	0,02

* Padrão de aceitação para consumo humano recomendado pela portaria nº. 518/2004.