



Revista de Química Industrial

Edição eletrônica Nº 3

54º  CBO

Natal, capital da
Química em 2014

Seminário de educação
em segurança química
no Rio de Janeiro.

Indústria Farmacêutica e Farmoquímica





ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA

2015



Simpósio Nacional
de Biocombustíveis

**Tecnologias, Sociedade e
Ambiente**

**Cuiabá - Mato Grosso
15 a 17 de abril de 2015
Trabalhos: 3 de março**



IMPEQUI

Simpósio Brasileiro
de Educação Química

**Novas Tecnologias no
Ensino de Química**

**Fortaleza - Ceará
5 a 7 de agosto de 2015
Trabalhos: 8 de junho**



Encontro Nacional
de Tecnologia Química

**Matrizes Energéticas:
Presente e Futuro**

**Vitória - Espírito Santo
9 a 11 de setembro de 2015
Trabalhos: 13 de julho**



CBQ

Congresso Brasileiro
de Química

**Recursos Renováveis:
Inovação e Tecnologia**

**Goiânia - Goiás
2 a 6 de novembro de 2015
Trabalhos: 20 de julho**

Informações: www.abq.org.br

Editorial

Nosso último editorial de 2014 começa com o planejamento anual traçado pelo Editor e pelo Conselho Editorial para o ano de 2015 durante a reunião presencial por ocasião do 54º CBQ de Natal. As seguintes temáticas centrais (matéria de capa) serão: RQI 746 (1º trimestre de 2015): A questão da água; RQI 747 (2º trimestre de 2015): Acesso ao patrimônio genético brasileiro: Impactos no desenvolvimento da Biotecnologia Industrial; RQI 748 (3º trimestre de 2015): Recursos renováveis: inovação e tecnologia (tema do 55º CBQ de Goiânia); RQI 749 (4º trimestre de 2015): Química Verde.

Outras decisões relevantes foram a introdução da figura do Editor Associado, e a ampliação do Conselho Editorial, que passa a ter agora 12 membros. A expectativa de crescimento da RQI nos próximos anos levou a essas tomadas de decisão. Os novos nomes agregam importantes valores humanos nas mais diversas áreas da química, dando mais coesão à equipe e facilitando a consecução de suas metas para o futuro: foram convidados Aírton Marques da Silva (Editor Associado), Eduardo Falabella Sousa-Aguiar (CENPES e UFRJ), Gil Anderi da Silva (USP) e Maria de Fátima Vitória de Moura (UFRN) (Conselho Editorial); todos aceitaram o convite formalizado, e desejamos a eles boa sorte nessa nova empreitada.

Lembro sempre das novas normas de submissão de artigos para a RQI, cuja versão completa está no portal da revista (www.abq.org.br/rqi). Pede-se particular atenção no que diz respeito às referências, que devem seguir o padrão da ABNT. Uma decisão relevante tomada em Natal é que, além das edições trimestrais regulares, poderá haver edições suplementares para acomodar os artigos aceitos para a revista, garantindo com isso um período curto entre a submissão e a publicação. Chamadas de trabalhos completos serão feitas em todos os eventos da ABQ, respaldada a necessidade de o artigo se enquadrar no escopo da revista.

Os primeiros relatórios de acesso às edições digitalizadas da RQI a partir de 1960 e constantes em seu portal acusam uma média de 1300 acessos/mês (~40/dia) em 2014. Considerando que ainda não foi feita uma ampla divulgação desse trabalho, o resultado encoraja esforços para prosseguir no resgate da memória da ABQ e disponibilizá-lo à sociedade. Prova disso é a finalização de todo o processo de digitalização dos Anais da Associação Química do Brasil (AQB, 1942-1950) e dos Anais da Associação Brasileira de Química (ABQ, 1951-2003). Os Anais da AQB e os Anais da ABQ estarão disponíveis, com índices de palavras-chave e autores, no primeiro trimestre de 2015. Outras publicações tiveram seus trabalhos de digitalização iniciados. Se dúvida, um relevante serviço prestado pela ABQ à memória química e científica nacionais.

O 54º CBQ é passado em revista, se constituindo num grande sucesso de público. A cobertura e os desdobramentos desse CBQ enriquecem sobremaneira este número da RQI.

A matéria de capa deste número foca o tema Química e a Indústria Farmoquímica/Farmacêutica, assunto de grande relevância econômica e para a formação dos profissionais da área, mas ainda pouco conhecido da grande maioria dos alunos e mesmo dos profissionais já formados. Dois especialistas dão seu recado aos nossos leitores.

Além, claro, de desejar uma boa leitura, aproveite também este momento para desejar a todos os nossos caros leitores um maravilhoso Natal e um Ano Novo repleto de realizações em todos os setores da vida. Continuem atentos, pois em 2015, mais novidades estarão na nossa RQI, com a expectativa de crescimento como veículo de publicação de bons trabalhos na área química. Continue aproveitando tudo o que ela tem a oferecer! Divulguem, sugiram, indiquem a RQI a quem possa usufruir de seu conteúdo.

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

Júlio Carlos Afonso
Editor

EXPEDIENTE

RQI – Revista de Química Industrial

(www.abq.org.br/rqi)

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

Indexada no Chemical Abstracts.

Indexada no Qualis da CAPES nas áreas de Engenharias II (B4), Engenharias III (B5), Geociências (B5), Interdisciplinar (B4) e Química (B5).

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

Fundador

Jayme da Nóbrega Santa Rosa (1903-1998)

Editor

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

Editor Associado

Airton Marques da Silva (UECE)

Conselho Editorial

Alvaro Chrispino (CEFET-RJ)

Cláudio José de Araújo Mota (UFRJ)

David Tabak (FIOCRUZ)

Eduardo Falabella Sousa-Aguiar (CENPES e UFRJ)

Geraldo André Fontoura (Bayer e UFF)

Gil Anderi da Silva (USP)

Magda Beretta (UFBA)

Maria de Fátima Vitória de Moura (UFRN)

Newton Mario Battastini (SINDIQUIM - RS)

Peter Rudolf Seidl (UFRJ)

Silvana Carvalho de Souza Calado (UFPE)

Viridiana Santana Ferreira-Leitão (INT)

Criação da logomarca, arte, capa e diagramação

Adriana dos S. Lopes - asl.eventos@globo.com

Impressão

Gráfica Clip / Lokal - venturellicjb@gmail.com

Associação Brasileira de Química

(www.abq.org.br)

Utilidade Pública Federal:

Decreto nº 33.254 de 08/07/1953

Av. Presidente Vargas, 633 sala 2208

20071-004 – Rio de Janeiro – RJ

Tel/fax: 21 2224-4480

e-mail: rqi@abq.org.br

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

Os textos assinados são de responsabilidade de seus autores.

Normas para envio de artigos: ver na página 44 e no portal www.abq.org.br/rqi.



ISSN: 2358-1697

Revista de Química Industrial

Ano 82 Nº 745 4º trimestre de 2014

Edição Eletrônica Nº 3

Sumário

- 1 Editorial.
- 2 **Sumário.**
- 3 **Capa** - Industria farmacêutica e farmoquímica.
- 8 **Aconteceu** - 54º CBQ - Natal, capital da química em 2014.
- 18 **Aconteceu** na RQI.
- 20 **Aconteceu** - Seminário de educação em segurança química no Rio de Janeiro.
- 21 **Nota Técnica** - Análises quimiométricas entre cachaças envelhecidas e não envelhecidas, utilizando técnicas espectroanalíticas.
- 27 **Artigo de Opinião** - Green Chemistry Education at the University of York: 15 years of experience.
- 36 **Nota Técnica** - Tratamento de Efluentes de uma Indústria de Bebidas.

Indústria Farmacêutica e Farmoquímica

A indústria farmacêutica mundial é composta por mais de 10 mil empresas. A cadeia farmacêutica tem se destacado como uma das mais inovadoras entre os setores produtivos, com empresas multinacionais de grande porte capazes de estimular e incorporar aos seus produtos os principais avanços de ponta, ocorridos nas ciências biomédicas, biológicas e químicas. A contrapartida verifica-se nos resultados econômico-financeiros dessas empresas, colocando-as entre as mais rentáveis em escala global. Essa posição conquistada tem sido defendida de forma agressiva por meio da criação ou manutenção de barreiras de entrada, principalmente pelo uso extensivo dos direitos monopólicos do período de patente, do processo de reestruturação empresarial – mediante fusões e aquisições –, e do crescente rigor, referendado pelos órgãos regulatórios nacionais ou supranacionais, nas exigências sanitárias, na qualidade das instalações e na confiabilidade dos produtos.

Esse texto que impressiona e impacta por lidar com aspectos tanto econômicos como de grande sensibilidade (pois lida com o nosso maior patrimônio – a saúde), é de autoria de Luciana Xavier de Lemos Capanema, publicada no periódico BNDES Setorial (n. 23, p. 193-216, 2006). Como se vê, a área farmacêutica significa uma grande oportunidade de inserção de profissionais da área química no setor produtivo. A própria RQI já abordou temas relativos à indústria farmacêutica em edições anteriores, a primeira delas remontando a 1940.

A indústria farmacêutica se divide em duas: farmoquímica e farmacêutica propriamente dita. Assim, retomando seu viés histórico e propiciando a seus leitores uma matéria de relevância na atualidade e no futuro, a RQI convidou dois pesquisadores renomados na área das indústrias farmoquímica e farmacêutica: Jorge Costa, Assessor da Vice-Presidência de Produção e Inovação em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), e Eloan Pinheiro, ex-diretora do Laboratório Farmacêutico Federal FARMANGUINHOS (Laboratório Oficial do Ministério da Saúde), e atualmente consultora independente.

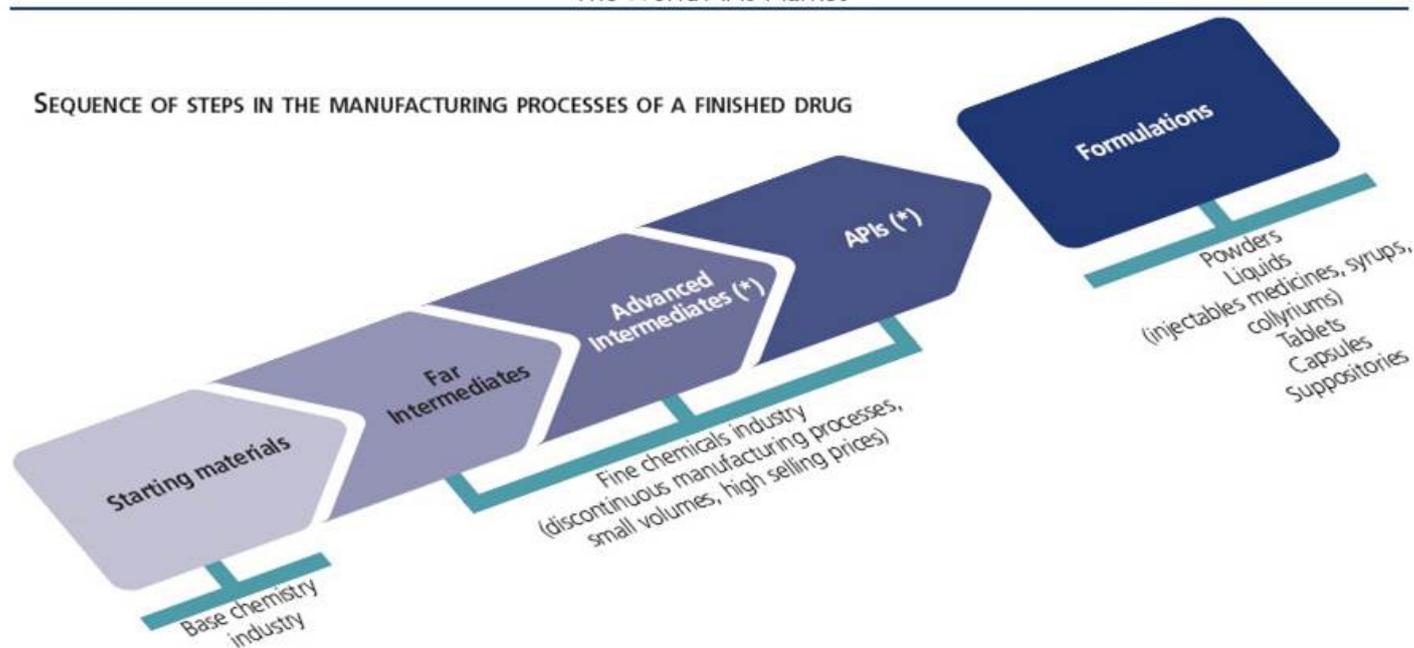
RQI: Qual é a diferença entre a indústria farmoquímica e a indústria farmacêutica?

Eloan Pinheiro: A indústria farmoquímica é responsável pela produção de substâncias químicas com atividade terapêutica, e insumos farmacêuticos inertes. Estes componentes são utilizados na produção dos medicamentos. Estes medicamentos são produzidos pela Indústria Farmacêutica. Algumas Indústrias Farmacêuticas dominam toda a cadeia produtiva, produzindo seus próprios insumos químicos ativos transformando-os em

medicamentos (ver gráfico na página 4 que representa nos 3 estágios intermediários a atuação da indústria farmoquímica e o último estágio a atuação da indústria farmacêutica na cadeia produtiva de manufatura de medicamentos).

É interessante comparar os dados de faturamento da cadeia produtiva de medicamentos, na qual os 4 primeiros estágios (pesquisa e desenvolvimento de novos princípios ativos e a parte da indústria farmoquímica), estágios que consomem mais tempo de execução e envolvem custos mais elevados, com o último estágio referente à indústria

SEQUENCE OF STEPS IN THE MANUFACTURING PROCESSES OF A FINISHED DRUG



(*) Both requiring GMP compliance

farmacêutica que requer menos tempo de P&D e muito mais baixos custos. O faturamento global dos insumos terapêuticamente ativos foi estimado em 2011 em 108,6 bilhões de dólares e é previsto que atinja em 2017 o faturamento de 167.1 bilhões de dólares. No entanto, o mercado de medicamentos atingiu em 2011 o montante de 956 bilhões de dólares e estima-se que em 2016 será de 1.2 trilhão de dólares. Em outras palavras, existe um flagrante e enorme acréscimo de ganho da indústria farmacêutica em comparação com a farmoquímica.

Jorge Costa: A indústria farmoquímica é uma indústria química especializada na produção de fármacos/princípios ativos ou como é denominado pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e IFA (Insumo Farmacêutico Ativo). Para tanto, este segmento industrial precisa seguir a legislação sanitária vigente, neste caso, a RDC 249/05 (Resolução da Diretoria Colegiada) ANVISA, a qual estabelece as bases para produção segundo às normas de BPF (Boas Práticas de Fabricação).

A indústria farmoquímica utiliza fundamentalmente processos unitários orgânicos na síntese dos IFA. O principal desafio desta atividade consiste no desenvolvimento e na produção do

fármaco com qualidade e pureza especificadas, de forma competitiva e com menor impacto ambiental.

Podemos considerar a indústria farmoquímica como a base da cadeia produtiva farmacêutica. Enquanto o IFA é a principal matéria prima da indústria farmacêutica, o segmento farmoquímico encontra na petroquímica sua principal fonte de material de partida.

Já a indústria farmacêutica é o segmento industrial que processa o IFA, juntamente com os excipientes, para a fabricação da forma farmacêutica desejada (comprimido, cápsula, creme, pomada suspensão, entre outras). Assim, não há processamento químico na indústria farmacêutica.

RQI: Quais são os avanços mais recentes na produção de medicamentos?

Eloan Pinheiro: Hoje há uma divisão clara entre os medicamentos que são produzidos utilizando o insumo farmacêutico ativo e os produtos obtidos por biotecnologia. Em ambos os setores tem havido avanços consideráveis, Muitos que consideravam que haveria um declínio nos medicamentos produzidos com insumo farmacêutico ativo (IFA)

obtido pela indústria farmoquímica (síntese química), tiveram que rever seu prognóstico em relação a uma crescente substituição dos IFAs por produtos biotecnológicos, incluindo os organismos produzidos por processos fermentativos convencionais e aqueles produzidos a partir de organismos transformados (por exemplo, por técnica de DNA recombinante). Como exemplo, pode-se mencionar os novos medicamentos lançados recentemente no mercado para combater a hepatite C, o Sofosbuvir (molécula com atividade inibidora da RNA polimerase do vírus da hepatite C) e o Simeprevir (molécula com atividade inibidora de protease) em substituição ao produto biotecnológico conhecido como Interferon Peguilado.

Entretanto, é importante destacar o papel da biotecnologia no desenvolvimento de novas substâncias anticancerígenas e novas vacinas que têm liderado as inovações no campo farmacêutico.

Jorge Costa: O segmento farmacêutico é marcado pela liderança de grandes corporações farmacêuticas, as quais possuem atuação global. São estas grandes indústrias transnacionais as responsáveis pela maior parte da inovação no setor. Outra importante característica é a acirrada competição existente entre elas, visando a conquista de novos mercados e, conseqüentemente, a maximização dos lucros.

Medicamentos (US\$ FOB Milhões)					
	2009	2010	2011	2012	2013
Exportações	944,92	1.101,44	1.175,00	1.232,05	1.270,52
Crescimento		16,56%	6,68%	4,86%	3,12%
Importações	4.050,28	5.615,53	5.851,83	6.114,46	7.074,33
Crescimento		38,65%	4,21%	4,49%	15,70%
Vendas – Sindusfarma	15.406,96	20.632,41	25.690,45	25.396,04	26.691,18
Crescimento		33,92%	24,52%	-1,15%	5,10%

Fármacos e Adjuvantes (US\$ FOB Milhões)					
	2009	2010	2011	2012	2013
Exportações	441,70	596,30	904,60	857,60	755,04
Crescimento		35,00%	51,70%	-5,20%	-11,96%
Importações	2.108,20	2.421,70	2.581,20	2.612,00	2.946,60
Crescimento		14,87%	5,76%	1,98%	12,81%
Produção – abiquifi	725,00	1.005,00	1.314,00	1.320,00	1.190,40
Crescimento		38,62%	30,75%	0,46%	-9,82%

Neste contexto, podemos dizer que a indústria farmacêutica é intensiva em Pesquisa & Desenvolvimento. Novos fármacos ou novas apresentações farmacêuticas são sempre alvos perseguidos. Recentemente os principais avanços estão concentrados na área de biotecnologia. Os principais avanços no desenvolvimento de novos medicamentos para o tratamento de câncer, artrite reumatoide ou doenças autoimunes incorporaram os chamados biofármacos. Outras tecnologias também estão sendo desenvolvidas para incorporação na produção farmacêutica. Uma delas é a nanotecnologia. Por exemplo, o uso de nanocápsulas para veiculação de fármacos poderá ser utilizado para melhorar a biodisponibilidade, diminuir efeitos adversos e, finalmente, melhorar a aderência do paciente ao tratamento.

RQI: Como se situa o Brasil em comparação ao mundo nesses setores?

Eloan Pinheiro: O Brasil, apesar de possuir uma capacidade técnica instalada nos Institutos de Pesquisa e grandes núcleos de química nas universidades, ainda detém um percentual pequeno na produção de insumo farmacêutico ativo. Se olharmos a tabela abaixo vemos que importamos mais medicamentos e Insumos farmacêuticos ativos do que exportamos. Isto coloca o Brasil

altamente dependente do mercado externo. Apesar da existência de uma Indústria de Petróleo, base fundamental para a produção de insumos químicos, intermediários e solventes, a política industrial existente ainda não estabeleceu um programa objetivo para superação desta dependência.



Jorge Costa

RQI: Em sua opinião, qual é a dimensão do potencial da biodiversidade brasileira na produção de farmoquímicos?

Eloan Pinheiro: Eu considero bastante alta porque muitos medicamentos inovadores tiveram sua origem em moléculas provenientes de plantas. Um exemplo é o Paclitaxel, nome comercial taxol, medicamento para tratamento de câncer obtido da casca do Teixo do Pacífico; outro exemplo é a Artemisinina e seus derivados, proveniente da *Artemisia annua*, potente medicamento para o tratamento de malária. Com uma política eficiente e focada em inovações, com financiamento e subsídios, acredito que novos produtos para tratamento de diversas patologias seriam encontrados.

Jorge Costa: Agora tocamos num ponto onde o Brasil possui uma invejável vantagem competitiva. Nossa biodiversidade é rica e ainda pouco explorada. A indústria farmoquímica poderia encontrar na biodiversidade uma rica fonte de matérias primas.

Nossa biodiversidade poderia ser mais bem utilizada não só para o fornecimento de matérias primas, mas principalmente na descoberta de novos

fármacos ou protótipos para o desenvolvimento de fármacos inovadores. Para tanto, além do necessário esforço científico será preciso o aperfeiçoamento de nossa legislação específica, a qual se encontra em fase de revisão, de modo a permitir aos pesquisadores brasileiros um acesso facilitado aos nossos recursos naturais.

RQI: Que requisitos os profissionais precisam ter para um bom desempenho nesse segmento industrial?

Eloan Pinheiro: Estou há bastante tempo longe das atividades acadêmicas, porém acredito que a boa formação em química orgânica, analítica e operações unitárias são requisitos básicos. Mas o mais fundamental é que os profissionais façam treinamento em Indústria Química porque há uma diferença substantiva entre a química realizada em laboratório universitário ou instituto de pesquisa e a produção em larga escala. Outro fator importante para o profissional desta área é o aprimoramento na gestão tecnológica de projetos industriais.

Jorge Costa: No caso do segmento farmoquímico é fundamental que os profissionais tenham um sólido conhecimento de química orgânica, inorgânica, analítica, análise instrumental, físico-química, bioquímica, engenharia química, entre outros.

Numa indústria onde se pretende produzir com qualidade e competitividade a área de P&D é chave. Os profissionais de P&D devem interagir de forma harmônica e muito próxima com a equipe que realiza o *scale-up* e a produção.

Outra área não menos importante é a ambiental. Os processos fabris devem, necessariamente, estar de acordo com a política ambiental da empresa e o marco regulatório ambiental. Assim, esta área está cada vez mais valorizada.

Os profissionais que atuam neste setor devem ter clareza e consciência de que os produtos

por eles desenvolvidos e produzidos serão utilizados por pacientes.

RQI: Gostaria de acrescentar algo mais?

Eloan Pinheiro: Gostaria de ressaltar a importância da Indústria Farmoquímica no País. Temos uma Constituição que garante acesso à Saúde como um direito de qualquer cidadão. Portanto, ter acesso aos medicamentos é primordial para consolidar um Estado Produtivo neste setor.

Apesar do mérito da Política para o Desenvolvimento Produtivo, implementada a partir de 2010, formalizando a parceria Público-Privada para produzir localmente os IFAs e Medicamentos estratégicos que são adquiridos pelo MS, ainda é necessário implantarmos uma produção de substâncias químicas que são intermediários necessários para a produção destes Insumos Farmacêuticos Ativos. Com isto poderemos produzir os Insumos com custo adequado, gerando medicamentos a preços acessíveis. Paralelamente fortaleceremos a competência tecnológica no nosso País e a geração de moléculas inovadoras.

Jorge Costa: A produção farmoquímica é estratégica para o país. O nosso parque fabril diminuiu significativamente ao longo das últimas décadas. Como consequência imediata, temos uma forte retração desta atividade e um déficit na balança



comercial superior a US\$ 2 bilhões/ano em 2013. A retomada da produção nacional de fármacos é fundamental para o real desenvolvimento da cadeia farmacêutica. A demanda de mão de obra especializada, particularmente de químicos, engenheiros químicos e farmacêuticos, será uma realidade.

Notas do Editor:

- Os entrevistados podem ser contatados a partir dos seguintes endereços eletrônicos:

Eloan Pinheiro: eloanpinheiro@gmail.com

Jorge Costa: jorgecosta@fiocruz.br

- Os portais da Fundação Oswaldo Cruz e de Farmanguinhos são, respectivamente:

<http://portal.fiocruz.br/>

<http://www2.far.fiocruz.br/farmanguinhos/>



54º CBQ NATAL

Capital da Química em 2014

O 54º Congresso Brasileiro de Química, tendo como promotora e organizadora a Associação Brasileira de Química e sua Regional Rio Grande do Norte, foi realizado no Centro de Eventos do Praiamar Natal Hotel & Convention, de 3 a 7 de novembro de 2014. O Hotel, localizado na Praia de Ponta Negra, possui infraestrutura adequada a um evento do porte como o CBQ. Este CBQ teve o patrocínio do CNPq, da CAPES, do Conselho Regional de Química – XV Região, da PROEX-UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) e da ALLCROM; contou ainda com o apoio da Natal Convention Bureau, do IFRN (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte), do Instituto de Química da UFRN, e da UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-Árido).

Mais uma vez a ABQ adotou a prática da contratação de uma equipe de recepcionistas com necessidades especiais. É uma sistemática adotada sempre que a cidade onde o CBQ ocorre tem uma representação de entidade como a APABB – Associação de Pais, Amigos e Pessoas com Necessidades Especiais do Banco do Brasil e da Comunidade. O resultado dessa atitude chamou muito a atenção – e positivamente – dos participantes deste CBQ.

A abertura oficial do evento foi realizada na Reitoria da UFRN. Às 19 horas teve início a Solenidade de Abertura, com cerca de 450 pessoas. A mesa diretora da solenidade era composta pelas seguintes autoridades: Presidente da ABQ, Alvaro Chrispino; Presidente do 54º CBQ, Maria de Fátima Vitoria de Moura; Presidente do CRQ-RN, Teresa Neuma de Castro Dantas; Diretor do Centro de Ciências da UFRN, representando Angela Paiva Cruz, Reitora da UFRN, Djalma Ribeiro da Silva; Diretor do Instituto de Química da UFRN, Otom Anselmo de Oliveira. Como forma de recepcionar os convidados, apresentou-se o violonista Alexandre Atmarama, que brindou a todos com o canção popular nordestino.

Ainda na Solenidade de Abertura foi homenageada a Presidente de honra do 54º CBQ, falecida no meio deste ano. Hanna Youssef Emile Safiê, contemporâneo, colega e amigo da homenageada foi o orador que discorreu sobre os aspectos pessoais, profissionais e do ser humano da professora Terezinha de Almeida Freitas. Em seguida seus filhos receberam um ramalhete de flores e uma placa de prata. Também homenageado pela atuação na preservação da memória da ABQ, o Prof. Júlio Carlos Afonso, Editor da RQI, recebeu um Certificado de Honra ao Mérito.

Mesa de abertura do 54º CBQ



FOTOS: J.Afonso

Os filhos da Presidente de Honra, Profa. Terezinha de Almeida Freitas, recebem a homenagem póstuma que lhe foi conferida



Após a mesa ser desfeita, a palestrante da noite, Dra. Gilka da Mata Dias, Promotora do Ministério Público do Meio Ambiente falou sobre "Meio ambiente e sustentabilidade".

Na manhã de 4 de novembro tiveram início as atividades científicas. Foram oferecidos 11 cursos sendo 4 com carga de 6 horas/aula, 3 com 8 horas/aula e 4 com 12 horas/aula. Destacaram-se Química Forense, ministrado pelo Prof. Dr. Valter Stefani, da UFRGS; Uso de laboratórios virtuais no ensino de Química, ministrado pelo Prof. Dr. Jean Carlo Antunes Catapreta, do IFPI; Espectrometria de absorção e emissão atômica: conceitos, fundamentos e aplicações, ministrado pelo Prof. Dr. Rennan Geovanny Oliveira Araujo, da UFBA;

Ressonância Magnética Nuclear, ministrado pelo Prof. Dr. Fernando Hallwass, da UFPE. Houve um total de 508 inscritos.

Além dos cursos, o CBQ apresentou em formato de pôsteres 1245 trabalhos aceitos em 12 áreas (Química Orgânica, Química Inorgânica, Físico-Química, Química Analítica, Química Ambiental, Ensino de Química, Produtos Naturais, Química Verde, Química Tecnológica, Alimentos, Bioquímica e Biotecnologia e Materiais). Foram enviados no total 1556 trabalhos. As sessões de pôsteres ficaram por vezes tão concorridas que era difícil circular pelos painéis. Dentre os trabalhos aceitos, 48 foram selecionados para os oito Encontros Temáticos das áreas específicas, sendo feitas comunicações orais por seus autores, igualmente em sessões bastante concorridas. 45 dos 48 trabalhos escolhidos foram

Um colégio tradicional no CBQ

Os congressistas Kevrok Gueogjian Neto e Vartanoush Gueogjian, diretores e fundadores do Colégio Objetivo em Arujá, São Paulo, levaram pela 3ª vez seguida o Colégio para participar na Feproquim e da Maratona de Química, eventos paralelos do CBQ, já tendo recebido premiações.

A RQI teve o interesse de saber o porquê da motivação do Colégio Objetivo em participar seguidamente desses dois eventos.

Segundo seus diretores, a motivação é incentivar o aluno a estudar mais, buscar o conhecimento, a criatividade, superando seus limites inatos. A Escola fornece todo o apoio aos alunos como materiais de estudo, aulas de reforço, laboratório e auxílio para participação nos eventos. E por que o CBQ? Porque a ABQ possui abrangência nacional com credibilidade.

Os resultados dessa participação são muito claros: maior interesse dos alunos pela ciência e para participar dos eventos futuros. Eles sentem que alcançam seus objetivos, ampliam seus horizontes e a visão como profissional e ser humano. Motivam seus próprios colegas a participarem. Desenvolvem a autoconfiança e o senso de debater com outros participantes, incluindo profissionais e palestrantes. Muitos acabam direcionando suas escolhas de profissão para a área química. O Colégio Objetivo Arujá (<http://www2.objetivoaruja.com.br>) teve ganhos em visibilidade.



FOTO: J.Afonso

As perspectivas são de replicar essa vivência para outras áreas (como Física e História), e de participar na próxima edição da Jornada Brasileira de Iniciação Científica. Os diretores concluíram: "Encontro marcado em 2015".

apresentados.

A programação foi completada com Palestras e Mesas Redondas. Dentre estas podemos destacar as três palestras internacionais:

→ *Tratamiento de efluentes usando metodologias emergentes*, proferida pelo Prof. Dr. Enrique Brillas Coso, da Facultat de Química da Universitat de Barcelona na Espanha.

→ *Pesquisas em ensino do processo de datação de carbono 14*, proferida pela Profa. Dra. Laurence Viennot, do Laboratoire de Didactique André Revuz - LDAR, Université de Paris Diderot na França.

→ *Electroquímica como herramienta de construcción de celdas fotovoltaicas orgánicas con arquitectura de heterounión en el bulto (BHJ-OPVC)*, proferida pelo Prof. Dr. Bernardo A. Frontana-Uribe, do Centro Conjunto de

Investigación en Química Sustentable da Universidad Autónoma do México.

Dentre as nove palestras nacionais podemos destacar:

→ *Química Verde: Um dos motores da sociedade*, ministrada pelo Prof. Dr. Peter Rudolf Seidl, da Escola de Química da UFRJ e Coordenador da Escola Brasileira de Química Verde.

→ *Instrumentação analítica moderna*, com o Prof. Dr. Celio Pasquini, do Instituto de Química da UNICAMP.

→ *Os 100 anos da Teoria de Lewis: Elétrons se comportam em pares?*, proferida pelo Prof. Dr. Pierre Mothé Esteves, do Instituto de Química da UFRJ.

→ *Química e Sociedade na educação em Química*, com o Prof. Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos, da Universidade de Brasília - UnB.

Dentre as três Mesas Redondas, *Matriz Energética e Sustentabilidade* se destaca neste CBQ. Palestraram o Eng. Daniel Sales, da Refinaria Potiguar Clara Camarão, o Dr. Jean Paul Prates e o Eng. Milton Pinto, ambos da CERNE. Atuou como moderadora a Profa. Dra. Teresa Neuma de Castro Dantas, Presidente do CRQ-RN.

Quatro momentos com autores de livros movimentaram o CBQ, demonstrando o vigor e a diversidade de seus eventos.

O 54º CBQ teve 1829 participantes (resultado mais expressivo desde o CBQ de Ouro Preto, em 2003) e o maior número de trabalhos dos últimos 10 anos. Em relação ao último CBQ (no Rio de Janeiro), registrou-se um aumento 13% do número de participantes. O CBQ recebeu participantes de todas as unidades da federação, as quais se fizeram representar com trabalhos. Em paralelo ao CBQ, ocorreram os seguintes eventos:

XXVII Jornada Brasileira de Iniciação Científica em Química

Evento paralelo destinado à apresentação de trabalhos de Iniciação Científica. Foram recebidos 168 trabalhos, sendo aceitos 142 que concorreram à premiação máxima. O sistema de avaliação compreendeu uma primeira análise dos trabalhos apresentados por meio de apresentação em forma de pôsteres em que os

membros da Comissão, coordenados pela Profa. Dra. Nedja Fernandes, da UFRN, "visitaram" todos os trabalhos (pelo menos dois membros avaliaram cada trabalho), selecionaram 10. Dos 10 autores de trabalhos selecionados, 8 apresentaram em forma oral, sendo arguidos por membros da banca. Após essa segunda avaliação, a Comissão decidiu pela classificação. Três alunos foram classificados como Menções Honrosas e os outros cinco receberam Certificados com a designação da Classificação. O 1º colocado recebeu do Premio Professor Arikearne Sucupira a quantia de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais). O 2º colocado recebeu um notebook da marca Accer e o 3º colocado recebeu um tablet de 7", também da Accer. Todos receberam um kit composto por uma blusa do evento, um livro e um limpa-tela de computador. A Comissão contou com os seguintes membros: Nedja Suely Fernandes, da UFRN (coordenadora); Antonio Carlos Magalhães, da UFC; Carlos Roberto Souto, da UFRN; Cleide Maria Leite, da UFPI; Evandro José da Silva, da UFMT; Hernane de Toledo Barcelos, do IFG (será o coordenador em 2015); Jorge Reis Fleming, do IFRJ; Leandro Camacho, do CRQ-RS; Livia Cavalcanti, da UFRN; Marcia Barroso, da UFRN; Marciano Lucena Neto, da UFCG; Maria Inez Auad, do IFAL; Monica Regina Araujo, da UFPI; e Patricia Teresa Souza da Luz do IFPA.

A relação de vencedores foi:

1º lugar: **Carlos Anderson Frazão Conceição**, da UFMA – Microemulsão de Biodiesel: Estudo do comportamento elétrico com diferentes surfactantes por espectroscopia de impedância eletroquímica.

2º lugar: **Amanda Gonçalves Pereira**, da UEG – Extração e caracterização de polpa celulósica do bagaço de malte.

3º lugar: **Philipi Cavalcante Ricardo**, da UEA – Eletrodissolução de metais como novo processo de reaproveitamento dos metais de baterias de celular.

4º lugar: **Lorryna Pereira Gazal**, da UEA – Síntese de hidróxidos duplos lamelares no carreamento de nimesulida.

5º lugar: **Larissa Cristina G. de Almeida**, da UEA – Produção de energia elétrica a partir de célula a combustível microbiano utilizando óleo de fritura.



Da esquerda para a direita: 1º, 2º e 3º colocados na XXVII Jornada Brasileira de Iniciação Científica em Química

XV Feira de Projetos de Ensino Médio - FEPROQUIM

No dia 4 de novembro, os Projetos aprovados foram apresentados à comunidade e à Comissão Avaliadora, que fez sua análise. Ela foi coordenada pelo professor Jailson Vieira de Melo, da UFRN, e contou com os seguintes membros: Djalma Jorge de Santana Nunes, do CRQ-BA; Ellen Guimarães Duarte Dias, do CEFET-RJ; Elsa Lesaria Nhuch, do CRQ-RS; Julianna Cavalcante de Albuquerque, da UFPE, e Marcio Franklin de Oliveira, do IFRJ.

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

Os três primeiros colocados receberam Certificados alusivos as suas classificações. Em 3º lugar ficaram dois projetos empatados. O prêmio ao primeiro colocado foi no valor de R\$ 1.000,00 (hum mil reais).

Todos os classificados receberam kits com a blusa do Congresso, um limpa-tela de computador e livros.

Os Projetos vencedores foram:

1º lugar: **Química Além da Visão: Material de introdução à química para deficientes visuais.**

Autores: Silvano Junior, Állif Vinícius, Valéria Ventura e Mateus Ormondés.

Instituição: IFMT – Campus Cuiabá Bela Vista.

2º lugar: **Síntese de biocombustível a partir de lixo orgânico.**

Autores: Fernanda Ferreira Dias Yasmim Maria Ferreira Silva, Julia Maria Jaques, Ethienne Boa Sorte Carneiro.

Instituição: IFMT – Campus Cuiabá Bela Vista.

3º lugar: **Extração e caracterização dos óleos de pequi e alecrim para formulação de produtos cosméticos.**

Autores: Loriane Bianchi, Lavignia Neves, Joyce Schwingel, Elaine Viana.

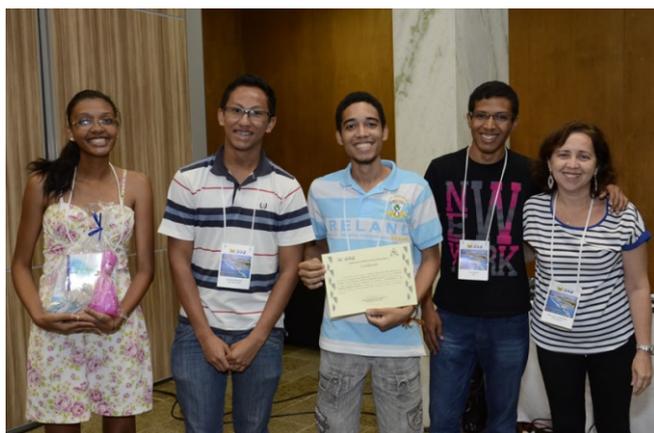
Instituição: IFMT – Campus Cuiabá Bela Vista.

3º lugar: **LabStocker – Sistema baseado em nuvem para gerenciamento de estoque de laboratórios de química.**

Autores: Alex Pilipe Camara Santos, Amanda Myris de Souza, Bruno Valniery de Sousa, Roberto Rodrigues Lima.

Instituição: IFRN – Campus Natal Zona Norte.

Vencedores da XV Feira de Projetos de Ensino Médio - FEPROQUIM



XXII Maratona de Química

Voltada para alunos de ensino médio, a Maratona teve selecionados 40 redações versando sob o tema do CBQ.

A Comissão preparou experimentos que foram apresentados aos alunos no Laboratório de Química da UFRN. Em seguida tiveram que responder por escrito a uma prova com 6 questões sobre os 3 experimentos que haviam presenciado. Essas questões foram avaliadas por uma Comissão coordenada pelo Prof. Fabiano do Espírito Santo Gomes, da UFRN. Os demais membros da Comissão foram: Djalma Jorge de Santana Nunes, do CRQ-BA; Elsa Lesaria Nhuch, do CRQ-RS; Edson Lima Filho, da UFRN; Florinda do Nascimento Cersosimo, do IFRJ; João Bosco Lucena, da UFRN, e Renato Candido da Silva, da UFG, que será o coordenador em 2015.

Foram classificados os cinco primeiros colocados. Os três primeiros receberam prêmios em dinheiro: 1º colocado, R\$ 600,00; 2º colocado, R\$ 300,00; 3º colocado, R\$ 150,00. Os premiados foram:

1º) **Mateus Soares de Souza** do IFF – Campus Cabo Frio, do Rio de Janeiro.

2º) **Marcela Almeida Brunet de Sá** do CEI Romualdo, de

Natal.

3º) **André Luiz Lucas Amorim** do Colégio Pedro II do Rio de Janeiro.

4º) **Joerbson Medeiros de Paiva** do SESI-RN, de Natal.

5º) **Filipe Butignoli Diniz** do Kemab, de Arujá, SP.

EXPOQUIMICA'2014

A EXPOQUIMICA'2014 teve seus estandes ocupados por: Waters Technologies, Imprint Equipamentos, Livraria SBS, Sinc do Brasil, EcoAroma, Universidade Agrícola Jundiaí, Bruker do Brasil, Neura Joias, Poster Lab (fotógrafo oficial que fazia fotos com a logo e nome do evento), além do estande da ABQ.

Localizados em área estratégica, foram amplamente visitados pelos participantes do CBQ. Isso pode ser atestado pela afluência à palestra técnica “GCMS-TQ8040 Shimadzu: Solução para análises rápidas, precisas e confiáveis”, proferida pelo Eng. Marcelo Del Grande, da SINC do Brasil.

Como conclusão, o 54º CBQ não só atingiu como excedeu seus objetivos, principalmente se levar em conta da realização de outro evento da Química em Natal neste mesmo ano.

No aspecto da formação do CBQ, o termino do congresso na sexta-feira passou para o final da tarde, aproveitando o tempo adicional para aumentar a quantidade de Encontros Temáticos, Sessões de Pôsteres e palestras. Ano que vem permanecerá da mesma forma.

Observadas as fichas de avaliação entregues pelos participantes, a Associação tem algumas indicações para novos temas de cursos.

Ainda pelas observações vimos que as palestras técnicas foram muito bem recebidas e a Comissão Organizadora pretende aumentá-las.

54º Congresso Brasileiro de Química + Expoquimica'2014 (Natal, RN)

Waters



THE SCIENCE OF WHAT'S POSSIBLE.™

Segundo o Eng. Frederico Mendes Jr, da Waters/TA Instruments, participante da EXPOQUIMICA'2014, “..A experiência da empresa Waters/TA Instruments, líder mundial em fornecimento de equipamentos para caracterização de materiais, em participar do 54º CBQ, foi muito positiva. Nós cultivamos a crença de que a educação é a base para o desenvolvimento sustentável dos negócios. Nosso intuito foi apresentar aos professores e estudantes a tecnologia de ponta em equipamentos para Análise Térmica, Reologia, Microcalorimetria, Propriedades Termofísicas e Análises em Borracha. Observamos um grande número de interessados na aplicação dos produtos e na utilização em diversas áreas. Com esta atuação presente, a TA Instruments espera desenvolver pessoas que sejam capazes de sustentar suas pesquisas, gerar ideias criativas e soluções inovadoras; que tenham posturas educacionais e que assumam seu próprio desenvolvimento profissional e pessoal. Tais habilidades não são aprendidas nos bancos das escolas. São comportamentos que se interiorizam mais facilmente quando se adiciona vivência, reflexão e análises aos conhecimentos adquiridos e participação em congressos, feiras e atividades similares. A empresa TA Instruments cultiva a crença na educação como o caminho para o desenvolvimento do ser humano e da sociedade e sabemos da importância de cada estudante em levar informações aos pesquisadores de cada universidade e entidades ou o mesmo vir a utilizar nossa tecnologia, tornando uma fonte importante de novos negócios e parceria...”

O próximo CBQ estará na cidade de Goiânia, mais precisamente no Centro de Convenções da cidade. O CBQ esteve lá pela última vez em 1999. O tema central será: "**Recursos Renováveis: Inovação e Tecnologia**". O evento

será de 2 a 6 de novembro de 2015. Já está decidido que o 56º CBQ (2016) será em Belém, e em 2017 na Região Sul, Santa Catarina ou Rio Grande do Sul, ainda faltando definir a cidade.

54º Congresso Brasileiro de Química - O Brasil passa por aqui

Este CBQ mostrou um comportamento muito similar ao do 12º SIMPEQUI (realizado em Fortaleza em agosto deste ano - veja a matéria publicada no número 744 da RQI): tratou-se de um evento altamente inclusivo, capaz de atrair representantes de todas as regiões do país, mesmo até de localidades tidas como "remotas".

Prova disso é que todos os Estados da federação e o Distrito Federal se fizeram presentes, não só com participantes, mas também com trabalhos. Merece destaque o grande número de trabalhos oriundos de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, num crescimento quantitativo de mais de 800% em relação aos últimos cinco CBQs. É ainda admirável que centenas de congressistas vindos dos estados do Norte e do Centro-Oeste tenham enfrentado horas seguidas de ônibus, barco e avião para poderem estar em Natal e celebrar a Química em grande estilo, transformando o CBQ num gigantesco palco de troca de experiências entre seus participantes, tendo as sessões orais e de pôster os momentos máximos dessa vivência.

Para muitos dos congressistas, a oportunidade de participar de um evento de nível nacional (frequentemente se trata da primeira participação deles),

os emociona, principalmente quando mostram os resultados de seus trabalhos. Um momento que significa para eles viver intensamente uma experiência e um evento acima de qualquer expectativa e experiência que tiveram antes.

A postura de ser o CBQ uma atividade itinerante desde a década de 1940 possibilita levar e pôr a Química ao alcance de todas as regiões do Brasil, mostrando que a interiorização e regionalização da Química são capazes de ações transformadoras e impactantes no público participante, permitindo com isso o cumprimento da missão a que se propõe o CBQ e a própria ABQ.

As fotos das páginas seguintes, tomadas nas sessões de pôsteres, ilustram bem o que se relatou acima. São autores de diferentes cidades, de diferentes estados e regiões, que compartilharam de um momento único de discussão de suas realidades. Trabalhos de um mesmo tema mas oriundos de regiões distintas do Brasil, foram apresentados lado a lado. A grande área disponibilizada para as diversas sessões de pôsteres chegou a ficar pequena para tanta gente circulando e debatendo com os autores os resultados de seus trabalhos.

Da esquerda para a direita: Maria Samanta e Daniel José (IFRO, Porto Velho), Juliana Lira (UFRPE), Severiano Neto (UFC), Bruno Henrique (IFRO), Brenda Oliveira (UFPA), Gabriella Valverde (UEMA), Amanda Gisele e Iago Ramon (UFPE, Caruaru) e Jamile Macedo (IFRO), participantes da XXVII Jornada de Iniciação Científica.



FOTO: J. Afonso



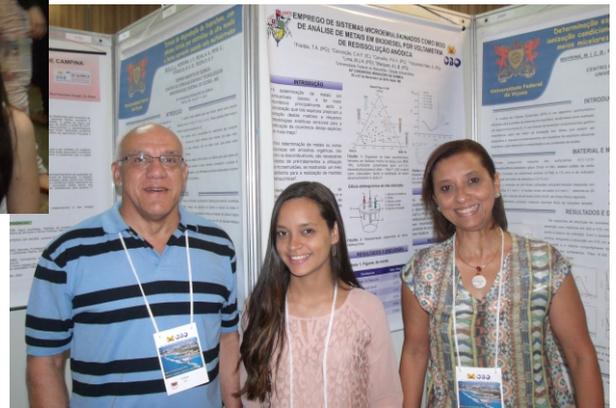
Acima - da esquerda para a direita: Vanessa Niely (UFMA, São Luís), Ana Karoline (UFRN, Natal) e Gleidson Silva (*UFAL, Maceió)



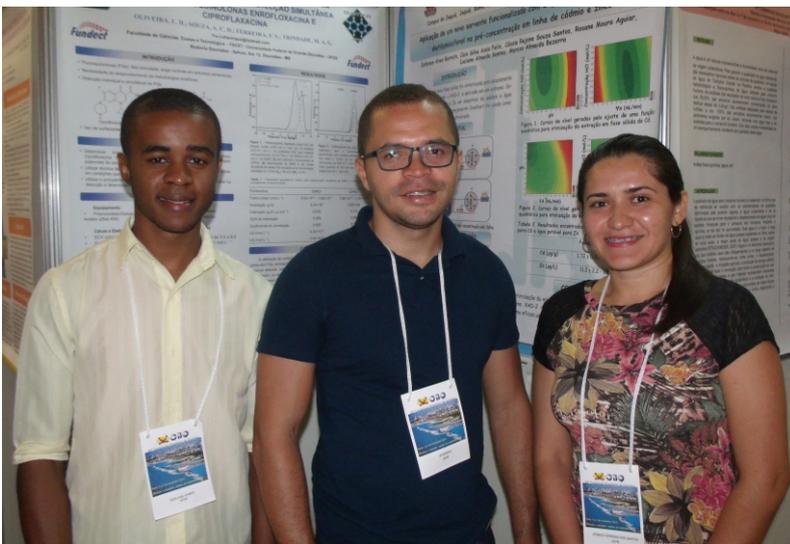
Acima - da esquerda para a direita: Leandro Queiroz (UFPA, Belém), Lorena Freitas e Yagly Grasiello (UFT, Araguaína)



Ao lado - da esquerda para a direita: Ricardo Cachichi (UNICAMP), Daniel Araújo (UESB, Jequié), Taline Bastos e Nan Ramires (UF Grande Dourados, MS), Daniele Pavão e Regilene Sousa (UEMA, São Luís); abaixo, Lilian Monteiro, Elenese Tiepo e Franciele Primel (Univ. Passo Fundo - RS)



Acima - Efraim Reis e Cristina Mayrink (direita) (UFV, Viçosa- MG) e Tayane Freitas (centro) (UFAM, São Luís)



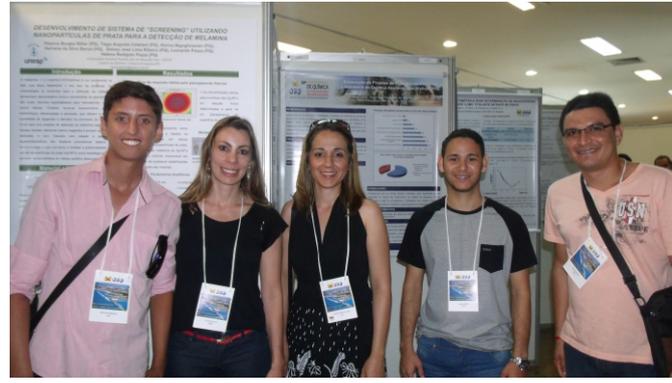
Acima - da esquerda para a direita: Berlane Gomes e Jefferson Barreto (UESB, Jequié) e Jessica Ferreira (UEPB, Campina Grande)



Abaixo - da esquerda para a direita: Jubenir O. Neto (UFMA, São Luís), Ana Carla Santos (IFRO, Ariquemes), Raí Campos e Jimaine Nascimento (UEAP, Macapá)



Ao lado - Yanka Danielle (esquerda) e Neide Armillato (direita) (IFAL, Maceió), e Joni Stolberg (UFSC, Curitiba)



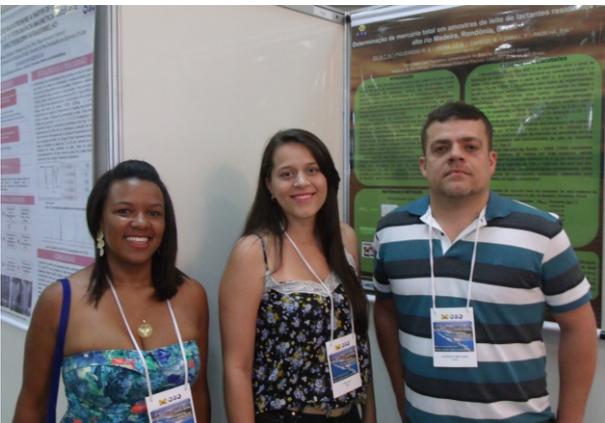
Acima - da esquerda para a direita: Douglas Mendes (UEG, Formosa), Dayana Bittar (UNESP, Araraquara), Renata Lopes (UFV, Viçosa-MG), Jean Sanger, (UFPA, Belém) e Victor Bechir (UEPA, Belém)



Acima - da esquerda para a direita: Renata Lopes (UFV, Viçosa-MG), Denise Araújo (UESPI, Teresina), Daiane Carvalho e Maria das Dores (UFRPE-UAST, Serra Talhada)



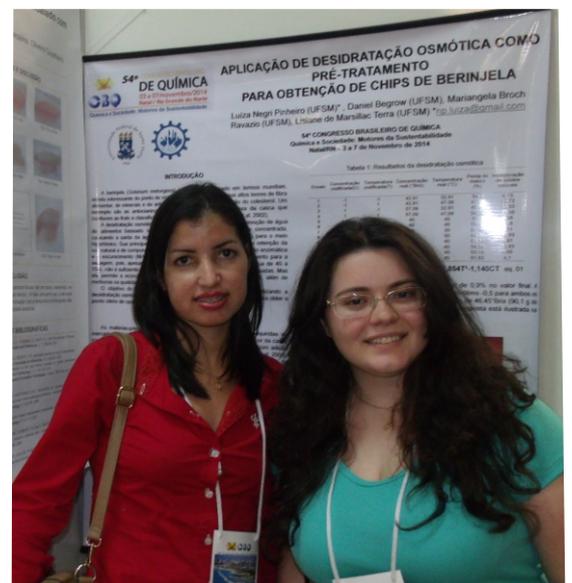
Acima - Da esquerda para a direita: Vinicius Reis (UEMA, São Luís), Gabriely Reis (UFC, Fortaleza) e Luís Sérgio Lamego (UFF, Niterói)

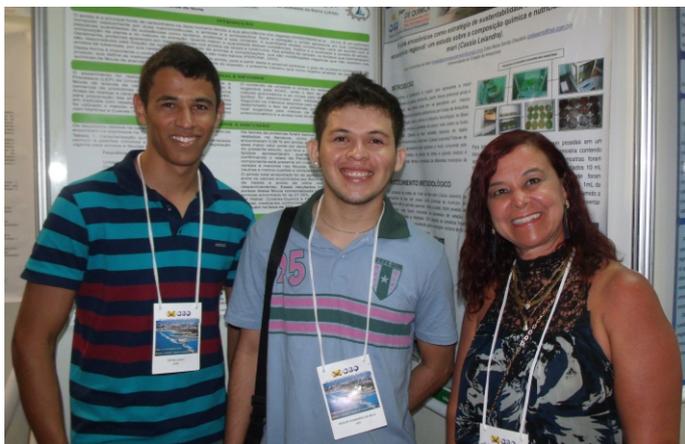


Ao lado - da esquerda para a direita: Laryssa Gonçalves (UFVJ e Mucuri - MG), Tania Silva (UnB) e Reginaldo Fabri Jr. (UFES, Vitória)

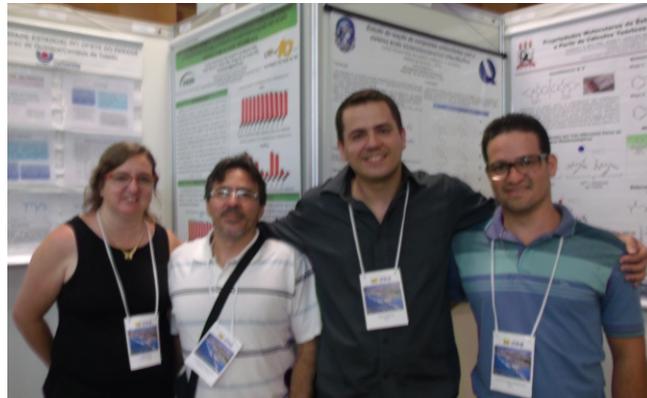
Abaixo - Nkarthe Guerra (UFPB, João Pessoa, esquerda) e Luiza Pinheiro (UFMS, Santa Maria - RS, direita)

Abaixo - da esquerda para a direita: Daniel Santos e José Mazzei (Fundação Técnico-Educacional Sousa Marque, Rio de Janeiro), Breno Rey (UFPA, Belém), Jonathan Viana (UEMA, São Luís) e ThiafoSantos (UEPA, Belém)

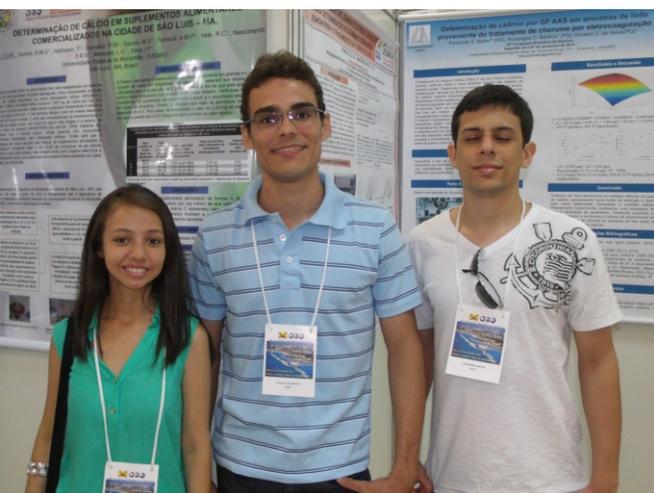




Acima - da esquerda para a direita: Moacir Melo (UEA, Parintins), Rafael Costa (UESB, Itapetinga) e Cláudia Gonçalves (IFMT, Cáceres)



Acima - da esquerda para a direita: Viviane Lobo (UTFPR, Toledo - PR), Maurício Rosa (UNIOESTE, Cascavel - PR), Carlos Vinícius (UFRJ, Rio de Janeiro) e Anderson Silva (UFPE, Recife)



Acima - da esquerda para a direita: Rosebrícia Brito (UEA, Manaus), Tyron Santos (UEMA, São Luís) e Fernando Betim (UFES, Vitória)



Acima - da esquerda para a direita: Laysa Duarte (UFRN, Natal), Taiane Batista e Luze Pereira (UFOPA Santarém) e Marcello Ricardo (UEMA, São Luís)

Ao lado - da esquerda para a direita: Aqueline Cunha (UFCG, Campina Grande), Viviane Campos (UFLA, Lavras - MG), Lady Kerme e Railson Santos (IF Sertão PE, Petrolina) e Paulo César (IFMT, Confresa, MT)



Abaixo - da esquerda para a direita: Nilson Roberto (UFU, Uberlândia), Luankeen Matos (UENF, Cabo Frio - RJ), Diogo Queiroz (UFPE, Recife) e Lildes Ferreira (UFPI, Teresina).

Abaixo - Lidiane Macedo (UFCG, Campina Grande) e Fillipe Atawalpa (UFERSA, Mossoró - RN)

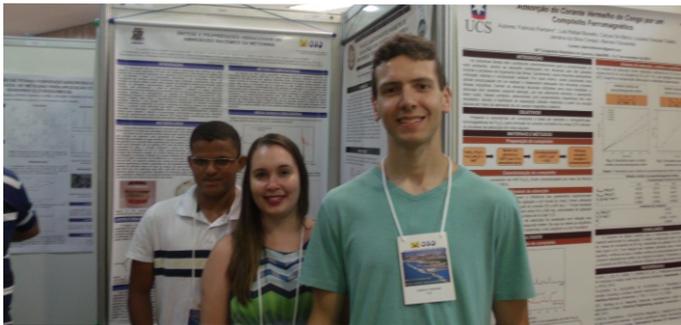




Ao lado - da esquerda para a direita: Fabrício Rodrigues, Ana Caroline, Nancy Barbosa e Risália Cavalcante, todos do SEDUC do Amazonas (Manaus)

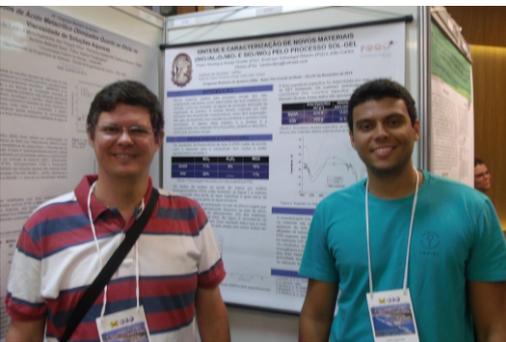


Acima - da esquerda para a direita: Francisco Silva, Thais Carvalho, Sirney Santos, Joaquina Malheiros, Silvana Rosa, Aline Freitas, Patrícia Carvalho e Helana Luna (UEAP, Macapá); Gabriella Barroso (UFS, Aracaju) e Rayane Souza (UEPA, Belém)



Acima - Da esquerda para a direita: John Santos (UESPI, Teresina), Tatiana Lorençatto (UFRJ, Rio de Janeiro) e Fabrício Ferrarini (Univ. Caxias do Sul, RS)

Abaixo - Fábio Florenzano (Escola de Eng. de Lorena, SP, esquerda) e Pedro Henrique (UFRJ, Rio de Janeiro, direita)



Abaixo - da esquerda para a direita: Marcos Moura (IF Sertão PE, Petrolina), Adriamara Silva e Ednalva Dantas (UFRR, Boa Vista), Kallindi Canuto (UFRPE/UAST, Serra Talhada) e Thassiane Telles (IFRO, Ariquemes)



Acima - da esquerda para a direita: João Souza (UNESP, Araraquara), Larissa Silva (UERN, Mossoró) e Tayná Vasco (IFAL, Maceió)

Abaixo - Da esquerda para a direita: Kaike Cirnandes (UFT, Paraíso), Maria Eufália (UESPI, Teresina), Níliá Lacerda e Alline Moura (UEG, Anápolis), Aline Freitas (UFAP, Macapá) e Herbert Gonzaga (UESPI, Teresina)

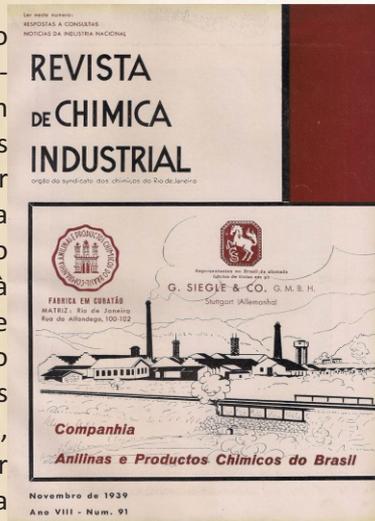


Aconteceu

Há 75 anos atrás (Ano 8, número 91, novembro de 1939)

Gastar dinheiro - dever nacional (por Jayme da Nóbrega Santa Rosa)

Telegrama de Paris, divulgado na imprensa do Rio de Janeiro, transmite as palavras de Mme. Curie-Joliot, quando por intermédio de um departamento de propaganda oficial se dirigia às mulheres da França: "gastar dinheiro é um dever nacional". Gastar dinheiro, no caso, significa aplicá-lo e não esbanjá-lo. Denota preocupação de defender a economia e não um convite à dissipação. (...) Em muitos lugares, quando surge uma guerra ou mesmo uma revolução, o primeiro cuidado do povo é restringir as despesas. Todos procuram guardar seus recursos monetários, privando-se de adquirir as utilidades e de pagar os serviços da vida costumeira. (...) Hoje, ainda mais na guerra que na paz, torna-se necessário manter a regularidade da vida nacional, pois a vitória, como dizem, se ganha especialmente no terreno econômico, e não somente nos campos de batalha. (...) Gastar dinheiro representa, então, um dever nacional.

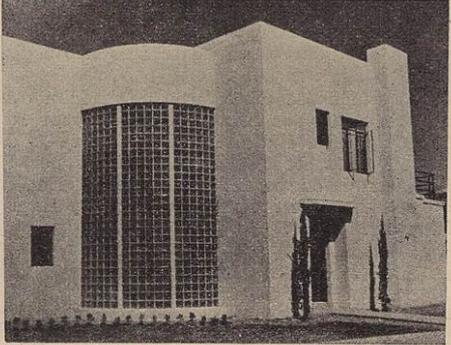


Material de Construção

CASAS DE VIDRO

Tijolo de vidro, novo material de construção. Residências e arranha-céus mais confortáveis

Durante muito tempo a idéia de vidro esteve associada á de fragilidade. Construir uma casa de vidro seria, ha anos atraz, não só muito difícil, senão também rematada loucura.



O tijolo de vidro dá beleza e conforto a uma pequena residência.

O edifício feito desse material existiria enquanto o moleque da rua não atirasse a primeira pedrada...

Hoje, porém, a situação é outra. Passou o tijolo de vidro a ser material de construção de uso corrente. Foi fabricado nos Estados Unidos, em primeiro lugar, pela Owens-Illinois Glass Company, após uma série de investigações. Já se vende no Rio de Janeiro.

Há 50 anos atrás (Ano 33, número 391, novembro de 1964)

Produção de gás metano dos esgotos de São Paulo *Obtenção também de adubos orgânicos ou condicionadores de solo*

O Departamento de Águas e Esgotos de São Paulo está concluindo estudos para aproveitamento do gás metano produzido pela fermentação do esgotos sanitários da cidade de São Paulo, bem como para utilização econômica dos resíduos do lodo digerido para ser empregado como adubo orgânico. (...) O gás metano é muito superior ao gás obtido pela queima do carvão e somente é inferior, com pequena diferença, ao gás butano de petróleo. A grande capacidade de produção - de 20 a 25 kg por pessoa ligada à rede, diariamente, poderá ter significado dos mais importantes na economia da população e do Estado, a exemplo do que ocorre em grandes centros dos Estados Unidos da América, da Alemanha, França Itália e outras nações tecnicamente mais evoluídas que o Brasil. (...) O destino sanitário das águas residuais de uma comunidade exige, por motivos higiênicos, econômicos e estéticos, a instalação de estações de tratamento para o condicionamento dos despejos à capacidade de auto-depuração dos corpos receptores (...).



Planejamento industrial para o interior da Bahia *Convênio entre a SUDENE e a USAID*

No mês de julho esteve em Salvador uma equipe de técnicos norte-americanos para execução de um programa de desenvolvimento industrial que será coordenado por uma equipe da Universidade da Bahia dirigida pelo Prof. Carlos Espinheira Sá. Este planejamento refere-se com convênio firmando entre a SUDENE e a USAID, pelos Estados Unidos, sendo coordenadores o Prof. Carlos Espinheira Sá e a Universidade do Colorado. Seu objetivo é incrementar a indústria no interior. (...) Os técnicos que compõem a referida equipe tinham como objetivo viajar para o Vale do Paraguassu e para todo o interior do Estado, visando cumprir o convênio em causa. (...).

Há 25 anos atrás (Ano 57, número 675 novembro de 1989)

XXIX Congresso Brasileiro de Química

Cerimônia de abertura, Centro de Convenções Rebouças, 9/10/1989)



A ABQ de São Paulo, prestou uma homenagem a Antônio Furia, na seção de abertura dos eventos. Aos 91 anos, Furia (...) evidencia um vigor invejável e comparece regularmente aos congressos de química. Em seu agradecimento, ele lembrou que a ABQ nasceu (...) da idéia de fusão da Sociedade Brasileira de Química, com a Associação Química do Brasil. Preocupado com a fragilidade das instituições no país, ele proclamou: "Muitas sociedades morrem antes do tempo, mas esta não morrerá!"

Perspectivas de Catálise

A catálise no Brasil ganhou um enorme impulso com a Guerra das Malvinas, segundo o Prof. Martin Schmal, do Programa de Engenharia Química da COPPE/UFRJ. Em sua conferência sobre "A Catálise no Brasil, Perspectivas Técnicas e Acadêmicas", ele traçou um histórico da catálise em nosso país e associa a decisão de investir pesadamente em sua tecnologia aos problemas verificados em nosso vizinho ao Sul, quando viu sua produção de combustíveis estratégicos ameaçada pela dificuldade no acesso a certos tipos de catalisador (...).



Há 1 ano atrás (Ano 81, número 741, 4º trimestre de 2013)

LIXO ELETROELETRÔNICO

Eis um assunto que há vários anos vem ganhando cada vez mais espaço na mídia e na literatura científica. Nos últimos 10 anos mais de 3 mil trabalhos sobre impactos ambientais e processos de reciclagem do lixo eletroeletrônico foram publicados na literatura científica e na forma de patentes. Países vem adotando legislações ambientais aplicadas a esse problema. E o Brasil não foi diferente. Na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, Lei 12305/2010), Seção II (Responsabilidade Compartilhada), artigo 33, inciso VI, vemos que o lixo eletroeletrônico está sujeito ao processo de logística reversa junto com outros resíduos considerados perigosos.

A cultura da coleta seletiva e da logística reversa de itens como o lixo eletroeletrônico ainda é incipiente entre nós. Outro aspecto diz respeito ao processamento desse tipo de lixo: no Brasil ainda estamos na primeira infância, as iniciativas ainda são escassas e a indústria de reciclagem ainda dá seus primeiros passos. (...) Desde já, alertamos aos nossos leitores da importância de participar na qualidade de consumidor das rotas de logística reversa que vêm sendo aos poucos formadas no país para que o nosso lixo eletroeletrônico tenha uma destinação final ambientalmente adequada.



Seminário de Educação em Segurança Química no Rio de Janeiro

Newton M. M. Richa

Médico do Trabalho e Pesquisador Visitante do PRH41 ANP/MCTI/UFRJ

A Comissão Nacional de Segurança Química – CONASQ, em 04.12.2013, aprovou o **Termo de Referência de Educação em Segurança Química**, de abrangência nacional, e estabeleceu um Grupo de Trabalho para implementá-lo.

Nessa perspectiva, foram previstos 3 Seminários: 31.07.2014, em Brasília; 10.09.2014, em São Paulo; e 18.11.2014, no Rio de Janeiro.

A Coordenação do PRH41 ANP/UFRJ/MCTI contribuiu com a CONASQ, por intermédio do suporte financeiro à participação do Pesquisador Visitante Newton Richa nas reuniões em Brasília, para elaboração e discussão do Termo de Referência de Educação em Segurança Química e nos 3 seminários realizados.

A CONASQ foi criada e é coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente e tem como objetivos encaminhar e articular, em nível nacional, as discussões no campo da Segurança Química, notadamente os compromissos internacionais do governo brasileiro.

Com o apoio da FUNDACENTRO, Clube de Engenharia, Instituto Brasileiro do Petróleo e UFRJ foi realizado o 3º SEMINÁRIO DE EDUCAÇÃO EM SEGURANÇA QUÍMICA, em 18 de novembro de 2014. A organização ficou a cargo de Cláudia do Rosário Vaz Morgado (UFRJ), Maria Antonieta Gimenes (UFRJ), Fernando Vieira Sobrinho (FUNDACENTRO) e Newton M. M. Richa (UFRJ). Gratuito, o seminário teve 132 participantes vinculados a instituições governamentais, empresariais, universidades, escolas técnicas, ABPA, Cruz Vermelha e outras.

Foram abordados os seguintes temas: “A Agenda Internacional de Segurança Química”; “A Educação na Política Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho”; “Termo de Referência de Educação em Segurança Química – CONASQ/2013”; “A importância da Educação Ambiental”; e “As ações voluntárias da indústria, expectativas e contribuições sobre a Segurança Química nos cursos de formação e profissionalizante”.

Além disso, foi realizado o Painel: Atividades Atuais e Propostas para a Educação em Segurança Química na Universidade, tendo como moderador um representante do CRQ 3 e apresentações de professores da UFRJ, UERJ, UFF e PUC-Rio.

Entre as propostas resultantes das discussões destacam-se:

- 1- Organização de um Sistema de Divulgação de Informações em Segurança Química;
- 2- Identificação de programas e projetos para a inserção de temas de Segurança Química;
- 3- Articulação junto ao Ministério da Educação para inclusão de temas de Segurança Química na futura revisão dos currículos escolares;
- 4- Articulação junto às instituições de fomento para inclusão de Segurança e Saúde no Trabalho nos respectivos editais, para viabilizar o financiamento de projetos de Segurança Química;
- 5- Inclusão dos requisitos de Segurança Química aplicáveis em monografias, dissertações de mestrado e teses de doutorado que envolvam a produção, o transporte, o armazenamento, a utilização e o descarte de produtos químicos.

Análises quimiométricas entre cachaças envelhecidas e não envelhecidas, utilizando técnicas espectroanalíticas

Vitória de Andrade Freire¹, Didiane Saraiva da Silva², Helton Gomes Alves³

^{1,2} Depto. Química Industrial, UEPB

³ Depto. Engenharia Química, UFCG

Email: vitóriaqi12@hotmail.com

Submetido em 04/01/2014; Versão revisada em 24/10/2014; Aceito em 29/10/2014

RESUMO

A cachaça é uma das bebidas mais consumidas no território brasileiro. De acordo com suas características organolépticas as cachaças podem ser classificadas em envelhecidas e não envelhecidas. A diferenciação entre as cachaças é feita de maneira subjetiva através de técnicas sensoriais. Objetivou-se a diferenciação de cachaças envelhecidas e não envelhecidas por meio de técnicas espectroanalíticas. Os resultados obtidos na Análise de Componentes Principais (PCA), no espectro bruto, permitiram analisar as principais bandas dos grupos orgânicos dos alcoóis, ésteres e aldeídos. Na PCA, foi observada a formação de agrupamentos, através da separação das bebidas. Os resultados obtidos foram satisfatórios.

Palavras-chaves: Cachaça Envelhecida, Técnicas Espectro analíticas, PCA.

ABSTRACT

Brazilian white rum (*cachaça*) is one of the most consumed beverages in Brazil. According to their organoleptic characteristics, the white rums can be classified into aged or not aged. The differentiation between the types of white rum is made subjectively by sensory techniques. The differentiation of aged and not aged white rum became more objective through spectroanalytical techniques. The results obtained in the Principal Component Analysis (PCA), in the gross spectrum, enabled an analysis of the main organic groups of alcohols, esters, and aldehydes. In PCA, the formation of clusters was observed by separating the drinks. Therefore, the goal was satisfactorily achieved.

Keywords: Aged Brazilian white rum, Spectroanalytical Techniques, PCA.

INTRODUÇÃO

A cachaça de alambique nasceu assim como a história colonial do Brasil no século XVI, consolidada na nossa raiz cultural. A expansão do mercado consumidor aumentou colocando a nossa bebida em concorrência com os grandes gigantes do mercado de bebidas fermento-destiladas. Por este motivo o mercado consumidor torna-se exigente, sendo necessária a introdução de técnicas sofisticadas de controle de qualidade e padronização. A produção de aguardente e cachaça

teve início no período colonial, os primeiros engenhos eram artesanais e com técnicas simples, a comercialização era feita em garrafas de vidro de tamanhos variados ou em tonéis de madeira de 100 a 200 litros, com características sensoriais diferenciadas (SEBRAE, 2008).

A composição química dos colmos é variável, pois estas quantidades de açúcares dependerão da variedade das características edafoclimáticas da região, idade do plantio, fisiologia e morfologia da cultivar.

Outras características são importantes como: tratos culturais, resistência dos híbridos a pragas e doenças, rusticidade além das etapas de processamento industrial (SEBRAE, 2008 - MANTELATTO, 2005).

Segundo o decreto nº 6.871, artigo 53, de 04 de junho da norma Brasileira (Brasil, 2009), *“cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de trinta e oito a quarenta e oito por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de açúcares até seis gramas por litro”*.

De acordo com o mesmo decreto, artigo 51, *“aguardente é a bebida com graduação alcoólica de trinta e oito a cinquenta e quatro por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida do rebaixamento do teor alcoólico do destilado alcoólico simples ou pela destilação do mosto fermentado”*. A diferença entre a aguardente de cana e a cachaça é a origem da matéria-prima utilizada. A cachaça é obtida através do processo fermento-destilativo do caldo da cana-de-açúcar, já a aguardente poderá ser obtida de diversas matérias-primas.

Segundo o INMETRO (2009), cachaça envelhecida é aquela que possui, no mínimo, 50% de cachaça armazenada em recipiente de madeira apropriado, com capacidade máxima de 700 litros, por um período não inferior a 1 ano. Segundo a legislação brasileira (Brasil, 2009), o tempo mínimo do processo de envelhecimento deve ser de um ano, para que a cachaça adquira as características necessárias para que possa ser enquadrada na classificação de bebida envelhecida. Ainda de acordo com a legislação o envelhecimento é uma etapa não obrigatória.

O processo de envelhecimento da cachaça em barris de madeira tem o objetivo de imprimir à cachaça características típicas e marcantes, como: compostos voláteis, teores de acetato de etila,

acetaldeído, pH, furfural, alcoóis superiores, coeficiente de congêneres e compostos fenólicos. As características organolépticas e sensoriais são definidas nas cachaças envelhecidas conforme o tipo de madeira utilizada, tempo de descanso, características da cana-de-açúcar e climáticas da região (Miranda, et al, 2008 , Alcarde, 2012, Brasil, 2005). O tipo de madeira usada para a confecção do barril onde a cachaça será envelhecida e o tempo de envelhecimento também determinam o valor de comercialização das cachaças.

Variáveis como o tipo de madeira e o tempo do processo de envelhecimento, podem conferir ou não cor às bebidas resultantes, e também imprimem diferentes valores agregados a estas bebidas. Estes fatores abrem uma brecha para fraudes relativas à autenticidade e qualidade de cachaças envelhecidas, pela adição de caramelo ou extratos de madeira. Deste modo, é clara a necessidade de métodos instrumentais e/ou sensoriais de análise para atestar a qualidade destas bebidas.

Os métodos espectroscópicos de análise são baseados na medida da quantidade de radiação produzida ou absorvida pelas moléculas ou pelas espécies atômicas de interesse (analito). Os tipos de interação mais importantes em espectroscopia envolvem transições entre diferentes níveis energéticos das espécies químicas (HOLLER, 2009).

A espectroscopia no infravermelho médio é uma técnica excelente para a caracterização de compostos orgânicos, pois cada ligação característica de um grupo funcional apresenta uma banda de vibração em uma frequência específica. No entanto, análises quantitativas utilizando esta região do espectro só foram possíveis com a utilização de técnicas quimiométricas. Metodologias utilizando esta técnica têm como característica serem não-destrutivas, rápidas e a redução ou eliminação do tratamento de amostras (BORRAGINI e FARIA, 2010).

A quimiometria é considerada uma área

interdisciplinar da química, que possibilitou o processamento e interpretação de dados de maneira mais rápida e efetiva, através da utilização de ferramentas matemáticas e estatísticas foi possível trabalhar com as informações mais significativas a respeito de uma amostra.

Podemos conceituar a quimiometria como sendo um conjunto de componentes que interagem entre si: o hardware (instrumento analítico), o software (programas para modelagem dos dados) e os dados obtidos pelo método de referência, (SANTOS, 2007). No caso deste último, os dados de referência, são usados apenas para a calibração multivariada e/ou reconhecimento de padrões supervisionado. As principais áreas de pesquisa da quimiometria são: Planejamento e otimização de experimentos; Reconhecimento de padrões, (FREITAS, 2006); Calibração multivariada, (BEEBE, 1998, TEÓFILO, 2013).

Os métodos de reconhecimento de padrões são utilizados para identificar as semelhanças e diferenças entre amostras, de forma a agrupá-las e/ou classificá-las. Estes métodos podem ser divididos em duas classes: os métodos não-supervisionados e os métodos supervisionados.

Os métodos não supervisionados analisam a existência de agrupamento dos dados sem conhecimento prévio dos membros das classes, os mais utilizados são: Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA: *Hierarchical Cluster Analysis*), e a (PCA: *Principal Components Analysis*), Análise de componentes principais (PCA: *Principal Components Analysis*): (BEEBE, 1998, MATOS, 2003).

Já os métodos supervisionados são utilizados quando se tem alguma informação prévia sobre as classes sendo utilizada para a construção dos modelos, dentre estas técnicas destacam-se: LDA: (Linear Discriminant Analysis): O método do k vizinho mais próximo (KNN: k Nearest Neighbor), Método Mínimos Quadrados Parciais PLS-DA, (*Partial Least Square Discriminant Analysis*) e o

método da modelagem independente e flexível por analogia de classes (SIMCA - *Soft Independent Modeling of Class Analogies*), (DANTAS, 2010, CORREIA e FERREIRA, 2007, BEEBE, 1998). A PCA é um método matemático qualitativo de manipulação de dados que tem por finalidade principal a compactação dos dados, sendo a base para os mais variados métodos de reconhecimentos de padrão, classificação e calibração multivariada (SOUZA e POPPI, 2012, BEEBE, 1998). Com o uso da PCA é possível o modelamento, a detecção de amostras anômalas (outliers), seleção de variáveis importantes em determinado sistema, classificação e previsão (MATOS, 2003).

Neste contexto, este trabalho visa desenvolver uma metodologia rápida para a análise quimiométricas entre cachaças envelhecidas e não envelhecida utilizando técnicas espectroanalíticas, como também a distinção entre tipos de madeiras as quais foram usadas para a confecção do barril de envelhecimento.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Aquisição das amostras

Foram coletadas amostras de cachaças de diferentes marcas e regiões. Ao todo foram coletadas 17 amostras, de 11 fabricantes diferentes. De acordo com o rótulo, 8 destas cachaças eram envelhecidas e 9 não eram envelhecidas. As amostras foram acondicionadas em recipientes adequados para análise, sendo coletadas diretamente das garrafas de origem um volume suficiente para análise instrumental. Dentre as amostras coletadas havia cachaças que apresentavam uma leve coloração e outras que não apresentavam cor. O envelhecimento das cachaças está relacionada às características peculiares das bebidas como: cor, odor e sabor, além dos tipos de madeiras como: Umburana, Carvalho, Feijó, e Bálsamo. Vale salientar que as amostras brancas nem sempre são transparentes, existem bebidas

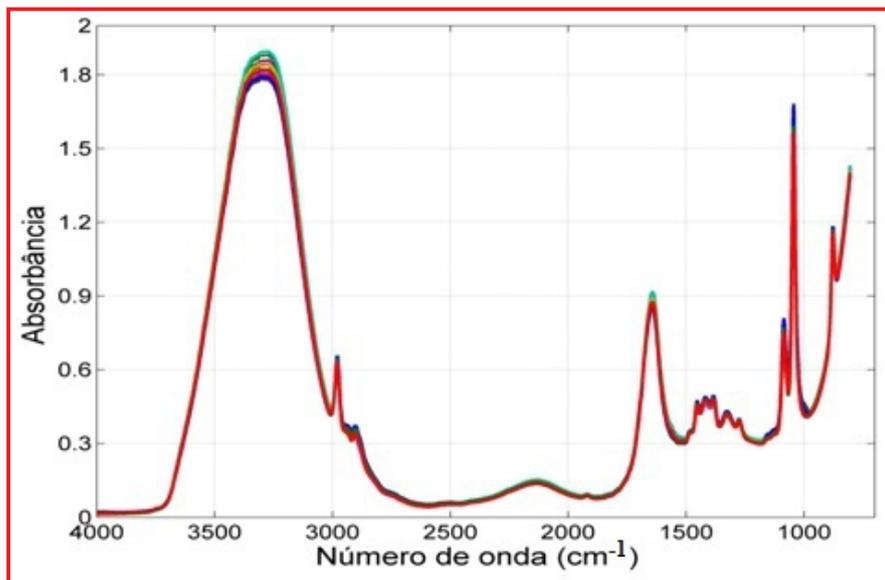


Figura 1: Espectros na região do MID das cachaças envelhecidas e não-envelhecidas analisadas. Fonte: Própria (2013)

que possuem coloração, pois as características edafoclimáticas também são um fator importante quanto às suas características sensoriais e coloração.

Registro dos espectros

Os espectros das 17 amostras foram registrados utilizando espectrofotômetro da marca Perkin Elmer, modelo Spectrum 400 e o acessório HATR, na região espectral de 650 a 4000 cm^{-1} , resolução de 8 cm^{-1} e 16 varreduras.

Análises dos espectros

As amostras sofreram um tratamento estatístico com o pacote de programas estatísticos Unscrambler® versão 7.8 e matlab® 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos espectros MID

Na Figura 1, podemos visualizar os espectros sem nenhum pré-tratamento espectral, obtidos na região espectral de 650 a 4000 nm das 17 amostras de cachaças coletadas.

Como podemos observar não é possível distinguir entre os dois tipos de cachaças unicamente a partir dos espectros. Ou seja, são apresentados os mesmos picos de absorção tanto

para as cachaças que sofreram processo de envelhecimento quanto para as que não foram submetidas a este processo. Deste modo foi realizada uma análise por componentes principais (PCA) na tentativa de discriminar estes dois grupos.

Ao visualizar o espectro obtido na região MID com a faixa espectral de 650 a 4000 nm, como podemos observar que não é possível realizar uma leitura na qual seja possível distinguir as bebidas normais

ou envelhecidas somente através dos espectros. Através das ferramentas quimiométricas adequadas aliada a pacotes de softwares adequados e munidos de programas estatísticos e matemáticos compatíveis com cada objetivo é possível realizar tal distinção. O espectro na região distante é composto pelo resultado da transmitância e absorvância da luz através da sobreposição e combinações vibracionais das moléculas pertencente a grupos funcionais orgânicos como: $-\text{CN}$, $-\text{NH}$, $-\text{OH}$ e SH , $\text{C}=\text{C}$, $\text{C}-\text{H}$, $\text{O}-\text{H}$, esses grupos são importantes na análise espectral e cada um são representados em regiões específicas do espectro (Figura 1). De acordo com análise do espectro podemos visualizar algumas bandas de absorção, a banda representando o $\text{C}=\text{O}$, a absorção do grupo orgânico dos anidridos carboxílicos e das imidas na região compreendida entre (1818-1720) cm^{-1} , na região de 3040 cm^{-1} podemos encontrar a banda $\text{C}-\text{H}$. Uma análise mais detalhada poderemos encontrar facilmente a banda representando o espectro dos alcoóis na região: uma banda intensa entre 1000 e 1260 cm^{-1} no espectro do metanol; as bandas dos grupos orgânicos dos alcoóis são largas e fáceis de identificar; podemos também encontrar a banda do CH_2 na região aproximada em 2853 cm^{-1} .

A intensidade das bandas pode ser expressa como transmitância (T) ou absorvância

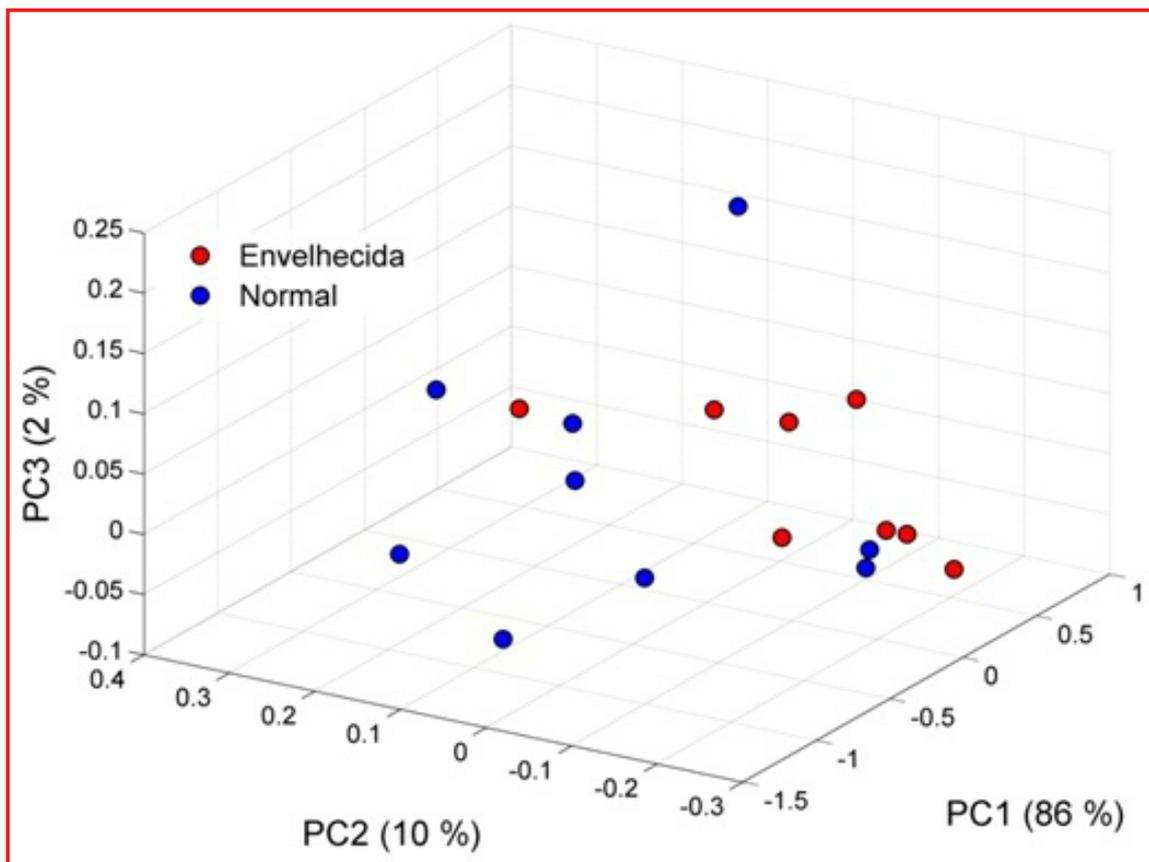


Figura 2: Escores de PC1, PC2 versus PC3

Fonte: Própria (2013)

(A), através de comprimentos de onda característicos a cada grupo orgânico, é comum utilizarmos os termos semiquantitativos (bandas de absorção F = fracas, m = médio, f = fracas). De acordo com SILVERSTEIN *et al* (2010), podemos estimar a frequência das deformações axiais pela aplicação da lei de Hooke. Neste caso, os dois átomos e a ligação entre eles são tratados como um oscilador harmônico simples formando por duas massas ligadas por uma mola, sendo que esta lei estabelece a relação entre a frequência de oscilação, as massas atômicas e a constante de força de ligação.

A utilização de gráficos PCS tem por propósito auxiliar a exploração de características de foro químico e biológico das espécies envolvidas em cada agrupamento da amostra segregado após a PCA (CORREIA e FERREIRA, 2007).

Análises em componentes principais

O banco de dados composto pelos espectros registrados foi submetido a uma Análise por componentes principais (PCA). Inicialmente a PCA foi construída com os dados brutos e devido aos

bons resultados obtidos, nenhum pré-tratamento espectral foi utilizado. Os resultados da PCA obtida com os dados brutos são apresentados a seguir. A Figura 2 apresenta o gráfico dos escores de PC1, PC2 versus PC3.

Neste gráfico podemos observar uma clara separação entre os dois grupos de cachaça. Nos escores positivos de PC2 ficaram agrupadas as cachaças não envelhecidas (em vermelho), já nos escores negativos de PC2, PC3 ficaram alocadas as cachaças que passaram por um processo de envelhecimento (em azul). Na PC2, podemos observar que algumas amostras das bebidas não envelhecidas estão separadas nesta PC2; isto se deve ao processo de descanso fazendo com que a cachaça adquira traços do recipiente, o qual acentua suas características organolépticas. O número ideal de componentes principais utilizadas para a análise em componentes principais (PC's) foi 8. No entanto podemos notar que a PC1 explica 45% dos dados enquanto a PC2 explica 38% dos dados, totalizando uma variância explicada de 83% dos dados. As outras 6PC's explicam apenas 17% dos dados. De modo que com apenas 2PC's é possível

fazer a distinção entre as cachaças envelhecidas e não-envelhecidas.

CONCLUSÕES

A espectroscopia no infravermelho aliada às técnicas quimiométricas é uma poderosa ferramenta para a diferenciação entre cachaças que passaram ou não por processo de envelhecimento. Esta ferramenta pode ser utilizada para fiscalização no sentido de detectar cachaças que estejam sendo vendidas como envelhecidas e que na verdade não tenham passado por um processo de envelhecimento. A metodologia desenvolvida, utilizando a espectroscopia no infravermelho e técnicas quimiométricas, é rápida, prática e leva a resultados precisos.

A partir de um banco de dados mais robusto, ou seja, com mais variedade de amostras, será possível construir modelos SIMCA, PLS-DA entre outros, capazes de classificar amostras desconhecidas com relação a passagem destas por um processo de envelhecimento ou não.

REFERÊNCIAS

SEBRAE. **Cachaça Artesanal**. Estudos de mercado SEBRAE/ESPM 2008.

MANTELATTO, P. E. **Estudo do processo de cristalização de soluções impuras de sacarose de cana-de-açúcar por resfriamento**. 272 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.

BRASIL. Decreto nº 6.871, de 4 de Julho. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de Julho de 1994, 2009.

INMETRO. Portaria n.º 276 de 24 de setembro de 2009. Disponível, em: www.INMETRO.com.br. Acesso em 12/03/2014.

MIRANDA, M. B.; MARTINS, N. G. S.; BELLUCO, A. E. S.; HORII, J. A.; ALCARDE, A. R. Perfil físico-químico de aguardente durante em tonéis de carvalho. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v. 28(Supl.), p. 84-89, 2008.

ALCARDE, A. R.; MONTEIRO, B. M. S.; BELLUCO, A. E. S.; Composição química de aguardentes de cana-de-açúcar fermentadas por diferentes cepas de levedura *saccharomyces cerevisiae*. **Química Nova**, vol. 35, n. 8, p. 1612-1618, 2012.

BRASIL. Instrução Normativa nº13, de 29 de junho de

2005 do Ministro da Agricultura, publicada no Diário Oficial da União de 30 de junho de 2005.

HOLLER, F. J.; SKOOG, D. A.; CROUCH, S.R. **Princípios de Análise Instrumental**, 6a ed. Bookman: Porto Alegre, 2009.

BORRAGINI, M. C.C.; FARIA J. B. Envelhecimento de cachaça sob circulação forçada e aeração. **Alimentos e Nutrição**, vol.21, n.1, p. 25-30, Mar. 2010.

SANTOS, M. F. P. **Desenvolvimento e validação de métodos de espectroscopia no infravermelho próximo e médio para caracterização de lamas de ETAR para Uso Agrícola**. Dissertação (mestrado em Engenharia Biológica). Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 2007.

FREITAS, S. K. B. **Uma metodologia para screening analysis de sucos cítricos utilizando um analisador automático em fluxo-batelada, espectrometria UV-VIS e técnicas quimiométricas**. 2006. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, PB, 2006.

BEEBE, K. R.; PELL, R. J.; SEASHOLTZ, M.B.; **Chemometrics: A Practical Guide**. New York, John Wiley & Sons, 1998.

TEÓFILO, R. F. **Métodos Quimiométricos: Uma Visão Geral- Conceitos básicos de quimiometria**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Vol. 1, 2013.

MATOS, G. D. ; PEREIRA-FILHO, J.; POPPI, R. Análise exploratória em química analítica com emprego de quimiometria: PCA e PCA de imagens. **Revista Analítica**. vol. 1, n. 6, p. 51-54, 2003.

DANTAS, H.V. **Triagem da qualidade de amostras de GNV usando espectrometria NIR e quimiometria**. 2010. Dissertação (Mestrado em Química) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza Departamento de Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB, 2010.

SILVESTEIN, R. M, WEBSTER, F.X, KIEMLE, D. J. **Identificação Espectrométrica de compostos Orgânicos**. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro – (Reimpreso), Rio de Janeiro: LTC, 2010.

CORREIA, P. R. M.; FERREIRA, M. M.; Reconhecimento de padrões por métodos não supervisionados: explorando procedimentos quimiométricos para tratamento de dados analíticos. **Química Nova na Escola**, vol. 30, no. 2, p. 481-487, 2007.

SOUZA, A. M, POPPI, R. J. Experimento didático de quimiometria para análise exploratória de óleos vegetais comestíveis por espectroscopia no infravermelho médio e análise de componentes principais: um tutorial, parte I. **Química Nova na Escola**, vol. 35, No. 1, 223-229, 2012.

Green Chemistry Education at the University of York: 15 years of experience

Jennifer R. Dodson,¹ Louise Summerton,¹ Andrew J. Hunt,¹ and James H. Clark^{1*}

¹ Department of Chemistry, University of York, York YO10 5DD, UK
E-mail: james.clark@york.ac.uk

Submitted 02/10/2014; Accepted 22/10/2014

ABSTRACT

The Green Chemistry Centre of Excellence at the University of York has been developing and teaching Green Chemistry curricula for over 15 years. The work now encompasses undergraduate and postgraduate teaching, and outreach activities for the general public and schools. The development of these materials is based on the principles that the material should be:

- embedded in the teaching of chemistry at the appropriate level
- based on current educational practice and informed by research
- developed so that they can be used, with appropriate changes, in other countries.

This article gives an overview of the green chemistry education work at the University of York, how it has developed and lessons to be learnt to help the incorporation of green chemistry elsewhere.

Key words: green chemistry, education, outreach.

Introduction

Over the past two decades Green Chemistry, as the development of more sustainable chemical practices and processes, has become a major advancement in the chemical sciences worldwide. Green chemistry is integral to the research and development of 'greener' products in both industry and academia. Driving forces for this adoption and interest in green chemistry have included concerns about a wide-range of environmental challenges, resource depletion, economic considerations, increases in regulation and funding for research, and an awareness that the intrinsic sustainability of products will be of ever-increasing concern for consumers.

The products of the chemical industry are ubiquitous in modern society and have greatly improved the quality of our lives; however, manufacturing these products in an environmentally compatible way is of critical importance. Solutions

will only be found through collaboration between a multidisciplinary community of chemists, biologists, engineers, economists and legislators and with the support of the public. To promote uptake of green and sustainable methodologies amongst the chemical and chemical-using industries requires the exemplification of green chemistry in education and training material to influence and inspire the next generation of scientists.

The emergence of Green Chemistry Centres in rapidly developing countries is extremely important as they have a wealth of natural resources and waste that could be utilised to produce valuable chemicals, materials and fuels, but will require people with the expertise to develop them. Education in green chemistry is therefore necessary at all levels, from school to university and within industry and is also a valuable route to the engagement of a wider audience with chemistry.

The Green Chemistry Centre of Excellence

(GCCE) at the University of York (UK) is a world leading research centre which aims to promote the development and implementation of green and sustainable chemistry and related technologies into new products and processes. Originally established in 1999 as the Clean Technology Centre (CTC), the centre was awarded the status of Green Chemistry Centre of Excellence in 2005. Over the past 15 years the Centre has been instrumental in delivering excellence in Green and Sustainable Chemistry education and training across higher education (BSc, MChem, MSc and PhD) and industry, as well as developing outreach programme,⁵ leading to the GCCE winning the ACS-CEI Award for Incorporation of Sustainability into Chemistry Education along with the Chemical Industry Education Centre at the University of York. We are therefore ideally placed to discuss Green Chemistry Education, its successes, challenges and opportunities.

Undergraduate courses

Updating undergraduate chemistry curricula to reflect the current needs of society for graduates that are trained in sustainability and able to implement green and sustainable chemical techniques remains a challenge worldwide. At the University of York the integration of Green Chemistry into the undergraduate curricula has been promoted by developing new undergraduate green chemistry practicals with examples of clean synthesis, renewable feedstocks, heterogeneous catalysis,

continuous reactors and phase transfer catalysis (Table 1). With funding from the Royal Society of Chemistry, these experiments have been published for widespread use, with a booklet, teachers' notes and CD-ROMs with the materials sent to all UK Chemistry Departments. The experiments offer students much needed experience in several different green chemistry techniques, as well as further encouraging them to critically examine them through calculating a series of green chemistry metrics.

Following on from this initiative and, with the enthusiasm of undergraduate students for green chemistry, the Chemistry Department now offers optional modules in each year of the undergraduate course in Energy and the Environment, Greener Chemical Processing and Green Chemistry. These teach a broad perspective on sustainable chemistry and clean chemical technologies through case studies (e.g. on greener plastics) and practicals.

Our focus has now developed further, with the aim of integrating green chemistry and especially greener research techniques throughout the curricula and laboratories. We currently have a 'Sustainable Laboratories' programme, working with undergraduate students to substitute hazardous and non-sustainable chemicals used in their laboratory protocols. The project also aims to train laboratory technicians and demonstrators as "green chemistry champions" to further embed green chemistry principles in undergraduate laboratory teaching.

Table 1: Green Chemistry practicals developed with the Cutter Bequest

Practical	Target Audience
Synthesis of tetrahydrofuran by reactive distillation	1 st year undergraduates
Alkylation of p-xylene with benzyl chloride using homogeneous and heterogeneous Lewis acid catalysts	2 nd year undergraduates
Clean and efficient synthesis of 4-aminobenzoic acid from 4-nitrotoluene	2 nd and 3 rd year undergraduates
Synthesis of vanillin from petrochemical and renewable feedstocks	3 rd year undergraduates and Masters students
Extraction and conversion of limonene to terephthalic acid via p-cymene	3 rd year undergraduates and Masters students

Table 2: MSc in Green Chemistry and Sustainable Industrial Technology Outline

Module	Subjects Covered	Credit Value	Teaching Methods
Principles of Green Chemistry	Introduction to Green Chemistry	20	Lectures & Workshops
	Control of Environmental Impact of Chemical Processes and Products		Lectures & Workshops
	Alternative Reaction Media		Lectures & Workshops
	Catalysis for Green Chemistry		Lectures & Workshops
Application of Green Chemistry	Clean Synthesis	20	Lectures & Workshops
	Renewable Resources		Lectures & Workshops
	Energy Efficiency and Emerging Technologies		Lectures & Workshops
	Chemical Engineering and Clean Technology		Lectures & Workshops
Transferable Skills	Advanced IT Skills, CV and Interview Techniques	20	Workshops
	Green Chemistry Presentations		Workshops & Seminars
	Literature Seminars		Workshops
	Public Awareness		Lectures, workshops and presentation
Commercialisation of Green Chemistry	Greener Products	20	Lectures and Workshops
	Intellectual Property & Impact of Environmental Legislation		Lectures, Seminars & Workshops
	Commercialisation: Business Plan Development		Workshops
Green Chemistry Research Project	Masters Research Project (in collaboration with industry)	100	Research Project

Msc in Green Chemistry and Sustainable Industrial Technology

The MSc in Green Chemistry and Sustainable Industrial Technology was the first of its kind in the world, established in 2001, and has since become the benchmark for similar courses in Spain, Greece, Bulgaria and the UK. The MSc is 12 month, including six months of taught courses developing in-depth knowledge about green chemistry and clean technologies followed by a six month intensive research project (Table 2). Over the past ten years, students graduating from the course have come from diverse academic backgrounds, work experience and nationality.

The foundations of any Green Chemistry course are without doubt provided by the 12

principles of green chemistry, which are as relevant today as when they were conceived by Anastas and Warner in 1998. However, in the past, Green Chemistry courses tend to have been heavily chemistry biased, but York among others, have broadened their syllabuses to encompass these other aspects. This is reflected not only in the content of the course at York but also in the expertise of its tutors, and is highly favoured by the students on the course. Students should become familiar with the fundamental philosophy and tools of green chemistry, which should incorporate understanding of the use of green chemistry metrics in order to calculate environmental impact of chemical processes; the control of environmental impact; as well as raised awareness of the legislative, financial

and social factors connected with reducing environmental impact.

It is also important that teaching material incorporates up-to-date industrial case studies which demonstrate green chemistry in application and the direct relevance of the course content. To achieve this at York, the course is run in collaboration with a wide range of companies and organisations that manufacture or use chemicals or are involved in chemicals management and policy, who are directly involved in the course delivery through lectures and workshops and visits to industrial sites (Figure 1). This is fundamental to the success of the course. The course also fulfils industry's need to equip students with the requisite tools, knowledge and experience and enable them to make an immediate impact on the development of environmentally benign products and processes.

From an industry perspective being 'green' is not enough on its own, and consideration of the economics and viability of new developments is important. In addition, the success of new technology is frequently related to the ability to communicate its' benefits and to developing society support. To enable the successful implementation of green and sustainable solutions chemists must also possess: transferrable skills; knowledge of the commercialisation of science; the ability to work effectively with people from a range of disciplines; and the ability to communicate science to a wider audience. To develop these skills two major components of the course are focused around transferable skills and the commercialisation of science (Table 2).

One of the most unique aspects of the course is the integration of a module on Public Awareness of Science. Students receive training in public engagement from York staff and external experts (Figure 2), work in teams to develop an idea for a green chemistry outreach activity and participate in the GCCE programme of outreach events throughout the year. This encompasses the development of educational material, running events, and



Figure 1: MSc students visiting an industrial site

hosting exhibitions and workshops for young children and the general public at National Science Centres, shopping centres and annual Festivals of Science. Through this programme of activities the students not only develop valuable transferable skills, but also contribute to the dissemination of green chemistry knowledge to a wider audience, in particular raising awareness of the role of green chemistry in improving the sustainability of products we enjoy as part of our everyday lives.

Just over half of the course is dedicated to the Green Chemistry Research Project. This enables the students to apply knowledge they have gained within the taught part of the course to an area of specific



Figure 2: MSc students learning about how to develop engaging science experiments

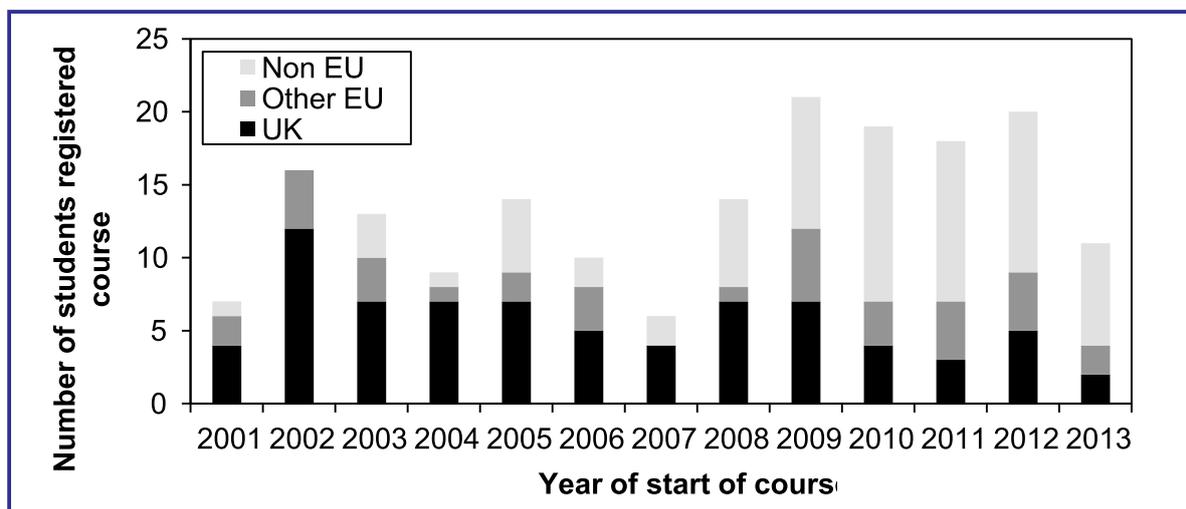


Figure 3: Number of students registered for MSc Course

interest to them, frequently in collaboration with industry. In addition they gain further knowledge about a wide range of techniques, develop their investigative skills and gain direct experience of working in a research environment. Past projects have covered diverse areas that the Green Chemistry Centre of Excellence has expertise in, examples of which are listed below:

- From food waste to bio-fuels and beyond
- Antioxidant Properties of Phenolic-rich Extract from Microwaved Biomass
- Utilisation of waste fatty acids for developing hydrophobic surfaces
- Supercritical extraction and fractionation of renewable feedstocks
- Catalysis for the formation of amide bonds
- Green oxidation of alcohols in water
- Biocatalytic routes to esters in supercritical carbon dioxide
- Starbons® as adsorbents for water purification
- Generation of high energy chars from biomass utilising microwaves
- The recovery of pharmaceuticals from waste streams
- From ash to bio-boards

The success of the MSc course can be recognized by the increasing number of students applying for the course year-on-year with a total of 168 graduates (Figure 3), although unfortunately this RQI - 4^o trimestre 2014

has recently been slightly affected by the levels of funding available. In addition the in-take from beyond the UK has gradually increased with students from Brazil, Brunei, China, Cyprus, France, Ireland, Lithuania, Malaysia, Malta, Nigeria, Oman, Spain, Tanzania and Thailand amongst many others. This is evidence of the global relevance of the course content, the lack of availability of similar courses and the desire from students to gain skills and knowledge in green chemistry.

The multidisciplinary nature of the background of the students who choose the MSc is also interesting. Although the majority come directly from Chemistry they also have degrees in Environmental Chemistry through to Pharmaceutical Science, Biochemical Engineering and Material Science. This benefits the course by adding in a broader range of expertise and perspectives and is eminently suitable for a subject area where interdisciplinarity is key. This multidisciplinary is further exemplified by the post-MSc career paths, with the MSc preparing the students for careers in academia, industry, education, government and non-governmental organisations (Figure 4).

Outreach Activities

The Green Chemistry Centre of Excellence has embedded a programme of outreach activities within its work, recognising the importance of communicating with and engaging the public and

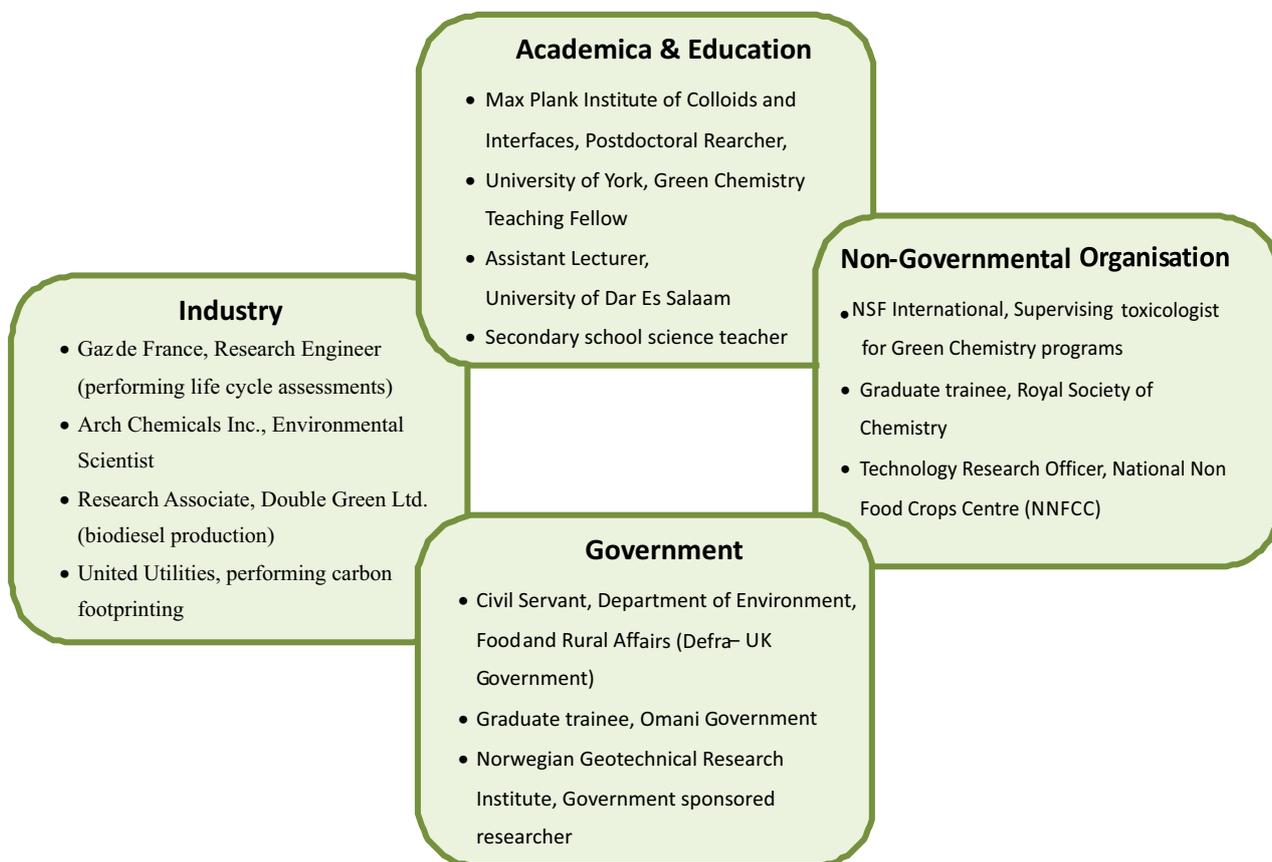


Figure 4: Examples of the career paths of recent MSc graduates

school students to promote the research at the GCCE, excite young people about the potential to study chemistry, and to demonstrate the positive impact that chemistry can have. We have developed and delivered a broad-range of outreach activities including:

- Developing educational websites (www.greener-industry.org.uk and www.sustain-ed.org), publications and organising exhibitions, for example, at the Royal Society, Royal Institution and National Science Week;
- Delivering hands-on green chemistry experiments for primary (age 5-11 years old) and secondary (age 12-18 years old) school students
- Delivering school and public lectures and participating in BBC Radio broadcasts;
- Running workshops at careers events and training courses for teachers

Collaboration with Chemical Industry Education Centre (CIEC) based at the University of York is also vital to stay relevant to the curricula content of schools and to understand the latest research in chemistry education. In addition the GCCE has worked the CIEC to develop educational materials for schools related to Green Chemistry. The fifth edition of the CIEC's *Essential Chemistry Industry*, for Grades 11-12 features units on Green Chemistry, Recycling in the Chemical Industry, Biofuels, Biotechnology, Biorefineries and Degradable Polymers.

Hands-on Green Chemistry Outreach Activities

We have developed simple hands-on outreach activities that can be performed with large number of students, in a short amount of time, and with minimal equipment. Many of these have been based on activities in the GEMs (Greener Education Materials for Chemists) database, including making glue from milk, and making plastic from starch, along



Figure 5: Members of the GCCE delivering outreach activities at various events

with new activities demonstrating research within the Green Chemistry Centre such as extracting limonene from oranges using a domestic microwave. These activities are run at a variety of large-scale science and public events such as Science & Engineering Week and the Yorkshire Show (an agricultural event) (Figure 5).

In addition, the GCCE has run longer hands-on experiments with secondary school pupils within the teaching laboratories at the University of York. AimHigher is a programme which aims to give pupils from disadvantaged backgrounds access to universities and experience of hands-on science. We developed a day-long series of experiments around the concept of the lifecycle and the production of cosmetics with experiments on extraction of fragrances, making plastic packaging from starch and producing biodiesel (Figure 6).

Fabs the Frog project

The 'Fabs the Frog – Discover and Explore Green Consumer products' project aimed to engage with the general public to increase their awareness of the role of green chemistry in improving the sustainability of consumer products, and



explore its positive impact on our lives. The collaboration between the Green Chemistry Centre, Boots Ltd, EPSRC, Liquid Digital, Retec Interface and Glasgow and @Bristol Science Centres led to the creation of interactive touchscreen displays containing games, activities and videos demonstrating the lifecycle of products found in the bathroom such as shampoo and getting visitors to try and make a green bubblebath.



Figure 6: Extraction of limonene using liquid CO₂

Come and visit us at...

Glasgow Science Centre
April - September 09
50 Pacific Quay, Glasgow, G51 1EA
Tel: 0871 540 1000

At-Bristol
October 09 - March 2010
Harbourside, Bristol, BS1 5DB
Tel: 0845 345 1235

In conjunction with:

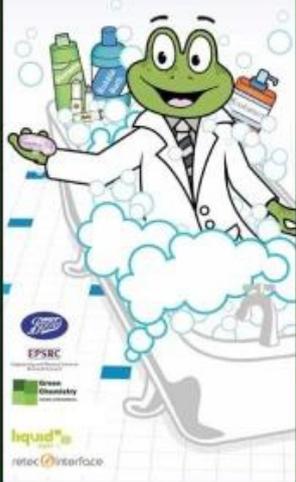
Boots **liquid**
Green Chemistry **EPSRC**
retec interface

Contact Us:
Green Chemistry Network
Green Chemistry Centre,
University of York,
Heslington,
York, YO10 5DD
Email: chem54@york.ac.uk
Tel: 01904 434546
Fax: 01904 432705

EXPLORE YOUR BATHROOM
Glasgow Science Centre April - Sept. 09
At-Bristol Oct. 09 - March 2010

**COME AND JOIN US!
MAKE THE BUBBLE BATH
OF THE FUTURE!**

*A journey of discovery to a greener future...
...with Fabs the Green Chemist!*



THE UNIVERSITY of York

Discover and Explore Green Consumer Products

The Discover and Explore Green Consumer Products project was launched in January 2008 with funding from the EPSRC Partnerships for Public Engagement (PPE) scheme.

The project team is a partnership between the Green Chemistry Network, Boots the Chemists, At-Bristol and Glasgow Science Centre. The team have developed a hands-on and informative kiosk to be hosted at the science centres using touch screen technology to explore a number of everyday products, the science behind them and the steps that can be taken to improve their sustainability through the application of green chemistry.

Throughout this activity, Fabs the Green Chemist will get you thinking about how the products you enjoy as part of everyday life can effect the environment. By looking at how these products are made, what's inside them and how they are used, he'll show you how green chemistry can improve them so they're better for the planet, and us. What a star!

Visit the Green Consumer Products website:
www.greenconsumerproducts.co.uk
to find out more!



EXPLORE YOUR BATHROOM
and protect the planet
Everything in your bathroom is made of chemicals

THE UNIVERSITY of York

The touchscreens have had audience numbers of over 90,000 since 2009 and have been showcased around the UK at numerous venues and events including science centres, shopping centres, festivals of science, primary schools, and agricultural shows.

Conclusions: Lessons from Green Chemistry Education at the University of York

The development of Green Chemistry Education programmes at the University of York has been an ongoing process. We have started from small steps to develop a broad range of activities across the age-range and to build the philosophy of educating into the heart of our group. We are now working across the world through the Global Green Chemistry Centres (G2C2) programme to share our knowledge and experiences to enable the embedding of Green Chemistry Education throughout the world. Some key lessons from our experience include:

- Start with small steps, such as a talk to the public, and join in with existing activities at your university to minimize additional resources required;
- Utilise the experience and knowledge around you. Many universities have education departments and students eager to develop new skills; work with them to reach new audiences. In addition, there are many resources online, such as undergraduate practicals available through the GEMS database (Green Chemistry Education Materials);
- Work with early-career researchers including undergraduates, PhD students and post-doctoral researchers who can develop activities in green chemistry without the presence of a course. NESSE (Network of Early-career Sustainable Scientists & Engineers) supports early-career groups at universities who are holding talks, outreach

activities and symposiums to educate themselves about green chemistry and engineering;

- Where possible build in outreach and communication activities into research budgets as it can be difficult to gain separate funding and enables the combined benefits of promoting your research and public communication;
- Green Chemistry is a fantastic way to engage the public and students with chemistry in general. This can be further enhanced by making practicals, activities and talks relevant to people and local situations. For instance, take widely used experiments and modify them to local materials e.g. use corn starch instead of potato starch to make bioplastics;
- A successful green chemist requires a broad range of skills and knowledge. Alongside knowledge of green chemistry, we need to produce graduates with experience in commercialization, communication, engineering, biology and environmental legislation. This requires a broadening of our teaching and increasing interdisciplinary connections.

References

Anastas, P., and Warner, J., *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York, Oxford University Press, 1998.

Clark, J. H., *Green Chem.*, **1**, 1-8, 1999.

Hjeresen, D. L., Boese, J. M., Schutt, D. L., *J. Chem. Educ.*, **77**(12), 1543-1544, 2000.

Green Chemistry Centre of Excellence, last viewed in August 22, 2014 at the URL: <http://www.york.ac.uk/chemistry/research/green/>
Green Chemistry in the undergraduate practical courses
<http://www.rsc.org/ScienceAndTechnology/Funding/CutterBequest/index.asp>.

Anastas, P., and Warner, J., *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York, Oxford University Press, 1998.

J. Clark *et al*, 'Green Chemistry and Sustainable Industrial Technology – over 10 years of an MSc program' in: *Worldwide Trends in Green Chemistry Education*, eds V. Zuin and L. Mammino, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 978-1-84973-949-8, in press.

Masters course handbook
<http://www.york.ac.uk/res/gcg/education/images/booklet.PDF>.

Clark, J. H., *Green Chem.*, **8**, 17–21, 2006.

Summerton, L., Hunt, A.J. & Clark, J.H. Green chemistry for postgraduates. *Educ. quim.*, **24**, (núm. extraord. 1), 150-155, 2013.

Essential Chemical Industry Fifth edition. York: CIEC.

Green Chemistry Education Materials
<http://greenchem.uoregon.edu/gems.html>.

Network of Sustainable Scientists & Engineers
www.sustainablescientists.org.

Tratamento de Efluentes de uma Indústria de Bebidas

Julia Rodrigues Dib Sêna e Júlio Carlos Afonso

Departamento de Química Analítica, Instituto de Química, UFRJ
E-mail: julio@iq.ufrj.br

Submetido em 07/07/2014; Versão revisada em 29/07/2014; Aceito em 30/08/2014

RESUMO

Este trabalho passa em revista a gestão de efluentes oriundos da indústria de fabricação de bebidas por meio de tratamento biológico misto. Os requisitos fundamentais que devem ser monitorados para que esse tratamento seja eficaz são a determinação das características do efluente bruto (biodegradabilidade, pH, carga orgânica, sólidos etc) e a qualidade do lodo anaeróbico (atividade metanogênica), para que os parâmetros do efluente tratado fiquem dentro dos requisitos legais previstos na legislação. A alteração de um produto de limpeza afetou o desempenho do tratamento misto.

Palavras-chave: tratamento de efluentes; indústria de bebidas; tratamento anaeróbico; tratamento aeróbico.

ABSTRACT

This work focuses the effluent management of a beverage industry plant via mixte biological treatment. The essential requirements to ensure an efficient treatment are the determination of the properties of the crude effluent (biodegradability, pH, BOD, solids etc) and the quality of the anaerobic slurry (methanogenic activity). The goal is to meet the treated effluent under the requirements of the environmental Brazilian directories. The change of a cleaning product affected the performance of the mixte biological treatment.

Keywords: effluent treatment; beverage industry; anaerobic digestion; aerobic treatment.

INTRODUÇÃO

A água, essencial à vida e ao meio ambiente, é um recurso finito e extremamente vulnerável. O controle da poluição hídrica é de suma importância para que a qualidade da água seja compatível com a sua utilização e preservação (BORSOI E TORRES, 1997). Cada atividade antrópica produz poluentes característicos que têm um determinado impacto na qualidade do corpo receptor (PEREIRA, 2004).

20% da água no mundo é usada no segmento industrial (PEREIRA, 2004; GORDANO, 2004), onde essa utilização pode ser intensiva. No

processo de fabricação de bebidas há um elevado consumo de água em função da limpeza de equipamentos, geração de vapor, pasteurização e incorporação aos produtos. Exceto a água incorporada aos produtos e as perdas por evaporação, a água utilizada possui substâncias as mais diversas, surgindo dessa forma os efluentes industriais dessa atividade.

Para definir o tipo de tratamento é necessário saber a vazão e a composição química do efluente a fim de garantir o enquadramento de todos os parâmetros segundo a legislação ambiental

pertinente. As características físicas, químicas e biológicas dependem do perfil da atividade industrial (CONAMA, 2011). Os tratamentos podem ser físico-químicos ou biológicos. O primeiro tem custo muito elevado, mas é o indicado para indústrias que geram efluentes inorgânicos ou orgânicos não biodegradáveis. O tratamento biológico, menos dispendioso, se baseia na ação de microrganismos, especialmente bactérias, que tratam a matéria orgânica biodegradável (BARBOSA, 2012; GORDANO, 2004; SILVA E CARVALHO, 2011).

A resolução 430/2011 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) (CONAMA, 2011) dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão de lançamento de efluentes em corpos de água receptores (artigo 16º). No Estado do Rio de Janeiro o Instituto Estadual do Ambiente (INEA, 1986) dispõe a Norma Técnica 202, que complementa com alguns parâmetros ausentes da Resolução 430, e os critérios para o lançamento de carga orgânica expressa em Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), devem ser estabelecidos em diretrizes específicas (PNRS, 2010).

Em indústrias de grande porte (como a de fabricação de bebidas) é comum o emprego de processos biológicos mistos (anaeróbios + aeróbios), que aliam à confiabilidade e eficácia na obtenção de efluentes tratados e enquadrados nos parâmetros exigidos pela legislação ambiental, o menor consumo de insumos (energia elétrica, produtos químicos) e a menor geração de resíduos (lodo biológico excedente) (OLIVEIRA NETTO, 2011; BARBOSA, 2012). Os parâmetros de controle dos efluentes das indústrias de bebidas são (GORDANO, 2004): matéria orgânica (demandas química (DQO) e bioquímica (DBO) de oxigênio); sólidos totais; fósforo, nitrogênio; óleos e graxas; temperatura; cor e pH.

Em contraposição às leis ambientais que se referem apenas à concentração, nos efluentes da indústria de bebidas, a vazão também é uma

variável-chave para atestar a qualidade de seus efluentes (BARBOSA, 2012).

TRATAMENTO DE EFLUENTES EM INDÚSTRIAS DE BEBIDAS

Mais de 95% das fábricas de cervejas instaladas no Brasil adotam o processo misto anaeróbio + aeróbio como solução para o tratamento de seus efluentes.

Na etapa anaeróbia obtêm-se remoções da ordem de 85% de carga orgânica (DBO), com baixo consumo de energia elétrica (inclusive com a geração de gás metano combustível, que pode ser usado na fábrica para geração de vapor ou mesmo energia elétrica), ficando o pós-tratamento, aeróbio, responsável pela complementação da remoção de DBO (BARBOSA, 2012).

Nas estações de tratamento de efluentes mistas, prevalecem os reatores anaeróbios de fluxo ascendente com leito de lodo (*upflow anaerobic sludge blanket* ou UASB – Figura 1) (GORDANO, 2004).

Na etapa aeróbia utiliza-se o processo de lodo ativado, onde há aeração prolongada, alternado-se o uso de aeradores superficiais com sistemas de ar difuso (distribuição do ar com difusores de membranas dispostos no fundo do tanque). O tratamento do efluente pode ser dividido

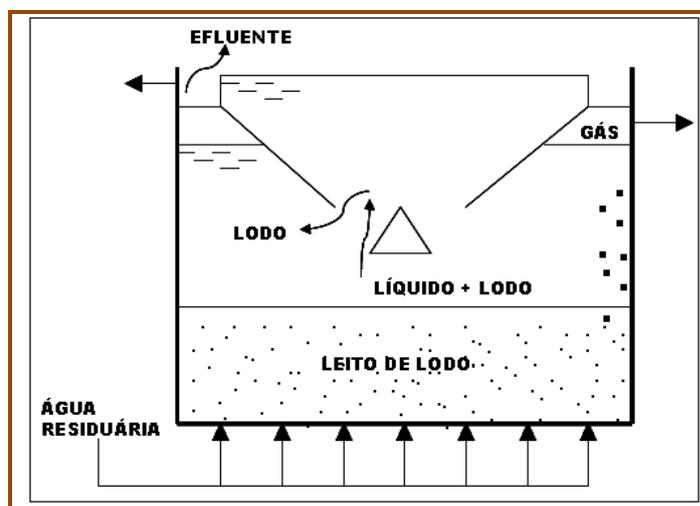


Figura 1: Representação esquemática do reator anaeróbio de fluxo ascendente com leito de lodo (UASB) (GORDANO, 2004)

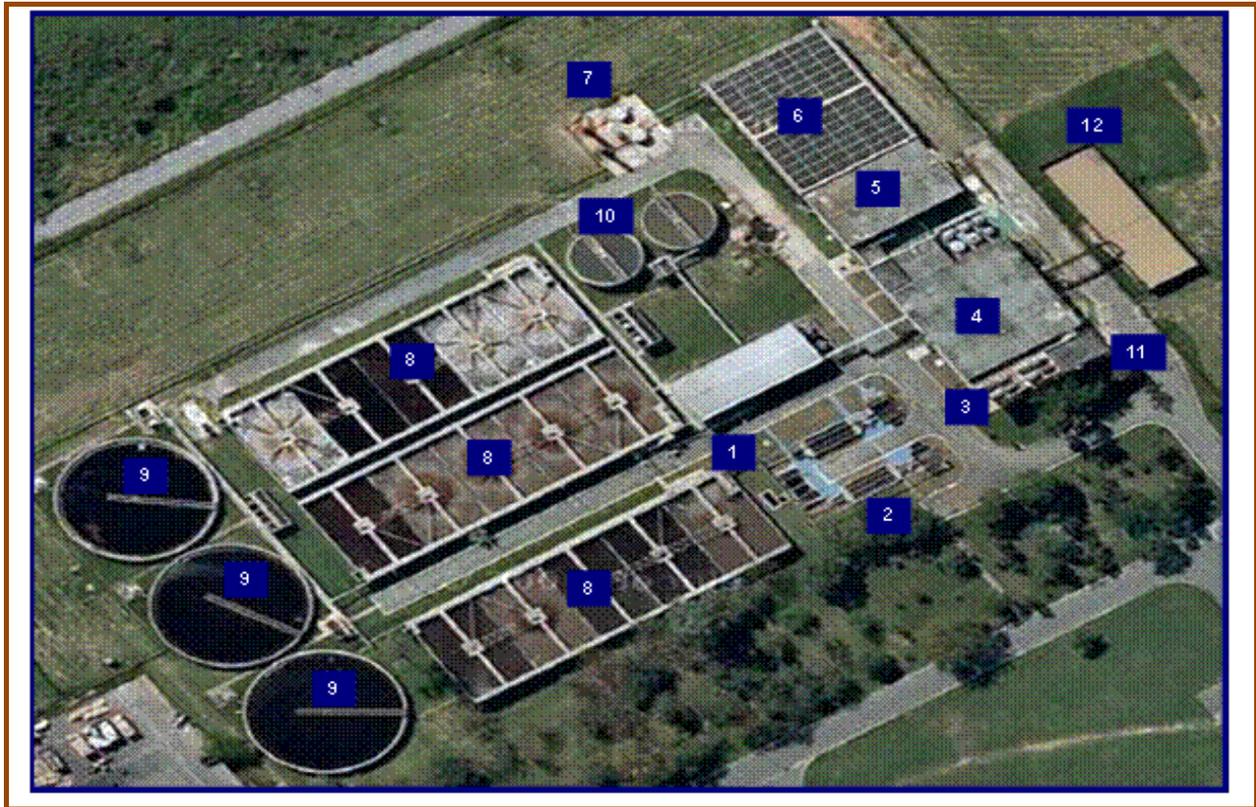


Figura 2: Unidades de tratamento de efluentes industriais de indústria de bebidas. Primeira Etapa: Recebimento do Efluente. 1. Caixas de recebimento do efluente bruto e diluído. Segunda Etapa: Pré-Tratamento. 2. Gradeamento e Caixas de Areia; 3. Peneiras estáticas; 4. Tanques de Equalização, Terceira Etapa: Tratamento Anaeróbio. 5. Tanque de Acidificação; 6. Reatores Anaeróbios; 7. Flare Atmosférico. Quarta Etapa: Tratamento Aeróbio. 8. Reatores Aeróbios; 9. Decantadores; 10. Adensadores; 11. Centrifugas. Nos casos em que o efluente bruto se encontra fora de especificação, é utilizado o tanque de emergência (12) (BARBOSA, 2012)

em 4 etapas (BARBOSA, 2012), e a Figura 2 mostra uma imagem das unidades de tratamento.

1ª Etapa: Recebimento do efluente bruto

Nesta etapa é recebido todo o efluente oriundo do processo produtivo, dos refeitórios, vestiários e banheiros. O sistema de tratamento biológico é muito sensível às variações do meio, por isso, nesta etapa, é muito importante a avaliação da qualidade do efluente bruto, para que não comprometa o tratamento nas próximas etapas.

A determinação da DQO é feita nessa etapa para identificar possíveis sobrecargas de carga orgânica no sistema. Essas sobrecargas podem acontecer por anomalias no processo de fabricação de bebidas, como vazamentos de mosto, cerveja, fermento, açúcar, xarope etc. (ineficiências de processo). O índice de carga orgânica do efluente bruto é de no máximo 0,75 kg de DQO para cada hectolitro de cerveja e refrigerante produzido (0,75

kg DQO/hl).

A análise de sólidos sedimentáveis totais (SST), nitrogênio total, fósforo total e óleos e graxas, e pH é feita para identificar excesso de descarte de sólidos, compostos de nitrogênio e fósforo, óleos e graxas e produtos químicos. Durante o processo de fabricação de bebidas são gerados como resíduos bagaço de malte, terra diatomácea, fermento e carvão ativado. Todos esses resíduos vão para silos e cada um deles tem uma destinação diferente; por exemplo, o bagaço de malte é destinado à ração animal. Caso ocorra erro de gestão esses resíduos podem ir para a estação de tratamento. A concentração máxima de SST no efluente bruto é de 700 mg/L; nitrogênio total, 30 mg/L; fósforo total, 20 mg/L; óleos e graxas, 30 mg/L.

São utilizados diversos produtos químicos durante o processo de fabricação de bebidas, para garantir a qualidade do produto: limpeza dos tanques, tubulações, equipamentos, etc.

Entretanto, eles podem ser extremamente tóxicos a micro-organismos, comprometendo assim o tratamento biológico de efluentes. Em toda fábrica de bebidas, existem tanques para coletar os produtos químicos usados. Esses tanques possuem placas de orifício dimensionadas que controlam a vazão com que estes produtos vão para a estação sem comprometer o tratamento. Esta vazão é determinada pelo limite de toxicidade do produto químico nos micro-organismos que fazem o tratamento. Todo produto químico antes de ser utilizado passa por essa análise (BARBOSA, 2012; SILVA E CARVALHO, 2011).

2ª Etapa: Pré-tratamento

É feita a separação de sólidos grosseiros através de gradeamento, importante para a proteção de bombas e tubulações (SILVA E CARVALHO, 2011). Depois, o efluente vai para caixas de areia, em seguida para peneiras estáticas, e por fim para o tanque de equalização. Nesse tanque ocorre a completa homogeneização do efluente e equalização das vazões. A análise mais importante feita nesta etapa é o potencial redox, com a ajuda de um eletrodo (Ag/AgCl). As bactérias metanogênicas presentes no reator anaeróbio necessitam de um meio redutor, cerca de -300 mV, do contrário, perde-se eficiência no tratamento e, em condições extremas, perda de lodo anaeróbio. Conhecendo-se o potencial redox das substâncias utilizadas na fábrica, e obtendo-se os valores de potencial redox no efluente, pode-se, ao menos, constatar o

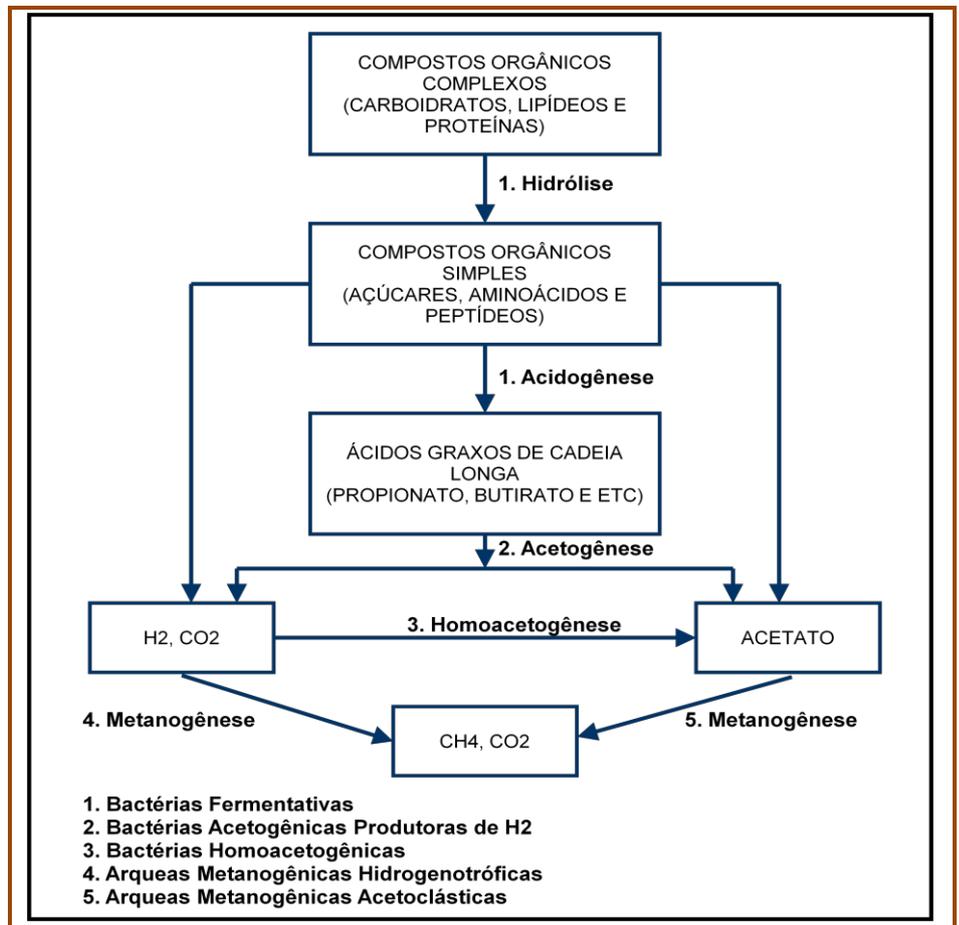


Figura 3: Rotas metabólicas e grupos microbianos envolvidos na digestão anaeróbia (BARBOSA, 2012)

recebimento de substâncias oxidantes, caso o potencial seja positivo. Então, o controle desse parâmetro permite evitar um excesso de descarte de produtos químicos oxidantes da fábrica para a estação de tratamento. O potencial redox do efluente equalizado deve ser no máximo 0 mV (BARBOSA, 2012).

3ª Etapa: Tratamento anaeróbio (Figura 3)

Ao sair do tanque de equalização o efluente vai para o tanque de acidificação, onde acontece o ajuste do pH e há adição de nutrientes, como uréia e ácido fosfórico. Neste momento acontecem as primeiras etapas da digestão anaeróbia, a hidrólise e a acidificação. As bactérias fermentativas hidrolíticas e acidogênicas (grande e diverso grupo de bactérias, como por, exemplo, das espécies *Clostridium* e *Bacteroids*) são responsáveis pela hidrólise e pela acidogênese. Na hidrólise, os compostos orgânicos complexos (lipídios, carboidratos e proteínas) se

convertem em compostos orgânicos simples (açúcares, aminoácidos, peptídeos). Estes compostos orgânicos simples são transformados em H_2 , CO_2 e acetato. Na acidogênese os compostos orgânicos simples são transformados em ácidos graxos de cadeia longa (propionato, butirato etc.). O metano gerado nestes reatores pode ser queimado no *flare* (queimador) ou ser utilizado como fonte de energia.

Nos reatores anaeróbios ocorrem as últimas etapas da digestão anaeróbia (acetogênese, homoacetogênese e metanogênese). As bactérias acetogênicas convertem os ácidos graxos de cadeia longa gerados na acidogênese, em H_2 , CO_2 e acetato. As bactérias homoacetogênicas produzem acetato a partir de H_2 e CO_2 (OLIVEIRA NETTO, 2011; BARBOSA, 2012).

A digestão anaeróbia é finalizada por bactérias metanogênicas hidrogenotróficas e metanogênicas acetoclásticas. As primeiras reduzem o CO_2 produzindo metano (CH_4), e as segundas produzem CH_4 e CO_2 a partir da redução do acetato (OLIVEIRA NETTO, 2011).

Os parâmetros indicadores de estabilidade do processo anaeróbio, enquadrando o efluente para a etapa aeróbica são (OLIVEIRA NETTO, 2011; BARBOSA, 2012):

- Temperatura no leito de lodo: máximo $39^\circ C$;
- pH do leito de lodo: 6,5-7,5;
- Acidez volátil do leito de lodo: máximo 200 mg ácido acético/L
- Alcalinidade bicarbonato no leito de lodo: mínimo 400 mg $CaCO_3$ /L
- Sólidos sedimentáveis na saída do reator: máximo $5\text{ cm}^3/L\text{ h}$
- Eficiência de remoção de DQO: mínimo 75%
- Vazão de biogás: máximo 80% da vazão de gás crítica
- Geração de biogás: mínimo $0,3\text{ m}^3\text{ gás/kg DQO}$ removida
- Nitrogênio amoniacal, no mínimo 5 mg N/L
- Ortofosfato (PO_4^{3-}) filtrável, no mínimo 5 mg P/L no

efluente de saída do reator anaeróbio

Os principais parâmetros da qualidade do lodo anaeróbio são (BARBOSA, 2012): relação sólidos voláteis/sólidos totais (SV/ST): mínimo 70%; atividade específica metanogênica: mínimo 0,3 kg DQO/kg ST; versatilidade: mínimo 85%; granulometria: mínimo 70%.

As análises de biodegradabilidade, toxicidade e atividade metanogênica são feitas em um mesmo procedimento (OLIVEIRA NETTO, 2011; BARBOSA, 2012; SILVA E CARVALHO, 2011), e merecem destaque devido a que seus resultados são essenciais para a preservação do lodo anaeróbio. Na conversão do metano ($CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$), 1 g de DQO equivale a 0,35 L de CH_4 nas CNTP ($0,38\text{ L a }20^\circ C$ e 1 atm).

4ª Etapa: Tratamento aeróbio

O efluente vai para os reatores aeróbios, compostos por tanques com aeradores superficiais, que garantem uma concentração de oxigênio dissolvido na faixa de 1–3 mg/L. Os micro-organismos aeróbios metabolizam a matéria orgânica do efluente, convertendo-a em CO_2 , água e novas células (crescimento e reprodução dos microrganismos) (BARBOSA, 2012).

As características que são monitoradas em especial são pH e oxigênio dissolvido. O pH recomendado está na faixa 7,0–8,5; em pH 9 a eficiência diminui de forma acentuada; em pH 10 o sistema entra em colapso; em pH abaixo de 5 ocorre a evolução de fungos. Acima de $45^\circ C$ as proteínas desnaturam. A relação alimento (carga orgânica) por micro-organismo deve estar na faixa 0,05-0,15 kg de DBO/kg SSV dia (SILVA E CARVALHO, 2011).

No final do processo o lodo necessita de um tratamento chamado condicionamento. O lodo vai para adensadores onde a água é removida, aumentando assim o teor de sólidos do lodo. Desta etapa ele vai para o processo de desaguamento, feito por centrifugação.

Nos tanques de decantação ocorre a

sedimentação dos sólidos em suspensão presentes nos reatores aeróbios e dessa forma o efluente sai clarificado. Parte do lodo retorna aos reatores aeróbios (BARBOSA, 2012; SILVA E CARVALHO, 2011).

ESTUDO DE CASO DE CORREÇÃO DE PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE

Fez-se um estudo de avaliação de um processo de tratamento biológico misto aplicado a um efluente de uma indústria de bebidas. Testes rotineiros de atividade e biodegradabilidade registraram resultados fora da especificação dos órgãos ambientais durante três meses.

Assim, investigou-se a origem da mudança de característica do efluente. Verificou-se que certas limpezas de equipamentos não eram mais feitas com um produto químico comercial (que chamaremos aqui de X), mas sim por um novo produto (denominado Y); ambos são ácidos fortes e solúveis em água. Fez-se um estudo da toxicidade do produto Y; a toxicidade do produto X já era conhecida: um limite de 50 mg/L não impactava o lodo anaeróbio.

Dada a escassez de estudos na literatura científica e técnica, e como a composição dos efluentes varia de uma indústria a outra mesmo no mesmo ramo de atividade, só se consegue obter um resultado confiável e aplicável à realidade em questão através de um estudo *in loco* com o próprio efluente e com a estação em operação (BARBOSA, 2012; SILVA E CARVALHO, 2011).

Estudo da toxicidade do produto Y

A Tabela 1 resume todos os parâmetros utilizados nos estudos de toxicidade. Em todos os cinco experimentos, foram feitos os seguintes cálculos:

- Taxa máxima de produção de metano (T, L/h), através da variação do volume de gás acumulado por unidade de tempo;
- Atividade específica metanogênica (A), em kg

DQO/kg ST d

$$A = \frac{T \text{ (L/h)} \times 24 \text{ (h/dia)} \times (0,001/0,38) \text{ (kg teórica DQO/L de CH}_4\text{)}}{(12,6/1000) \text{ g de lodo (kg ST)}}$$

- Versatilidade

Produção teórica de metano

1,0 g de sacarose = 1,12 g de DQO, e 1,12 x 4,00 g sacarose = 4,48 g/L de DQO

4,48 g/L DQO x 1,8 L x 0,38 L de CH₄ = 3,064 L (3064 mL) CH₄

Versatilidade (%) = (Produção total de metano medida experimentalmente/3064) x 100

A Tabela 2 mostra os dados consolidados dos resultados do teste de toxicidade. O limite de toxicidade é dado pelos seguintes critérios (BARBOSA, 2012; SILVA E CARVALHO, 2011): queda máxima de atividade metanogênica: 25%; valor mínimo de versatilidade do branco: 50%; queda máxima de versatilidade: 25%.

Concentrações de até 10 mg/L do produto Y no efluente equalizado são admissíveis na alimentação do sistema anaeróbio. A partir de 20 mg/L este produto afeta a atividade biológica, podendo comprometer todo o tratamento. Comparado ao produto X que era utilizado anteriormente (limite 50 mg/L), foi possível verificar que o produto Y é 5 vezes mais tóxico. Como não era possível a utilização de uma menor quantidade de produto, para não comprometer a qualidade do processo de limpeza, foi retomada a utilização do produto X.

Biodegradabilidade do efluente equalizado após a troca do produto Y pelo produto X

As Tabelas 3 e 4 mostram os principais parâmetros, suas especificações e os resultados (BARBOSA, 2012). Um dos mais primordiais é o potencial redox, negativo, mostrando que não há meio oxidante no reator anaeróbio. A biodegradabilidade elevada indica que as baterias metanogênicas têm condições adequadas para a

Dados do lodo	Média de sólidos totais (ST): 36 g/L
Dados do fermentador	<p>Volume útil: 1,8 L</p> <p>Suspensão de lodo anaeróbico: 7 g/L</p> <p>$V_{\text{lodo}}: [7 \text{ (g/L)} \times 1,8 \text{ L}] / 36 \text{ g/L} = 350 \text{ mL}$</p> <p>Volume de água destilada: 725 mL</p> <p>Volume de água da torneira: 725 mL</p>
Componentes da solução (ppm ou mg/L)	
<p>Sacarose, C₁₂H₂₂O₁₁ (4000); Hidrogenocarbonato de sódio, NaHCO₃ (5000); Hidrogenofosfato de potássio, K₂HPO₄ (3000); Di-hidrogenofosfato de potássio, KH₂PO₄ (2000); Cloreto de amônio, NH₄Cl (500);</p> <p>Produto Y (d = 1,39 g/mL): 0 (branco), 5, 10, 20 e 30 (adição de 0 a 0,039 mL)</p>	

TABELA 1:
Parâmetros de estudo de toxicidade do produto de limpeza Y

TABELA 2:
Resultados dos testes de toxicidade

Concentração do produto Y (mg/L)	Atividade metanogênica (kg DQO/kg ST) após estabilização (45-50 h)	Versatilidade (%)	Perda da atividade (%)	Perda de versatilidade (%)
0 (branco)	0,62	87	0	0
5	0,54	81	12,9	6,9
10	0,51	78	17,7	10,3
20	0,46	69	25,8	20,7
30	0,43	61	30,6	23,0

Parâmetro	Especificação	Resultado (Média)	Frequência
1. Potencial Redox do Efluente Equalizado	Menor que 0	-298,00	1 x Turno
2. Biodegradabilidade do Efluente Equalizado	Valor Min 75	77,00	Mensal
3. Temperatura no leite de lodo	Valor Max 39	35,20	1 x Turno
4. Acidez volátil do leite de lodo	Valor Max 200	75,72	1 x Turno
5. Sólidos Sedimentáveis na Saída do Reator	Max 5	1,40	1 x Turno
6. Eficiência da remoção de DQO do Reator	Valor Min 75	90,00	Diária
7. Nitrogênio Amoniacal no Efluente de saída do Reator	Min 5	8,70	Mensal
8. Ortofosfato Filtrável no efluente de Saída do Reator	Valor Min 5	5,60	Mensal
9. Atividade metanogênica	Valor Min 0,30	0,59	Mensal
10. Versatilidade do lodo	Min 75	76,00	Mensal
11. Granulometria do lodo anaeróbico	Valor Min 70	91,00	Mensal

TABELA 3:
Resultados dos parâmetros para a etapa anaeróbia

TABELA 4:
Resultados dos parâmetros para a etapa aeróbia

Parâmetro	Especificação	Resultado Médio	Frequência
1. Relação F/M (Lodo Ativado) - Aeração prolongada	Min 0,05 Max 0,15	0,11	Semana
2. Oxigênio Dissolv. no Tanque Aeração-Aeração superfic.	Min 1,00 Max 3,00	2,10	1 x Turno

produção de CH₄ (incluindo-se os nutrientes nitrogênio amoniacal e ortofosfato filtrável).

O nível de sólidos sedimentáveis e a acidez volátil assinalam ausência de perda de lodo anaeróbico (devido à presença de terra diatomácea, produtos químicos e/ou sobrecarga orgânica); as bactérias metanogênicas atuam na mesma

velocidade das bactérias (fermentativas) que realizam a acidificação (SILVA E CARVALHO, 2011).

A versatilidade evidencia a diversidade de bactérias no meio, sendo um sinal de que as bactérias anaeróbicas estão trabalhando em condições adequadas.

TABELA 5: Resultados combinados do tratamento biológico misto

Parâmetro	Resultado	Frequência	CONAMA 430	NT - 202
Temperatura - Efluentes	27,30	1 x Turno	Max 40°C	Max 40°C
pH - Efluentes	8,38	1 x Turno	Min 5 a Max 9	Min 5 a Max 9
Sólidos Sedimentáveis - Efluentes (Diário)	0,00	1 x Turno	Max 1,0 mL/L	Max 1,0 mL/L
Eficiência na Remoção DBO	99,33	Semanal	remoção mínima de 60%	Critérios para Lançamento de Carga Orgânica expressas em DBO, serão estabelecidos pelo INEA através de diretrizes específicas (Neste tipo de circunstâncias é de 95%)
Óleos Mnerais	11,25	Semanal	até 20 mg/L	até 20 mg/L
Óleos Vegetais e Gorduras Animais	17,00	Semanal	até 50 mg/L	até 30 mg/L
Cor - Visualmente Ausente	Sim	Diária	-	Visualmente Ausente

O lodo anaeróbico tem boas condições de decantabilidade, de acordo com sua granulometria (BARBOSA, 2012).

A relação F/M, mostra a quantidade de carga orgânica por micro-organismos aeróbicos (GORDANO, 2004). Caso ela seja maior que o limite superior, ocorre sobrecarga no sistema aeróbio, e um valor inferior a 0,05 indica deficiência de nutriente. O oxigênio dissolvido é o elemento principal no metabolismo dos micro-organismos aeróbios, menos que 1,0 mg/L colapsa o sistema biológico.

A Tabela 5 mostra os principais parâmetros no efluente final após a finalização do tratamento biológico misto. O estudo da toxicidade do produto Y (item 3.1) mostrou que ele estava sendo utilizado em concentrações impactantes para o tratamento biológico (Tabela 2); sua troca foi fundamental para que não acontecesse mais algo anormal na estação, como perda de lodo anaeróbio, e garantindo a qualidade do efluente tratado.

CONCLUSÕES

Para garantir a qualidade do efluente tratado é de extrema importância monitorar os parâmetros durante todo o processo de tratamento. Somente dessa forma é possível encontrar alguma anomalia durante esse processo, e tratá-la o mais rápido possível para não gerar um efluente final fora das especificações. É importante ficar atento à qualidade dos produtos químicos usados: muitas vezes os

fabricantes alteram a formulação dos mesmos para melhorar o desempenho, entretanto, podem impactar as estações de tratamento biológico. As mudanças de produtos devem ser comunicadas à estação de tratamento, para realização de testes com esses novos produtos, permitindo agir de forma preventiva e não corretiva sobre o sistema de tratamento biológico misto.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, R. A. *Fundamentos dos Parâmetros do PTP de ETEI*. Workshop de Meio Ambiente, Ambev, Jacareí, 2012.
- BORSOI, Z. M. F.; TORRES, S. D. A. A Política de Recursos Hídricos no Brasil. *Revista do BNDES*, n° 8, p. 1-15, 1997.
- CONAMA, Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n° 430, 13/05/2011, *Diário Oficial da União*, 16/05/2011.
- GORDANO, G. *Tratamento e Controle de Efluentes Industriais*. Rio de Janeiro: Ed. da UFRJ, 2004.
- INEA, Norma Técnica 202, Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos, 04/12/1986, *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro*, 12/12/1986.
- OLIVEIRA NETTO, A. P. *Reator anaeróbio-aeróbio de leito fixo, com recirculação da fase líquida, aplicado ao tratamento de esgoto sanitário*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Univ. de São Paulo, São Carlos, 2011.
- PEREIRA, R. S. Poluição Hídrica: Causas e Consequências. *Revista Eletrônica de Recursos Hídricos*, v. 1, n. 1, pp. 20-36, 2004.
- PNRS, Lei n° 12.305, *Política Nacional de Meio Ambiente*, 02/08/2010, *Diário Oficial da União*, 03/08/2010.

NOVAS NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS À REVISTA DE QUÍMICA INDUSTRIAL

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

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

Serão aceitos estudos de caso quando contribuírem para aumentar o entendimento acerca de aspectos como riscos à saúde, impactos ambientais, ecoeficiência, emprego de novos materiais etc. São também bem-vindos artigos versando sobre Educação e História da Química que estabeleçam um elo com a área industrial.

INSTRUÇÕES GERAIS

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

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

c) Todos os artigos devem ser digitados em fonte Arial corpo 12, espaçamento 1,5 entre linhas, margens 2,5 cm e alinhamento justificado. O arquivo deve estar em um dos formatos .doc, .docx ou .rtf.

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

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

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

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

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

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

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

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



SINDIQUIM/RS

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

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



SINDICATO DAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Avenida Assis Brasil, 8787 – Sistema FIERGS/CIERGS
Fone: (51) 3347-8758 – Fax: (51) 3331-5200 – CEP 91140-001 – Porto Alegre – RS
e-mail: sindiquim-rs@sindiquim.org.br – site: www.sindiquim.org.br