# Encontro Brasil-Reino Unido no SENAI-RJ: Oportunidades de Pesquisa em Química Verde

## UK-Brazil meeting in SENAI-RJ: research opportunities in Green Chemistry

**Estevão Freire**
*Departamento de Processos Orgânicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

**Submetido em 02/05/2016; Aceito em 20/05/2016**

**Resumo**: Este artigo de opinião descreve o encontro Brasil - Reino Unido, ocorrido em dezembro de 2015 no Rio de Janeiro. Ele apresentou diversas oportunidades para a colaboração entre o Reino Unido e o Brasil, fomentando a discussão e a interação entre pesquisadores e profissionais da indústria dos dois países com o objetivo de discutir novas soluções e mercados dentro da Economia Verde. Dentre os temas discutidos podem ser destacados: regulamentações de produtos verdes em nível mundial e no Brasil; formação especializada nas diversas áreas da química verde; utilização e desenvolvimento de métricas para avaliação do "grau de verdura" de processos químicos; síntese química por meio de micro-ondas; desenvolvimento de solventes "verdes"; desenvolvimento de novos materiais.
**Palavras-chave**: Química verde; tecnologias emergentes; matérias-primas renováveis

**Abstract**: This opinion article describes the Meeting Brazil - United Kingdom, which occurred in December 2015 in Rio de Janeiro. It presented many opportunities for collaboration between the UK and Brazil, encouraging discussion and interaction between researchers and industry professionals of the two countries. The objective was to establish new solutions and markets within the Green Economy. Among the topics discussed the most relevant were: regulation of green products worldwide and in Brazil; specialized training in various areas of green chemistry; development and use metrics for evaluation of "degree of greenness" chemical processes; chemical synthesis via microwave; development of "green" solvents; development of new materials.
**Keywords**: Green chemistry; emerging technologies; renewable raw materials

**Introdução**

A indústria química brasileira ocupa hoje o sexto lugar mundial em faturamento líquido [1].

O cenário brasileiro no setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (HPPC) encontra-se em expansão com 2.522 empresas instaladas, faturamento anual de R$43,2 bilhões e crescimento de 9,2% em 2014.

O Brasil representa 9,4% do consumo mundial e ocupa a 3ª posição mundial no setor [2].

Além disso, o país tem também uma enorme base em recursos renováveis. Segundo o Ministério de Minas e Energia, em 2015 as energias renováveis corresponderam a 42,5% de toda a matriz energética brasileira, destacando-se a participação das energias renováveis alternativas à geração hidrelétrica, como a eólica, a solar e a biomassa [3].

O Brasil é um dos principais detentores da megadiversidade do Planeta, possuindo entre 15% a 20% das 1,5 milhão de espécies descritas na Terra. Possui a flora mais rica do mundo, com cerca de 55 mil espécies de plantas superiores (aproximadamente 22% do total mundial) [4]. A Universidade de York representa uma das lideranças mundiais em pesquisas em química verde e biotecnologia, além de ser detentora de diversos casos de sucesso de colaboração acadêmico-industrial.

O Encontro Brasil-Reino Unido apresentou oportunidades para a colaboração entre o Reino Unido e o Brasil, discussão e interação entre pesquisadores e profissionais da indústria com o objetivo de discutir novas soluções e mercados dentro da Economia Verde.

**Metodologia**

O Encontro foi organizado pelo Fundo Newton Reino Unido e o Green Chemistry Centre, da Universidade de York, com o apoio da Universidade Federal do Rio de Janeiro, por meio da Escola Brasileira de Química Verde, Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM) e Associação Brasileira de Química (ABQ). Patrocinou o Encontro o SENAI/CETIQT (Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil), que abriga o Instituto Senai de Inovação em Biossintéticos (ISI Bio). O ISI Bio tem como segmentos estratégicos as indústrias de especialidade e bases químicas, biocombustíveis, agroquímica, indústria de bens de consumo, *home & personal care*, papel e celulose, óleo e gás.

O Encontro foi realizado nas dependências do SENAI/CETIQT, no Rio de Janeiro, sendo composto de 6 Painéis que abordaram *Tecnologias Emergentes no Reino Unido*; *Produtos Químicos a Partir de Fonte Renovável: estratégias e realidade brasileira*; *Regulações e Padrões no Reino Unido e Métricas em Química Verde*; *Oportunidades a Partir de Cana-de-açúcar/Usinas de açúcar como Biorrefinarias*; *Oportunidades a Partir de Resíduos de Laranja* e *Oportunidades a Partir de Biomassas Florestais*.

Pesquisadores da Universidade de York e especialistas brasileiros da indústria e da academia apresentaram comunicações em cada Painel.

**Resultados e Discussão**

O primeiro painel a ser apresentado, "Emerging Technologies in the UK" teve apresentações do Dr. Rob Mc Elroy falando sobre plataformas de moléculas a partir de biomassa, tais como lignina e resíduos de cascas de frutas (celulose e hemicelulose), que, a partir de processos como pirólise, hidrólise e gaseificação geram "moléculas-plataforma", como, por exemplo, levoglucosenona, 5-clorometilfurfural, de onde se obtém produtos químicos de alto valor agregado, tais como bioplásticos (Bio PE, PLA, Bio PET).

FOTOS - Estevão Freire

**Público de diversas instituições participando do evento**

**James Clark, da Universidade de York, fazendo sua apresentação**

O Dr. James Sherwood apresentou processos de produção de solventes verdes apróticos, com características físico-químicas semelhantes a solventes convencionais, obtidos a partir de hidrocarbonetos de fontes renováveis.

O Dr. Julen Bustamante apresentou a tecnologia e produção de produtos de alto valor agregado a partir de processos utilizando micro-ondas. A tecnologia de micro-ondas para o aquecimento tem demonstrado ser mais eficiente em termos energéticos que os métodos convencionais em muitas aplicações. Além disso, usa temperaturas mais baixas, podem ser usados processadores móveis que podem ser localizados ao lado de grandes concentrações de biomassa (por exemplo, fazendas), oferecem processamento flexível que permite a produção de combustíveis líquidos, combustíveis sólidos e produtos químicos.

A unidade de biorrefinaria usando tecnologia de micro-ondas está localizada no *Centre for Novel Agricultural Products (*www.biorenewables.org*).*

Finalizando o Painel, o prof. James Clark apresentou o desenvolvimento tecnológico de um produto patenteado, marca registrada "Starbon". Consiste de um material mesoporoso, desenvolvido pela Universidade de York a partir de resíduos de cascas de laranja, batata e algas, aproveitando o amido contido nesses resíduos. O material oferece funcionalidade superficial ajustável, possui alta mesoposidade, elevada área superficial, condutividade elétrica controlável e pode ser comercializado na forma particulada ou monolítica. A incorporação de baixos teores de grafeno melhora a resistência mecânica e a condutividade elétrica.

O segundo Painel, "Chemicals from Renewable raw Materials: Strategies and Brazilian Realities", teve a apresentação de diversos especialistas da indústria brasileira. Iuri Gouveia, da Braskem, apresentou números e o mercado onde a empresa atua e diversos produtos que a empresa está desenvolvendo, com foco na biotecnologia, além de isopreno, butadieno e polipropileno. A Braskem é uma empresa brasileira constituída em 2002 pela integração de seis empresas da Organização Odebrecht e do Grupo Mariani. A Braskem é, hoje, líder nas Américas em resinas termoplásticas, com foco em polietileno, polipropileno e PVC, e líder global na produção de biopolímeros.

O Dr. Marco Carmini, da Croda, apresentou a filosofia da empresa de uso de materiais de fontes renováveis para a produção de produtos de alto valor agregado. 67.4% das matérias primas usadas em 2014 foram provenientes de fontes renováveis. Foi a primeira empresa a produzir surfactantes a partir de 100% de fonte renovável. A Croda, empresa multinacional, produz produtos químicos especiais. Atua no "business-to-business" e é um dos mais importantes fornecedores de produtos químicos especiais para as indústrias de

cosméticos, farmacêutica, produtos de limpeza doméstica e aditivos para polímeros.

Mariana Correa, da Oxiteno, apresentou os produtos produzidos pela Oxiteno à base de fontes renováveis. A Oxiteno é uma empresa multinacional, parte do Grupo Ultra, líder na produção de tensoativos e solventes oxigenados e produtos químicos para mercados especializados. Cerca de 20 % das matérias-primas usadas são provenientes de fontes renováveis, e cerca de 35% dos produtos contem ingredientes renováveis.

Ao final de cada painel eram feitas perguntas pela plateia, que questionaram os painelistas assuntos como a competitividade dos produtos frente aos produtos convencionais, a importância da metrificação verde de um produto ou processo e aspectos relacionados ao pré-tratamento das matérias primas.

Na parte da tarde, foram abordados assuntos relacionados a padrões e regulação de produtos no Reino Unido, pelos pesquisadores Sherwood e McElroy. Os pesquisadores destacaram que uma norma deve estabelecer regras harmonizadas, diretrizes ou características para produtos, atividades e resultados de testes. Sendo excessivamente técnica e praticamente desconhecidas para o público, as normas são muitas vezes vistas como enfadonhas e não relevantes; entretanto são cruciais na facilitação do comércio. Os benefícios da padronização permitem aumento da segurança dos produtos, garantia de qualidade e menores custos de transação e preços.

O Dr. Rob McElroy abordou o assunto Métricas em Química Verde, apresentando diversas possibilidades de determinar o grau de "verdura" de uma reação ou processo.

a) Economia atômica – razão entre a massa molar do produto e massa molar dos reagentes. Possui como vantagens facilidade de uso, além de indicar como os átomos dos reagentes são transformados no produto final. Entretanto, é uma métrica que assume 100% de rendimento, não considera excesso estequiométrico e lida somente com reagentes e produtos.

b) Eficiência mássica de reação - considera a razão entre a massa do produto isolado e a massa dos reagentes. Esta métrica considera o rendimento da reação e o excesso estequiométrico; entretanto, lida somente com reagentes e produtos.

c) Intensidade mássica de processo - considera a razão entre a massa total em um processo ou etapa e a massa do produto formado. Esta métrica considera o rendimento da reação, a estequiometria, a presença de solventes e reagentes no meio reacional; entretanto é de determinação demorada e a presença de solventes pode causar erros nos resultados.

A apresentação foi concluída ressaltando que a métrica deve ser simples, mas não simplista. Deve haver uma abordagem holística para as métricas, e uma só métrica não é suficiente para avaliação do grau de "verdura" do processo ou reação.

O Dr. Carlos Rossel apresentou os trabalhos desenvolvidos pelo CTBE – Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol. O CTBE é um Laboratório Nacional que atua junto à comunidade científico-tecnológica e ao setor produtivo brasileiros, com o objetivo de colaborar para a manutenção da competência do País na produção de etanol de cana-de-açúcar e outros compostos a partir da biomassa. O Dr. Rossel destacou a biorrefinaria a partir de cana de açúcar, produzindo químicos de alto valor agregado. A importância da cana de açúcar se dá pela elevada produção no país - 642 x $10^6$ t em 2015, com a geração de 90 x $10^6$ t de bagaço.

**Nei Pereira Júnior, da Escola de Química da UFRJ, fazendo sua apresentação**

Em seguida o Dr. Thomas Canova, da Solvay, apresentou a filosofia de produção dos produtos da empresa. A Rhodia, empresa do Grupo Solvay, está presente no Brasil desde 1919. Os produtos e tecnologias da Rhodia atendem a diversos mercados: automotivo, cuidados pessoais e domésticos, eletroeletrônico, têxtil, calçados, energia e meio ambiente, óleo e gás, aeronáutico, alimentos, agroquímico, tintas e vernizes, papel e celulose, dentre outros. Dentre os principais produtos com foco na química verde, estão o solvente Augeo, os fios inteligentes Emana e Amni Soul Eco, e o plástico Technyl Alloy (poliamida/politereftalato de etileno), que utiliza material reciclável (PET pós-consumo).

No Painel onde foram discutidas oportunidades de desenvolvimento de novos produtos a partir da indústria de frutas cítricas, o Prof. Clark e o Dr. Julen Bustamante apresentaram as possibilidades de exploração de novos produtos a partir da casca de laranja. O Prof. Clark apresentou o projeto EUBIS – "Food waste valorisation for sustainable chemicals, materials and fuels" e o Dr. Bustamante apresentou o "Orange Peel Exploitation Company", OPEC, que trata do aproveitamento da casca de laranja como matéria prima para biorrefinaria. No caso do Brasil, o aproveitamento de resíduos de alimentos oferece um grande potencial em pesquisas usando essas matérias primas, pois o país tem 65% do processamento mundial de frutas. O prof. Bustamante também apresentou processos de extração convencionais e uso de processamento dos resíduos por micro-ondas.

O Dr. Eduardo Melo, pós-doutorando na Universidade de York, apresentou a árvore de produtos obtidos a partir de uma biorrefinaria que utiliza resíduos de alimentos como matéria prima. Os resíduos de alimentos podem ser gerados na produção, processamento, distribuição e consumo. Destacou que, para avaliar as possibilidades de aproveitamento, o tomador de decisão deve responder às seguintes perguntas: que tipo de biomassa proveniente de alimentos é disponível e relevante na região? Existe alguma política ou legislação sobre o assunto? Qual a melhor tecnologia de processamento disponível? A tecnologia é verde?

Finalizando o Painel, o Prof. Clark apresentou o conceito de biorrefinaria "resíduo zero", onde podem ser obtidos açúcares fermentáveis a partir de celulose utilizando processamento em micro-ondas, a possibilidade de obtenção de extrativos a partir de celulose e solventes verdes, como o *Cyrene*.

O Dr. Paulo Pavan, da Fibria, apresentou as possibilidades de agregação de valor a partir da floresta, por meio da integração ao processo de produção de celulose, utilizando diferentes rotas tecnológicas, tais como: pré-hidrólise, produzindo açúcares C5 (xilitol, furfural, ácido succínico) de madeira para energia; pirólise, usando biomassa dedicada e/ou resíduos de madeira para gerar o óleo combustível que pode também

**Paulo Coutinho, James Clark e Peter Seidl na mesa de encerramento do evento**

ser direcionado para combustíveis *drop-in*; gaseificação, usando resíduos de biomassa e/ou madeira dedicada para reduzir/eliminar a dependência de combustíveis fósseis em fábricas de celulose. Além disso, remover parte da lignina *kraft* fora do processo de recuperação para aplicações de maior valor agregado.

Finalizando o Encontro, o prof. Nei Pereira Junior, da Escola de Química da UFRJ, apresentou as pesquisas realizadas sobre biorrefinaria a partir de matérias primas lignocelulósicas no Laboratório de Desenvolvimentos de Processos Biotecnológicos (LADEBIO).

**Conclusões**

O evento destacou tecnologias emergentes para a conversão de recursos biológicos para produtos químicos de alto valor agregado; políticas e certificações de produtos químicos de normalização da EU; oportunidades para a indústria e a pesquisa no setor da química verde e de base biológica. Dentre os principais temas discutidos no Encontro, que podem servir como base para futuras colaborações em pesquisa podem ser destacados: um acompanhamento das regulamentações de produtos verdes em nível mundial e no Brasil; a necessidade de formação especializada nas diversas áreas da química verde, utilização e desenvolvimento de métricas para avaliação do "grau de verdura" de processos químicos; síntese de substâncias químicas por meio do uso de micro-ondas; desenvolvimento de solventes "verdes"; e finalmente, o desenvolvimento tecnológico de novos materiais, tais como "Starbon".

**Referências**

ABIQUIM, O desempenho da indústria química brasileira, 2015.

CILULIA MARIA MAURY (org.), Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.

http://www.brazilbeautynews.com/mercado-brasileiro-de-cosmeticos-cresceu-de-11-em,630, acessado em 20/04/2016).

http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/energia-renovavel-representa-mais-de-42-da-matriz-energetica-brasileira, acessado em 21/04/2016.

**Nota do Editor:**

e-mail do autor – estevao@eq.ufrj.br