

# CADERNO DE QUÍMICA VERDE

Ano 2 - Nº 7 - 4º trimestre de 2017

## Editorial

Processos de produção de renováveis a partir de biomassa são analisadas através do conceito de biorreatores que foi aperfeiçoado em várias regiões da Europa e integrado a cadeias que agregam valor pelos Departamentos de Energia e de Agricultura dos EUA. A primeira iniciativa da Escola Brasileira de Química Verde correspondeu a um workshop sobre o assunto que incluiu também as chamadas "verdes", estudadas por consórcios regionais localizados próximos de Berlin (numa das visitas preparatórias para o evento, uma das pioneiras destes trabalhos abriu uma gaveta e puxou um anúncio de "I'm Green" como evidência que funcionava em bases comerciais).

O mais recente Encontro da Escola, o sétimo, revelou que já há uma significativa atividade no desenvolvimento destes processos em curso no país. Nesta edição artigos técnicos tratam questões essenciais como as etapas mais promissoras para introduzir inovações e o papel das empresas de base tecnológica e "start-ups". Notícias de empresas posicionam claramente aquelas que pretendem investir na nova economia que começa a tomar contornos mais nítidos.

É essencial distinguir entre novas práticas que atendem os critérios da sustentabilidade e os que demandam mão de obra em caráter precário, terras agriculturáveis ou reservas florestais, energia e água assim como insumos como fertilizantes e defensivos cuja utilização é bastante questionável. Há uma grande variedade de novas tecnologias a disposição do agronegócio, da geração de energia ou da exploração mineral mas a sua adoção indiscriminada compromete a competitividade do empreendimento e pode ser contraproducente.

O agronegócio, em particular oferece diversas oportunidades para integração de cadeias produtivas. Em contraste com segmentos como componentes eletrônicos ou serviços personalizados, por exemplo, os que empregam processos de natureza química implicam cadeias produtivas mais complexas que combinam equipamentos e logística com a produção de insumos e requerem pessoal com diferentes tipos de conhecimento e habilidades.

O calcanhar de Aquiles para a integração da inovação com o avanço do bem-estar social continua sendo a educação. Houve uma considerável expansão no número de universidades públicas e o fortalecimento das escolas técnicas nos últimos anos. O Depoimento deixa claro que o país dispõe de cérebros a altura do que existe de melhor no mundo apenas aguardando um oportunidade para evoluir e atuar. Entretanto existem também significativos retrocessos. O Enem deste ano, por exemplo, desapontou aqueles que batalham por um ensino que leva o aluno a pensar e avaliar o seu papel na sociedade, lançando mão da tecnologia para ampliar seus horizontes em lugar de deixar-se influenciar por ideias equivocadas.

A próxima edição do Caderno voltará a abordar o ensino no secundário, atualizando as informações sobre a formação de redes para o ensino de química verde e ofertas de cursos e treinamentos. As iniciativas decorrentes do 2016 Global Innovation Imperative sobre ensino experimental receberão especial destaque.

Peter Seidl  
Editor

## Neste Caderno

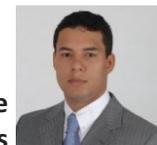
28-2

Depoimento de  
Walkimar Carneiro



28-5

Luiz Schlittler indica sobre  
o futuro das biorrefinarias



28-7

Luiz Dutra discorre sobre a  
Química e o futuro no Brasil



28-8 QUÍMICA VERDE em Cápsulas

Motores moleculares; Prêmio Nobel;  
Hydrogen, El água prodigiosa!

28-9

Roberto Werneck e a  
cultura de inovação



28-11

Startups e o mercado da  
inovação em Química Verde



28-19

Estevão Freire fala do  
Prêmio Aikerne Sucupira



28-21

Enem: Avanços e  
retrocessos



28-23 QUÍMICA VERDE  
nas Empresas

Programa de aceleração Pulse  
Biohaker, sistema de inovação

28-26 QUÍMICA VERDE Eventos

VII EEBQV

## ***Uma Carreira Acadêmica: Qualidade de Vida através do Estudo***

Depoimento de

### **José Walkimar de Mesquita Carneiro**

#### **Caderno - Como um garoto pobre do interior do Maranhão chegou ao ensino superior?**

**Walkimar** - A trajetória para chegar à Universidade não foi fácil, principalmente porque não havia uma expectativa real de chegar à Universidade. Estudávamos (eu e meus irmãos) porque meus pais entendiam que apenas através da educação poderíamos chegar a um nível de qualidade de vida melhor do que a que eles mesmo tiveram, mas a universidade era algo muito distante. Claro que sabia de sua existência, mas não estudávamos explicitamente com este objetivo. Meus pais foram levando até onde era possível. A primeira dificuldade surgia logo quando muito jovens, pois no vilarejo onde morávamos não havia escola nem para conclusão do ensino primário. Saí da casa de meus pais pela primeira vez, para estudar, quando tinha nove anos e depois nunca mais tive a oportunidade de morar na mesma casa que eles, exceto por um curto período de um ano quando estava no ensino médio. Morar afastado dos pais representava uma enorme barreira, para mim e, principalmente, para minhas irmãs. Minha irmã mais velha também saiu de casa muito jovem, nove ou dez anos, para só voltar a estar próximo dos pais depois de muitos anos, já com vida independente. Íamos mudando de cidade à proporção em que se

esgotava o nível de estudo em cada uma onde estávamos. Foi assim que saí da vila do Centro dos Telêmacos para Ôlho D'água das Cunhãs e dali para Bacabal, a grande cidade do Médio Mearim no Centro do Maranhão. Concluído o ensino médio em Bacabal aí sim poderia pensar em Universidade, que só existia nas capitais. Quando fui a São Luís para fazer o vestibular era apenas a segunda vez que eu visitava aquela cidade. Por sorte (sorte mesmo, pois no vestibular acertei cerca de 50% das questões que "chutei") fui aprovado no primeiro vestibular que fiz. Apenas como referência, não lembro de nenhum de meus colegas de ensino médio (então chamado de segundo grau) que tenham ingressado logo de imediato na Universidade. Portanto, tratava-se de um processo extremamente excludente, no qual poucos, muito poucos, conseguiam atravessar o gargalo final. A Universidade foi para mim um renascimento, uma porta para o céu, pelo menos era assim que eu me sentia dentro da Universidade, no verdadeiro paraíso.

#### **Caderno - Quando resolveu ser professor?**

**Walkimar** - Na realidade nunca pensei em ser professor. Inclusive há uma história que sempre conto, referente ao momento em que tive que escolher um curso superior. Minha paixão sempre foi (e continua sendo) a matemática, gostava de estudar matemática. Eu sabia que fazer um curso de matemática me levaria naturalmente para a função de professor. Daí que escolhi fazer Química Industrial, uma carreira ainda na área de Ciências Exatas mas para atuação na indústria. Durante o curso de Química me deparei com a possibilidade de fazer um estágio de Iniciação Científica e foi aí



**Walkimar com seus pais**

que decidi o meu destino, ser pesquisador. Desisti completamente da indústria (mesmo tendo feito um curso de Especialização para trabalhar em indústria) e me dediquei à formação e depois atuação na área de pesquisa científica. Até hoje não me considero um professor, sou um pesquisador que gosta de dar aulas.

### Caderno - Por que?

**Walkimar** - Tornei-me professor porque no Brasil os Institutos e Centros de Pesquisa são muito restritos. Em que outro lugar se pode ter a liberdade de pesquisar aquilo que se gosta se não na Universidade? Por isto me decidi pela carreira universitária.

### Caderno - Quais as maiores dificuldades que encontrou?

**Walkimar** - As dificuldades normais da construção de uma carreira científica. Olhando hoje em retrospecto vejo que ingressei na universidade em um período muito difícil, o início da década de 90, com muita dificuldade de financiamento (o que ocorre hoje e ocorrerá nos próximos anos), dificuldade de montar infraestrutura própria, bolsas para alunos, entre outras. Mantive-me ativo cientificamente nos primeiros dez anos de universidade em razão da colaboração com diferentes grupos, que resultou também em apoio



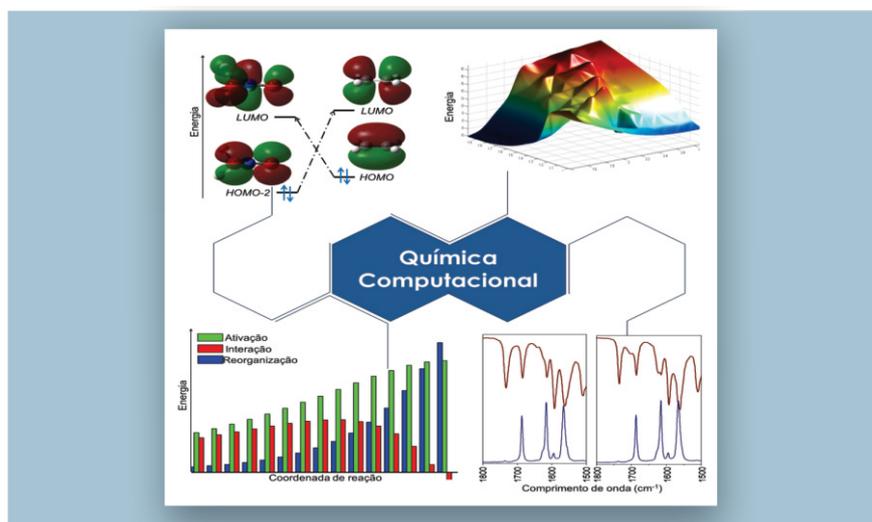
**Na Universidade Autónoma de Nuevo Leon, em Monterrey, no México**

de infraestrutura. E sempre dei sorte de encontrar excelentes colaboradores.

### Caderno - Quem ajudou? Como?

**Walkimar** - O início de carreira para um jovem pesquisador é sempre muito difícil. Estabelecer-se em um ambiente extremamente competitivo requer paciência, persistência e alguma competência. Naqueles anos iniciais foram fundamentais as colaborações que haviam sido construídas ao longo dos anos. Acho que esta regra vale até os dias atuais. Construir uma rede de colaboradores é essencial, mas para alguém que está em início de carreira é difícil encontrar pesquisadores mais experientes que ofereçam oportunidades sem uma contrapartida, como deve ser. Um outro ponto difícil é definir um projeto viável, interessante, factível e financiável, desvinculado do seu projeto de origem.

No meu caso sempre dei sorte de encontrar excelentes pesquisadores, que me apresentaram problemas desafiadores, permitindo desenvolver pesquisas interessantes e complementares com aquilo que faço.



**Modelagem**

### Caderno - Teve que mudar planos?

**Walkimar** - Diria que não. Sempre trabalhei naquilo que me dava e dá prazer. Sentar em frente a um computador e tentar identificar a natureza das moléculas, suas características, propriedades e segredos ainda é o que gosto de fazer.

### Caderno - Quais foram as suas maiores realizações? Decepções?

**Walkimar** - Minha maior realização do ponto de vista acadêmico é ver meus alunos bem formados, trabalhando e produzindo com qualidade. Este é um processo cíclico, que se repete já com alguns deles. Claro que tenho orgulho dos indicadores que atingi, como número de publicações, chegar ao posto de professor titular de uma grande universidade, reconhecimento da comunidade, etc. Tudo isto é muito bom, óbvio, mas é consequência do trabalho dos alunos. Dediquei boa parte do meu tempo também à gestão acadêmica e sou consciente que ajudei a construir uma universidade melhor, particularmente naquele setor que mais me encanta que é a pós-graduação. E isto também é motivo de orgulho.

Decepções? Poucas. Tristeza? Algumas. Mas não vale a pena lembrar. Os bons momentos foram e são tantos que não há espaço para as más

lembranças.

### Caderno - Como se interessou por Química Verde?

**Walkimar** - Como disse antes, meu caminho tem sido traçado pelos meus alunos e pelas colaborações que mantive ao longo dos anos. Já tive muita atenção em sistemas de interesse biológico porque havia alunos interessados neste tópico. Já trabalhei muito com catálise porque alguns colaboradores eram desta área. O mesmo acontece com a Química Verde. Já estive mais próximo do tema, depois afastei-me, agora me reaproximo outra vez. Faço parte de um INCT, o INCT MIDAS, que tem como um de seus focos a Química Verde. por coincidência apareceram em meu laboratório alunos cujo perfil se encaixam em trabalhos que estão relacionados à Química Verde. Daí o meu interesse mais direto neste tópico em tempos recentes. Claro que há também uma contribuição do ambiente atual. Mais do que nunca temos que ter ciência que o ambiente em que vivemos é esgotável, portanto, mais do que fazer pesquisa em Química Verde, temos que buscar um modo de fazer química que seja compatível com os princípios da Química Verde.

### Caderno - Quais são suas recomendações para quem seguir mesmo caminho?

**Walkimar** - As três características que já citei: paciência, persistência e alguma competência. Fazer ciência é um exercício que é contínuo, permanente, em um ambiente global, competitivo, no qual você está sempre sendo testado, avaliado, quantificado. Que requer dedicação e inventividade. Mas o resultado pode ser extremamente gratificante. Há algo melhor do que ver o seu nome estampado no topo de um trabalho científico de qualidade? É muito bom!



Grupo atual: Constituído por três docentes (Glaucio Braga Ferreira, Leonardo Moreira da Costa e Walkimar), 5 alunos de doutorado, 2 alunos de mestrado e 4 alunos de iniciação científica

# O Futuro das Biorrefinarias

## Perspectivas para os Processos de Conversão das Biomassas

**Luiz André Felizardo Silva Schlittler**  
*Faculdade SENAI CETIQT*

O aproveitamento dos diferentes tipos de biomassas para o benefício do homem é algo tão antigo quanto o uso do fogo e, ao longo dos milhares de anos, foi sendo diversificado e aperfeiçoado para atender as mais diversas necessidades. Contudo, a alimentação, a produção de calor e energia sempre estiveram no centro dos esforços tecnológicos, em vista do crescimento populacional constante que o mundo vem presenciando.

Ao longo do desenvolvimento da indústria moderna o foco principal permaneceu sobre estes três pilares e, em virtude da escassez de terras agricultáveis em muitos países industrializados, dos movimentos econômicos mundiais e das crescentes preocupações com as condições climáticas do planeta, se tornou necessário o uso ainda mais intensificado das biomassas como fontes alternativas de insumos para diferentes indústrias de transformação.

O termo Biorrefinaria surge como uma forma de definir o uso intensivo e diversificado das biomassas, em vista da riqueza de composição que apresentam. No entanto, apesar de ser um termo recente, seu conceito já vem sendo aplicado em diferentes segmentos, como o de papel e celulose e o sucroalcooleiro, em que a matéria-prima de origem vegetal tem suas diferentes frações convertidas em produtos de interesse.

O termo Biorrefinaria adquiriu notoriedade a partir da conversão das biomassas lignocelulósicas em etanol o qual, ao longo dos desenvolvimentos tecnológicos, também ganhou as denominações de Etanol Celulósico e Etanol de Segunda Geração. Foram intensos os investimentos em torno desta temática em vista do seu caráter estratégico, pois permite produzir energia de forma ambientalmente sustentável e por não competir pela disponibilização de terras agricultáveis

para a produção de alimentos.

Ao longo das décadas de 1990 e 2000, se observou uma verdadeira corrida mundial pelo desenvolvimento de tecnologias para a produção de Etanol de Segunda Geração que pudessem competir em custo com as convencionais, as quais utilizam fontes sacaríneas e amiláceas.

O Departamento Norte Americano de Energia (DOE) foi o grande responsável pelos avanços, e pela condução das políticas tecnológicas do governo dos Estados Unidos, que culminaram no surgimento de inúmeras empresas e a construção de unidades demonstrativas ao redor do mundo.

Com o amadurecimento do etanol advindo de fontes lignocelulósicas, grandes *players* entraram neste circuito de desenvolvimento. A sinergia entre fatores tecnológicos, econômicos e estratégicos estabeleceu um novo cenário capaz de aproximar empresas de segmentos distantes, como petróleo e biotecnologia. Não se pode deixar de mencionar que fomentos governamentais foram cruciais para os avanços em diferentes campos relacionados a esta temática. Porém, com o escalonamento dos processos em torno do etanol de segunda geração os esforços em pesquisa acadêmica começaram a perder força, e os grupos de pesquisas se voltaram para a busca de novas moléculas que poderiam ser produzidas a partir das biomassas.



**Luiz Schlittler**

FOTO: Arquivo ABQ

É importante destacar que as complexidades tecnológicas em torno da transformação das biomassas lignocelulósicas impuseram barreiras econômicas à Biorrefinaria, especialmente relacionadas à produção de *commodities*, cujos processos produtivos se consolidaram através do uso de matérias-primas sacaríneas (sacarose) e amiláceas (amido). Desta forma, as previsões do DOE de que as tecnologias para a produção de etanol de segunda geração teriam um custo inferior ao de primeira geração não se cumpriram.

Apesar da quebra de expectativa, não se pode deixar de valorizar a intensiva formação de mão-de-obra altamente qualificada que ocorreu ao longo das três últimas décadas. O etanol foi o vetor que permitiu o estabelecimento de um ambiente técnico favorável ao desenvolvimento de novos processos, produtos e aplicações em torno das biomassas residuais de composição lignocelulósicas.

A partir de 2004 o DOE publicou estudos em que foram elencadas inúmeras moléculas, denominadas de Blocos de Construção (*Building Blocks*), que serviu de norte para os diversos grupos de pesquisa no mundo. Destaca-se que, em primeiro momento, o butanol ganhou notoriedade pela versatilidade de aplicações, em particular no segmento de biocombustíveis, em vista de características energéticas, que o comparam à gasolina, quanto características produtivas e logísticas, que se assemelham ao etanol.

Contudo, a comunidade científica, desta vez, não concentrou esforços em um único alvo e partiu em uma jornada pela busca das especialidades químicas que pudessem ser produzidas a partir dos resíduos lignocelulósicos, e cujo valor de mercado mitigasse os custos de processamento. Ganharam notoriedade os ácidos orgânicos, solventes, polióis e outras classes de moléculas com aplicações em diferentes segmentos, que não apenas o energético.

Não obstante, é notório e indiscutível que as ciências da vida vêm agregando fundamental valor ao

desenvolvimento de processos produtivos de tal modo que, em futuro próximo, será responsável por uma nova revolução industrial. Já se podem mencionar casos em que a biotecnologia foi crucial para o desenvolvimento de matérias-primas cujas características permitem seu processamento mais facilitado e com menor demanda de energia, além de microrganismos capazes de produzir produtos mais específicos e de maneira mais eficiente. Assim, percebe-se que a biotecnologia moderna irá atuar em todos os elos da cadeia de uma Biorrefinaria.

A biotecnologia estará aliada a intensificação de processos, temática emergente que também terá um papel muito importante na redução dos custos de investimento das unidades e do processamento. De forma adjacente, a robótica, a nanotecnologia, o desenvolvimento de novos materiais e aplicações também norteará a condução de formas inovadoras de processamento. Assim, pode-se vislumbrar que o futuro das Biorrefinarias estará atrelado ao desenvolvimento associado entre química e biotecnologia, em seu sentido mais amplo. Um novo perfil do profissional será necessário e, desta forma, se faz necessário repensar sua formação.

Assim, o futuro da Biorrefinaria será bastante diversificado e sua estrutura não estará baseada em uma matriz unicamente energética. Claro que seria prematuro, ou mesmo leviano, afirmar que a produção de *commodities* energéticas não será contemplada, em vista de sua importância para a humanidade. Mas isto dependerá dos avanços tecnológicos, em seus mais diversos campos.



FOTO: Stylo Urbano



Luiz Dutra

# A química e o futuro do Brasil\*

Luís Eduardo Duque Dutra

*Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

Não faltarão recursos naturais, óleo e gás ao Brasil nas próximas duas décadas. Com petróleo importado e sem gás, segundo os dados de 2015, o País construiu a sexta maior indústria química do mundo, a segunda no “*off-shore*” e nos biocombustíveis. Frente ao êxito evidente, o risco é repetir os ciclos extrativos e deixar de aproveitar mais uma oportunidade, o que não seria um paradoxo. É o mal da abundância. O contraste entre Veneza e Nápoles intrigava o economista Antônio Serra no século XVII: no Norte, a riqueza das artes fabris, no Sul, a agricultura e o feudalismo sem futuro. A escassez de solo, em Veneza, e o oposto, em Nápoles, determinavam o destino das duas (1). Para o Brasil, em pleno século XXI, uma tragédia anunciada: com a maior província petrolífera descoberta nos últimos vinte anos, o minério de ferro de melhor qualidade, minas de quartzo, nóbio e terras raras, a maior biodiversidade do planeta e uma imensidão de terras aráveis, o País pouco faz para valorizar sua vantagem natural.

A química, a bioquímica, a química industrial e a engenharia química são capazes de fazê-lo. Contudo, após quase quinze anos de crescimento considerável da infraestrutura de pesquisa, na formação de novos cientistas e da atração de centros de P&D de multinacionais em domínios aplicados à produção de óleo, gás natural, químicos e agricultura, o fôlego se foi. A retração econômica brasileira e a queda súbita do preço do petróleo se combinaram e, a partir de 2015, reduziram os recursos públicos e privados dedicados à ciência e tecnologia. Se perdurar, na mesma velocidade

em que se construiu, será destruída a competência recentemente instalada.

A pesquisa no domínio dos biocombustíveis, do biogás, das biorrefinarias, da biorremediação, dos biofertilizantes, da eletroquímica e fotoquímica foi diretamente beneficiada pela conjunção de alguns fatores: inflação nos preços das matérias-primas, crescente interesse pela química verde, associada à ideia de descarbonização da sociedade e, por fim, incentivada pelos altos preços do petróleo até 2014. A atividade foi especialmente favorecida pelas obrigações de apoio ao desenvolvimento tecnológico dos contratos de concessão de petróleo e eletricidade. Em 2012, estimada pelo Ipea, a receita da infraestrutura de pesquisa nacional alcançou R\$ 1,4 bilhão, um recorde; a Petrobras respondeu por 23% do total. No mesmo ano, o financiamento somou R\$ 1,6 bilhão, dos quais R\$ 304 milhões em O & G e R\$ 205 milhões em energia renováveis (2).

A infraestrutura é nova, está disseminada nas universidades e institutos de pesquisas, conta com alguns centros de excelência, mas, ainda não dispõe nem do tamanho crítico, nem da articulação, imprescindível à sobrevivência.

No setor de energia renovável, entre a centena de laboratórios recenseados, onze pesquisam o aproveitamento da biomassa. À exceção do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia em Bioetanol, público e inaugurado em 2010, e do Centro de Tecnologia Canavieira, privado, antiga unidade de pesquisa da Copersucar, nenhum teve receita maior que R\$ 20 milhões em 2012 (a média foi de apenas R\$ 2 milhões).

\*Artigo traduzido pelo autor do Br. J. Anal. Chem., 2017, 4 (15), pp 6-7.

Difícil, com orçamento tão limitado, unidades pequenas e sem coordenação obterem resultados.

O desafio, imenso, com o barril de petróleo a cem dólares, torna-se hercúleo, com a queda pela metade do preço. Some-se a maior retração econômica do País e a reversão do ciclo das matérias-primas e produtos agrícolas, esta iniciada em 2012. A despesa em pesquisa é sempre a primeira cortada. Para 2017, nos biocombustíveis, elas não chegarão a R\$ 100 milhões e, na indústria química, nem metade disso. No setor de óleo e gás, em 2014, as obrigações em P&D alcançaram R\$ 1,4 bilhão, segundo a ANP (3). Em 2017, somariam R\$ 900 milhões, se toda a despesa fosse realizada, o que certamente não ocorrerá. Mesmo com a queda, a comparação revela a desproporção dos meios.

A única boa notícia é que, qualquer que seja o destino, não faltará laboratório, nem competência. As conquistas atuais, porém, não permitem aos biocombustíveis, bioderivados, biogás, biofertilizante e tudo mais competirem com os derivados de O & G. Até aqui, à espera da segunda geração e das biorrefinarias, somente a bioeletricidade, gerada pela queima da biomassa, encontrou espaço. Definitivamente, não é um grande avanço. Para ir além, cinco a dez anos de pesquisa serão necessários, os ativos estão instalados,

os cursos universitários se multiplicaram e os profissionais foram formados. Na falta de política pública, diante da conjuntura de crise e penúria de meios, certo é que não cabe à ciência se abster quanto ao futuro do País.

#### Referencias:

- (1) Citado por Reinert, Erick S. *Como os países ficaram ricos... e por que os países pobres continuam pobres*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2016, (p.48).
- (2) De Negri, Fernanda e Squeff, Flávia de Holanda (Org.). *Sistemas setoriais de inovações e infraestrutura de pesquisa no Brasil*. Brasília: IPEA, 2016.
- (3) <http://www.anp.gov.br/wwwanp/pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao/investimentos-em-p-d-i/recursos-financeiros-das-clausulas-de-investimentos-em-p-d-i> (acesso em 31 de maio de 2017).

#### Nota do editor:

Luís Eduardo Duque Dutra é Doutor em Economia pela Universidade de Paris-Nord, com especialização em Propriedade Intelectual pela WIPO Academy e Universidade de Turim e Professor Adjunto da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

## QUÍMICA VERDE em Cápsulas

Δ Motores moleculares podem ser acionados por luz ultravioleta, executando um movimento giratório que facilita a sua penetrando em células. Esta seria uma maneira de abrir caminho para a introdução de princípios ativos que atacam (ou, pelo menos, reduzem a ação) de agentes cancerígenos, uma das principais metas da indústria farmacêutica. Este é apenas um dos caminhos para uma gama de potenciais aplicações práticas de sínteses baseadas em fenômenos supramoleculares que foi aberto pelos premiados do Nobel do ano passado.



Δ Com relação ao Nobel deste ano, as notícias para pesquisadores brasileiros são bastante promissoras. O Centro Nacional de Pesquisa em Energia e

Materiais (CNPEM), em Campinas, SP, conta com um dos pioneiros da técnica de criomicroscopia eletrônica e instalações que podem ser utilizadas por grupos credenciados para investigar suas aplicações na Saúde, Farmácia, Química e Biologia. A resolução está próxima à escala atômica, crítica para o desenvolvimento de novos medicamentos.



Δ Enquanto o Nobel parece ainda distante de pesquisadores brasileiros cabe registrar a sua participação no Ig Nobel de biologia deste ano. A equipe japonesa que ganhou o prêmio pela descoberta de insetos com uma genitalia que inverte os papéis dos parceiros no ato sexual contou com

um pesquisador da Universidade Federal de Lavras e os insetos foram coletados em uma caverna no interior do país. Achou graça? A ideia é primeiro rir e depois pensar! Um caso emblemático é o do laser, que passou muitos anos como uma descoberta a procura de aplicações...



Δ "Hydrogen, El água prodigiosa!" está anunciada na Internet. Especialistas afirmam que embora não haja nenhum risco aparente em beber água com o gás dissolvido, seus benefícios também não são cientificamente comprovados. Cabe o registro que fabricantes de alimentos naturais estão colocando um elemento químico na sua propaganda!

# A Cultura de Inovação em Renováveis da Braskem

Roberto Werneck  
Braskem



A inovação é parte estratégica dos negócios da Braskem, que é a maior produtora de resinas termoplásticas das Américas, uma das maiores petroquímicas do mundo e líder mundial na produção de biopolímeros. Os resultados dessa vertente incluem o depósito de mais de 850 pedidos de patentes desde 2002 e a produção de polietileno de etanol da cana-de-açúcar, localizada em Triunfo-RS. O plástico verde está presente em mais de 80 embalagens de alimentos a higiene pessoal (por meio de empresas como J&J, Tramontina, Faber-Castell e a Tetra Pak) e a cada tonelada fabricada captura o equivalente a 3,09 toneladas de gás carbônico.

A produção do polietileno verde levou em conta a sustentabilidade desde sua concepção. Foi preparado um Código de Conduta para os fornecedores de etanol que enfatiza as boas práticas ambientais e sócio-econômicas consideradas adequadas à nova aplicação. Análises por laboratórios independentes comprovaram o teor de carbono renovável no produto, e sua sustentabilidade foi atestada por estudos de análise de ciclo de vida (LCA) executados por entidades independentes e submetidos a processo de “peer review”.

O Braskem Labs é outra iniciativa pioneira realizada para incentivar *startups* que desenvolvem soluções e tecnologias inovadoras - em plásticos ou químicos - com impacto socioambiental na saúde, moradia, mobilidade, segurança, entre outros segmentos. Os projetos selecionados têm acesso à capacitação e ao apoio na elaboração do *marketing* e do modelo de negócio, com foco no impacto social promovido e na viabilidade financeira do

empreendimento. Na primeira edição, em 2015, 38 empreendedores foram beneficiados com 30 horas de capacitação cada. A vencedora foi a empresa *ColOff*, que desenvolveu um revestimento de assentos sanitários e um kit coletor de material biológico para análises clínicas, a partir do Plástico Verde *I'm Green™* da Braskem. Outra ganhadora foi a *B-Rap*, que comercializa

caixas vazadas substitutas às estruturas de concreto na construção civil para armazenar, escoar e reutilizar águas pluviais.

Em 2016, o fomento do Braskem Labs foi ampliado para soluções de combate ao mosquito *Aedes aegypti*, vinculadas ou não com plástico ou química. A iniciativa recebeu 190 inscrições, um crescimento de 19,5% em relação ao ano anterior. Desses, doze projetos foram selecionadas para serem acelerados. Um dos participantes, a *Piipee*, tornou-se inclusive fornecedora da Braskem. Seu aditivo biodegradável dispensa o uso de água para eliminar a urina e foi implantado nos banheiros das plantas.

A *3DCloner* introduziu o assunto “impressão 3D” na Braskem e mantém um protótipo no centro de tecnologia da empresa desde a sua participação no Braskem Labs 2015. O Polietileno Verde passou a ser aplicado em uma impressora 3D na Estação Espacial Internacional. O projeto “Imprimindo o Futuro” foi desenvolvido em parceria com a *Made In Space*, empresa norte-americana que desenvolveu impressoras 3D para operação em gravidade zero e fornecedora da Nasa.

A inteligência artificial e a nanotecnologia são outras áreas cujos potenciais de aplicação são inúmeros



Imprimindo o Futuro (*Made In Space, 2017*)

e foram recentemente assimilados pela empresa através dos projetos *Giulia* (um bracelete que traduz o que o surdo diz para o ouvinte e o contrário) e *Nanovetores*.

Assim, além de promover o empreendedorismo, o Braskem Labs é uma boa oportunidade para a troca de conhecimento e para a identificação de possibilidades que vão além dos projetos específicos a que as soluções disruptivas estão sendo atualmente aplicadas.

A importância da reciclagem também foi enfatizada com a criação do projeto *WeCycle*, que une diversos elementos da cadeia de valor (a Braskem, os transformadores de plástico, clientes, empresas envolvidas na coleta e reciclagem) para criar soluções que aumentem o percentual de plástico efetivamente reciclado. O portfólio de produtos da Braskem já inclui resinas obtidas por reciclagem.

Além do bioetanol, cerca de 34 profissionais estudam, desenvolvem e testam a transformação do açúcar da cana em produtos químicos no laboratório da empresa em Campinas. A infraestrutura do laboratório inclui um robô de alto desempenho capaz de executar simultaneamente diversos experimentos e uma estrutura de fermentação e de análise química para que os estudos de biologia sintética possam ser comprovados. Para a pesquisa do biobutadieno, além da equipe em Campinas, dois pesquisadores da Braskem trabalharam por dois anos em *San Diego*, no laboratório

da *Genomatica*, startup americana de biotecnologia. Pelo acordo, será construída uma planta-piloto e uma planta demonstração se os resultados forem bem sucedidos nos próximos anos. Já para o isopreno verde, há um acordo de cooperação tecnológica com a americana *Amyris* e a francesa *Michelin*. As parcerias visam aumentar as chances de sucesso, a agilidade e o dinamismo na troca de informações e no cruzamento de tecnologias com custos competitivos no mercado e alta produtividade.

Por fim, em novembro de 2017, a empresa anunciou ao mercado um projeto para a produção de monoetileno glicol (MEG) a partir de açúcares de diversas biomassas. O projeto está sendo conduzido em parceria com a empresa *Haldor Topsøe*, e já avança para a construção de uma planta de demonstração na Dinamarca. O projeto obteve a atenção da imprensa especializada – chegou a ser chamado de *MEG(a) VENTURE* e de *MEG-nificent* em algumas manchetes. O MEG é um produto químico com um amplo espectro de aplicações, sendo mais conhecido como um dos reagentes usados para a produção do PET. Ao viabilizar uma rota renovável mais eficiente para a produção de MEG, Braskem e *Haldor Topsøe* contribuirão para o aumento da produção de bio-PET, plástico reciclável de alta demanda para a produção de garrafas e outros produtos. Assim, a inovação em renováveis na Braskem avança a passos firmes.

# Startups e o Mercado da Inovação em Química Verde

Adriana K. Goulart<sup>1</sup>, Ana Karolina M. Figueiredo<sup>1,2</sup> e Peter R. Seidl<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Escola de Química da UFRJ - <sup>2</sup> Agência Nacional do Petróleo (ANP)

## Introdução

As possibilidades e incertezas inerentes à comercialização de matérias-primas, tecnologias e produtos verdes conduzem à divergentes projeções de mercado sobre quais linhas de pesquisa em biotecnologia serão dominantes no futuro. O desenvolvimento de estratégias competitivas, de gestão tecnológica e de capacidades de detecção/apreensão de oportunidades promissoras são essenciais para que as empresas emergentes e estabelecidas aumentem a viabilidade e a participação de seus negócios em um mercado de rápidas transformações e muitas incertezas. Por isso, o tema deste caderno será sobre *startups* em química verde, bem como uma análise do mercado em que estão inseridas, incluindo as políticas públicas de incentivo e a relação dessas com empresas concorrentes já estabelecidas.

## O estado da arte das tecnologias renováveis

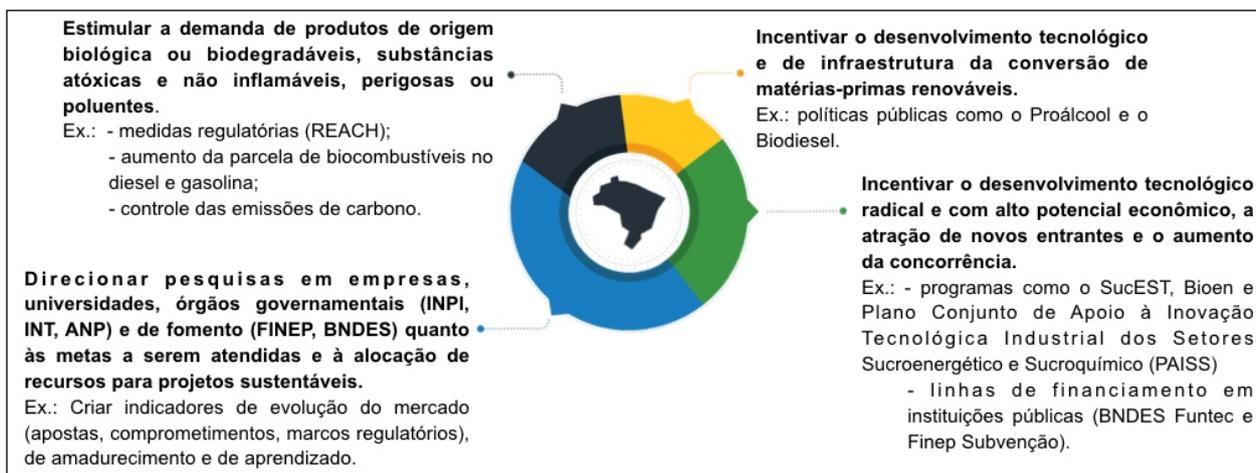
As indústrias de base biológica atuais são geralmente de pequeno porte, com baixa escala, curva acentuada de aprendizagem e ainda não dispõem de um único processo ou uma única configuração estrutural de cadeia de abastecimento para tratar todas as matérias-primas renováveis. Tais características representam uma desvantagem competitiva em relação à indústria de óleo e gás, uma vez que as frações derivadas da destilação e craqueamento da nafta atendem de forma estreitamente alinhada, flexível, otimizada e independente as produções de gasolina, diesel, combustível de turbina e olefinas, conforme demanda do mercado. A logística de suprimento - em função das infraestruturas localizadas perto da extração das matérias-primas e do mercado consumidor - e a redução

de preços das cadeias de óleo, gás e *shale gas* são fatores adicionais que têm impactado significativamente a competitividade das rotas verdes de produção.

É esperado que o processo de integração de diferentes indústrias de base biológica ocorra somente a longo prazo. Os principais desafios para aumentar a competitividade da transformação das matérias-primas renováveis em relação às fósseis envolvem, dentre outros fatores: superar as incertezas do “*layout*” do processo; conseguir integrar fornecedores e distribuidores; conciliar interesses econômicos da indústria a um impacto mínimo no ambiente e na saúde humana; elaborar modelos de negócios e estratégias complexas de estruturação; superar pressões para preservar as cadeias de matérias-primas já existentes; eliminar barreiras criadas por sistemas institucionais e regulamentares; e reduzir custos para implantar mudanças de infra-estrutura necessárias.

Para superar as barreiras de entrada e viabilizar economicamente a transição do petróleo para as biomassas é essencial que os governos, as organizações e as empresas implantem diretrizes estratégicas de longo prazo para a matriz energética do país. A criação de políticas e fomentos de incentivo à ciência, tecnologia e inovação, tais como os indicados na Figura 1 (na página seguinte), também é essencial para reduzir os riscos associados ao desenvolvimento simultâneo de várias possibilidades de mercados e processos, além de gerar demanda de consumo para as inovações.

Entretanto, o suporte financeiro público tem sido insuficiente para o avanço do setor no médio e curto prazo. Assim, é fundamental criar mecanismos para compatibilizar e agilizar os retornos privado e social dos investimentos em P&D de renováveis (principalmente os



**Figura 1 - Políticas Públicas e Fomentos de Incentivo à Inovação em Química Verde**

relacionados às inovações radicais), a fim de tornar tais tecnologias mais produtivas, competitivas e, conseqüentemente, viáveis em uma escala comercial como o RenovaBio, aprovado recentemente pela Câmara dos Deputados.

### Prospecção e o mercado das tecnologias verdes

No mercado americano, estima-se um aumento de 10% da demanda de biocombustíveis avançados nos próximos 20 anos e de 8% ao ano para produtos químicos convencionais oriundos de rotas biotecnológicas (ex. polietileno derivado da celulose, cana ou amido), biodegradáveis ou novos biopolímeros (como FDCA, PEF, PBS e solventes verdes). As vias de produção incluem o uso de microorganismos no seu estado natural ou modificados geneticamente (ex.: PHA, PHB), químicos intermediários de base biológica (PLA, Green PET) ou a aditivação de plásticos convencionais (Ecoflex e poliéster biodegradável da BASF). Apenas a transformação das algas em biocombustíveis, bioplásticos, fertilizantes, fármacos, cosméticos e alimentos para animais, além do tratamento de águas residuais, pode alcançar uma participação no mercado de US\$ 45 bilhões em 2023.

O *roadmap* tecnológico elaborado pela Braskem e a academia brasileira apontou que a preocupação com a emissão dos gases de efeito estufa tem favorecido a produção de biopolímeros convencionais a partir de matérias-primas renováveis (ex: polietileno a partir de etanol de cana). Enquanto a poluição visual gerada por plásticos no meio ambiente estimulam o consumo de

produtos biodegradáveis (como o PLA, PHA e PHB). Atualmente, US\$ 26 bilhões de bioetanol e biodiesel são produzidos por fermentação de amido (milho, trigo e outros cereais) ou açúcares (cana, beterraba), enquanto US\$ 15 bilhões correspondem a outros produtos químicos gerados por processos enzimáticos e fermentativos. Para biocombustíveis é esperado um crescimento de 14% ao ano para os próximos 5 anos.

Algumas linhas de pesquisa de interesse incluem a produção de ésteres e éteres de amido, dextrina, espessantes de alimentos, produtos intermediários de cosméticos, aditivos da produção de papel, biolubrificantes, biodiesel, solventes, adesivos, solventes, surfactantes, ácidos graxos, espirulina, astaxantina, carotenos, fitosteróis e triglicerídios. Outras frentes envolvem a produção de bio-óleo extraído das microalgas ou gerado por processos de pirólise ou reforma catalítica. O bio-óleo é conveniente para petroquímicas por também ser processado nas refinarias de petróleo. Demais tecnologias termoquímicas investigam a conversão via reação de *Fisher Tropsch* do gás de síntese a combustíveis, energia elétrica ou térmica e diversos produtos químicos (como DME, metanol, álcoois superiores, polímeros, entre outros).

Os investimentos de grandes companhias de petróleo (BP, Shell, Petrobras e ExxonMobil, especificamente) em biocombustíveis líquidos de primeira e segunda geração são, no curto prazo, menores do que os valores destinados para a exploração de novas fontes de origem fóssil (pré-sal, por exemplo) e

para a otimização de suas estruturas de refino e transporte. Ainda assim, os valores são expressivos para desenvolver a bioeconomia. Nesses casos, a exploração de fontes renováveis é geralmente motivada pela necessidade de respeitar os requisitos atuais da mistura do biodiesel (B5) e dos biocombustíveis (E20-25) e atender as metas de redução das emissões de carbono. Os investimentos não estão, portanto, focados em tecnologias disruptivas e ocorrem com maior frequência no Brasil, uma vez que o país já possui infraestrutura para a produção econômica de biodiesel e bioetanol e apresenta um volume disponível considerável de biomassas vegetais e animais.

A Petrobras Biocombustíveis S.A., por exemplo, tem investigado internamente na produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, gásóleo da palma e de biodiesel do óleo de palma, além de realizar pesquisas de biologia molecular e algas fotossintéticas.

Já a BP comprou ativos da *Corporação Verenum* para produzir bioetanol e biobutanol a partir de material celulósico e também tornou-se acionista da *Mendel Biotechnology* para que a mesma desenvolva matérias-primas vegetais capazes de produzir celulose com mais eficiência. A estratégia a curto e médio prazo das empresas, tais como a Clariant, a Rhodia-Solvay a Royal DSM, a Raízen e a GranBio, inclui a segunda geração de biocombustíveis e bioprodutos a partir de diferentes resíduos industriais (principalmente a partir de glicerol e lignina e a palha da cana-de-açúcar) por meio de processos enzimáticos, fermentativos, catalíticos, químicos ou termoquímicos. Já a longo prazo, espera-se que as grandes companhias, principalmente as petroquímicas, sejam capazes de produzir de forma independente e em larga escala, biocombustíveis líquidos e produtos bioquímicos rentáveis (como olefinas, solventes, aditivos de gasolina, resinas fenólicas ou fibras de carbono, BTX, etc.) de forma integrada e otimizada com a primeira geração.

Com relação aos combustíveis avançados, até o momento, estão sendo desenvolvidos por pequenas empresas de alta tecnologia. Tendo em vista que, em sua maioria, os recursos que dispõem atualmente são insuficientes para lidar com o aumento da concorrência

e da escala da produção, é provável que tais fatores conduzam à venda dos seus ativos para outras de maior segmento ou à realizar *joint ventures*.

### Parcerias

Para que empresas emergentes prosperem nesse ambiente de intensivas inovações é preciso superar incertezas relacionadas à diversidade de *know-how* tecnológico, de mercado, de infra-estrutura e de configurações rentáveis dos produtos e processos de produção envolvidos na formação da indústria das MPRs. Por isso, *startups*, instituições governamentais, universidades e empresas estabelecidas dos setores químico e petroquímico, petróleo e gás, papel e celulose, agronegócio (animal e vegetal), energia, biotecnologia, fármacos e de alimentos estão realizando parcerias e investimentos estratégicos para adquirir competências ou recursos complementares e benefícios mútuos, como a partilha de riscos e uma posição estratégica no mercado.

As empresas emergentes conseguem apoio financeiro para o desenvolvimento dos produtos, além de consultorias em gestão, logística, qualidade, escalonamento e *marketing* para a comercialização dos mesmos. Já o interesse de empresas estabelecidas deve-se à criação de oportunidades de negócios ou à substituição/melhoria dos processos e produtos tradicionais, a um custo menor, com maior pureza, produtividade e com menores índices de poluição e consumo de energia.

As companhias de óleo e gás e petroquímicas, em especial, por meios das parcerias, buscam, diversificar seus produtos e matérias-primas, seguir as atuais políticas públicas de proteção ambiental, de controle das emissões de carbono e de sustentabilidade, além de atender à crescente demanda mundial de combustíveis e de energia, preservando a posição de liderança no mercado. Por exemplo, as decisões estratégicas entre a *Du Pont* e a DSM foram feitas para promover a transição da indústria tradicional para a de base biotecnológica e a bioeconomia. A *Monsanto* e a *Novozymes* também se uniram para pesquisar e comercializar produtos de origem microbiana voltados à agricultura. A parceria chamada de *BioAg Alliance* visa



Figura 2 - Parcerias da GranBio

compartilhar investimentos e estruturas de organização do agronegócio.

A *AkzoNobel* é outra empresa que anunciou recentemente a cooperação com as *startups Lux Research* e *Delta* focando o desenvolvimento de novas oportunidades de negócios.

Para desenvolver e agilizar a comercialização de produtos *drop-in*, a *Koshla Ventures* - (empresa de engenharia de biomedicina) - realizou parcerias com a *Amyris*, *LS9* e *KiOR* em troca de capital de investimento e de conhecimento sobre a criação de incubadoras, o gerenciamento de grupos de diferentes áreas de atuação e de negócios. No acordo, a *Amyris* dedicou-se a produzir moléculas de combustíveis e a criar estratégias de capitalização e liderança em engenharia química e biologia sintética. Já a *KiOR*, a desenvolver processos de fracionamento das biomassas e conversão à bionafta com alto rendimento, baixo custo e em escala industrial. As frentes de pesquisa desenvolvidas nessa parceria incluem a produção de etanol a partir de milho e biomassa vegetal, usando tanto processos fermentativos quanto o gás de síntese oriundo da gaseificação de biomassas e a geração de combustíveis avançados (diesel, combustível de avião e gasolina) a partir de alga e biomassas lignocelulósicas.

A *Raízen* é o resultado de uma *joint venture* entre a *Cosan* e a *Shell*, cujos investimentos somam R\$ 237 milhões. Buscando integrar a produção do etanol 2G à 1G, construiu a primeira fábrica de etanol a partir do bagaço da cana-de-açúcar com capacidade de 42 milhões de litros anuais, aumento entre 30% a 35% a

produção do etanol. Seu modelo de negócio é diferente da GranBio, que é uma *startup* em escala industrial, com capacidade instalada de 82,5 milhões de litros anuais de etanol 2G, e pode ser definido como um conglomerado de empresas parceiras das áreas industrial, agrícola e de pesquisa, as quais estão descritas na Figura 2 acima.

### Startups em química verde

Segundo *Steve Blank*, uma *startup* é uma iniciativa, processo, produto ou projeto inovadores, os quais demandam um novo modelo de negócio estável, repetível escalável e lucrativo para seus empreendedores e investidores. Assim, nem toda empresa nascente ou pequena é uma *startup*. A Figura 3 (na página ao lado) contém as definições de alguns jargões usados nesses ecossistemas de apoio à inovação e ao empreendedorismo.

Estima-se que as mais de 41 aceleradoras existentes no país já investiram em média entre R\$ 45 mil e R\$ 255 mil por *startup*, um total de cerca de R\$ 51 milhões aplicados nos milhares de empreendimentos nacionais. São aceleradoras de destaque a *Artemísia* e *Dínamo*, cujos focos são a inovação social, a *Startup Farm*, a maior da América Latina com 200 milhões de dólares investidos em 200 *startups*, e a *InovAtiva Brasil*, que venceu a categoria de melhor aceleradora do país no *Startup Awards 2016*. A consultoria americana *Startup Genome* aponta que cerca de 1600 *startups* situam-se apenas na cidade de São Paulo, que o ecossistema na cidade é um dos 15 maiores do mundo e movimentou R\$10 bilhões em 2016.

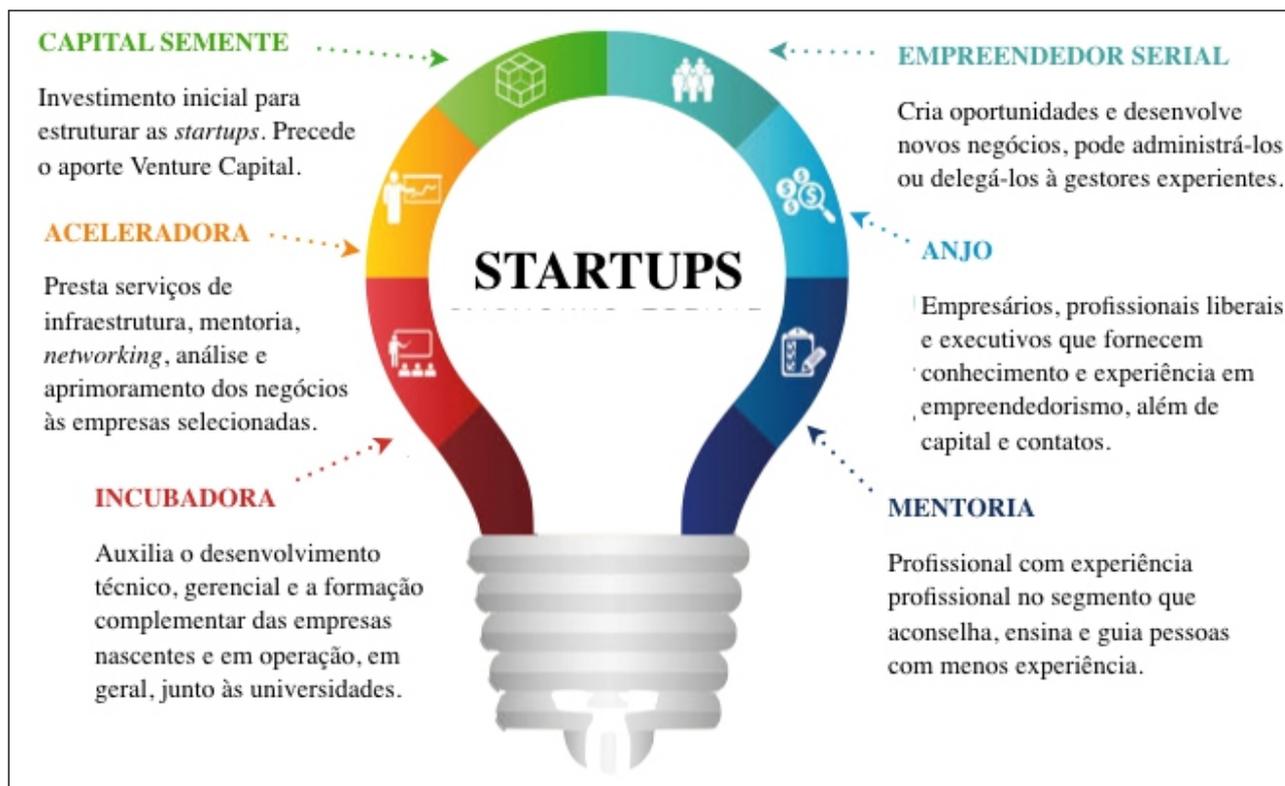


Figura 3 - Termos comuns dos ecossistemas de inovação

Minas Gerais ocupa o segundo lugar com 591 startups. Em geral, o sudeste brasileiro concentra a maioria das aceleradoras (71% sendo metade em São Paulo), seguido pelas regiões Nordeste (16%), Sul (10%) e Norte (3%).

Os setores de atuação mais comuns são, em ordem decrescente: tecnologia, educação, comércio e serviços, financeiro, indústria, agronegócio e turismo. Somente o agronegócio conta com cerca de 500 *startups*, as quais receberam US\$ 3,23 bilhões em investimentos em 2016. As áreas que mais se destacaram em termos de capital (50% do valor) nesse setor foram alimentos, robótica, mecanização e bioenergia, enquanto as que mais cresceram, foram biotecnologia, *softwares* para gestão agrícola e Internet das Coisas.

Adicionalmente, a ascensão das *startups* deve-se, principalmente, ao fato de que está mais barato empreender, há pouca barreira de entrada, as conexões em várias partes do mundo estão mais ágeis e fáceis, há vários *players* disputando um segmento tecnológico específico com alto potencial de retorno financeiro e aos vários programas de incentivo voltados à inovação de

processos e produtos promovidos pelo governo, órgãos de financiamento e indústrias, tais como os descritos na Figura 4, na página 16.

A produção de combustíveis, energia e produtos químicos a partir de matérias-primas renováveis tem introduzido no mercado global tecnologias mais promissoras, inovadoras, sustentáveis e muitas vezes com características superiores e com menores custos de produção do que a tradicional cadeia de óleo e gás. A difusão e o estabelecimento de indústrias emergentes em manufatura e serviços biotecnológicos deve-se à inúmeros fatores, dentre eles estão os recentes avanços científicos de *startups* que atuam com a padronização e a eficiência das técnicas de DNA recombinante, a cultura de organismos biológicos, a engenharia genética e agrícola e os processos e produtos bioquímicos e catalíticos.

Na indústria de base biológica, algumas *startups* visam a elaboração de apenas um tipo de produto ou operação com características específicas para atender a um determinado cliente, possuem um mercado mais restrito e precisam ser inseridas em cadeias de negócios estabelecidas.

**Inovativa Brasil**  
É realizado pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e executado pela Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (CERTI). Oferece capacitação, mentoria e conexão para negócios inovadores no Brasil. Inscreveram-se 1793 startups esse ano e 300 foram selecionadas por terem alto potencial inovador para o Brasil.

**Fibria Insight**  
Programa de inovação criado pela Fibria. Busca ideias, soluções e tecnologias inovadoras no setor de papel e celulose, tais como celulose microfibrilar e embalagem de fardos de celulose.

**Startups and Entrepreneurship Ecosystem Development (Seed)**  
Foi criado pelo governo de Minas em 2013. A *spin-off NetResíduos* faz parte dos 112 projetos apoiados pelo Seed, os quais juntos e em operação, já faturaram mais de R\$ 26 milhões. Sua proposta é um processo inovador para gerir resíduos da construção e indústria civis pelo celular, tablet ou computador.

**Pulse**  
Espaço *coworking* criado pela Raizen, em parceria com o grupo gestor *SP Ventures* e *Nxtp Labs* para acelerar startups de agronegócio.

**Start-Up Brasil**  
É promovido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) em parceria com aceleradoras. Entre 2013 a 2015, das 2.855 startups inscritas, 183 foram apoiadas. Este ano o programa ofereceu R\$ 9,7 milhões às 50 propostas, equivalente a uma bolsa de até R\$ 200 mil para cada.

**Mining Lab**  
Programa da Votorantim Metais de apoio às startups com soluções renováveis e nanotecnológicas aplicáveis às operações de mineração, energia e metalurgia da empresa. Nesse, a FIEMG (Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais) apoia a captação, acompanhamento e avaliação de 20 startups escolhidas. Os finalistas podem se tornar fornecedores ou receber investimentos para o desenvolvimento do negócio.

**Innovation Fair**  
Idealizado pela Dow para apoiar projetos inovadores em universidades, empresas juniores e startups de tecnologias sustentáveis em: Alimentos Frescos, Agricultura, Segurança Hídrica, Construção e Infraestrutura, Produtos Químicos Renováveis, e Materiais Processos e Produtos Químicos.

**Criatec**  
O fundo de capital semente do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e o Banco do Nordeste do Brasil (BNB) para apoiar negócios inovadores, tais como o *Amazon Dreams*, processo diferenciado de purificação de antioxidantes a partir de frutas e folhas da floresta amazônica, desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal do Pará.

**Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil)**  
Estimula startups sustentáveis brasileiras a fazer parcerias, cooperações e trocar experiências com investidores globais participantes da rede *Sustainable Brands*, a fim de promover inovações em setores estratégicos da economia nacional.

**Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)**  
Destinou R\$ 50 milhões para alavancar 50 startups em temas como biotecnologia, educação, cidades sustentáveis, jogos eletrônicos, energia, química, tecnologias submarinas para petróleo e manufatura avançada.

**SESI/SENAI**  
Possui um edital interno para apoiar startups biotecnológicas. A Plankton Brasil, por exemplo, está sendo incubada no ISI Química Verde e busca a produção de ativos de alto valor agregado a partir de microalgas, utilizando tecnologias para intensificação de processos. Outra cooperação é com a americana *Hysummit Corporation* para um protótipo de sistema tratamento de efluentes com CO<sub>2</sub> que gere hidrogênio. As parcerias também incluem projetos na área de nanotecnologia e de petróleo e gás.

**Imagine Chemistry – AkzoNobel Chemicals Startup Challenge**  
A *Akzo Nobel*, em parceria com a KPMG e a Lux Research, acelera startups tecnológicas que atuam desde a reciclagem de plásticos até o desperdício de água em plantas químicas industriais. O programa recebeu inscrições de mais de 200 empresas. Dessas, dez tiveram suas ideias desenvolvidas no Centro de Inovação Aberta da empresa na Holanda. Três vencedores, todas americanas, assinaram acordos de parceria com a empresa: A startup *Ecovia Renewables* produz ácido poliglútmico (essencial para produtos de higiene pessoal) por fermentação. A *Industrial Microbes*, microrganismos geneticamente modificados que transformam CO<sub>2</sub> e gás natural em produtos químicos plataforma, como o óxido de etileno. Já a *Renmatix*, usa água pressurizada para quebrar a biomassa de plantas e transformá-las em produtos celulósicos.

Figura 4 - Programas Nacionais de Aceleração de Startups

O mesmo ocorre com *startups* de perfil *drop in*, as quais produzem produtos e biocombustíveis semelhantes aos petroquímicos, de forma que dispensam adaptações ou investimentos em infraestruturas de distribuição, equipamentos ou processos. Um exemplo é o bioetanol e biodiesel da primeira geração, além de isoprenóides, butanol, propanodiol, epiclorigrina, butanodiol, ácido láctico, ácido succínico, entre outros produtos químicos.

As *startups* de perfil produtor almejam a aquisição de diferentes produtos químicos aplicáveis à vários mercados. A maioria possui acesso limitado a recursos financeiros e administrativos e pouca familiaridade com os mercados internacionais e *anti-trust*, logo alcançam mais receitas em segmentos de baixa demanda de mercado. Esse modelo de negócio possibilita estabelecer relações com uma ampla carteira de clientes, porém demanda mais tempo, recursos e maior esforço para ganhar aceitação e participação no mercado.

Algumas *startups* nacionais e internacionais em química verde que receberam premiações ou destaque na mídia estão reunidas na Tabela 1 na página 18.

### Bibliografia

BENNETT, S.J.; PEARSON, P.J.G. From petrochemical complexes to biorefineries? The past and prospective co-evolution of liquid fuels and chemicals production in the UK. *Chemical Engineering Research and Design*, v. 87, n. 9, p. 1120-1139, 2009.

BOMTEMPO, J.V. Estrutura e Dinâmica do Setor. Relatório para o programa Brasil Maior – Agenda Tecnológica Setorial. ABDI/CGEE. 2013.

BOMTEMPO, J.V.; OROSKI, F.; ALVES, F.C. Developing new platform chemicals: what is required to a new biobased molecule to become a platform in the bioeconomy?. *Faraday Discussions*, 2017.

BOMTEMPO, J.V.; OROSKI, F.; ALVES, F.C. Innovation dynamics in the biobased industry. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, v. 1, n. 1, p. 19, 2014.

BOMTEMPO, J.V.; OROSKI, F. Economia das matérias-primas renováveis. Notas de aula. Pós-graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos

(EPQB), Escola de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, 2016.

BOMTEMPO, J.V. Blog Infopetro. 2017. Disponível em: <<https://infopetro.wordpress.com/?s=%22outros+textos+de+Jos%C3%A9+Vitor+Bomtempo+no+Blog+Infope tro%22>> acesso em 16 nov. 2017.

COUTINHO, P.; BOMTEMPO, J.V. Roadmap tecnológico em matérias-primas renováveis: uma base para a construção de políticas e estratégias no Brasil. *Quim. Nova*, v. 34, n. 5, p. 910-916, 2011.

DOS SANTOS PEREIRA, F.; BOMTEMPO, J.V.; ALVES, F.C. Programas de subvenção às atividades de PDI: uma comparação em biocombustíveis no Brasil, EUA e Europa. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 14, p. 61-84, 2015.

EBC Agência Brasil (2017). Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa-e-inovacao/>> acesso em 31 out. 2017.

GEELS, F.W. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research policy*, v. 33, n. 6, p. 897-920, 2004.

LEITE, L.F. Os baixos preços do petróleo e gás natural afetam a competitividade dos renováveis. *Química e Derivados*. 2016. Disponível em:

<<https://www.quimica.com.br/renovaveis-os-baixos-precos-do-petroleo-e-gas-natural-afetam-competitividade-dos-renovaveis/2/>> acessado em 01 nov. 2017.

MELÉNDEZ, J.; LEBEL, L.; STUART, P.R. A Literature Review of Biomass Feedstocks for a Biorefinery. *Integrated Biorefineries: Design, Analysis, and Optimization*, p. 433, 2012.

OBERLING, D.F. et al. Investments of oil majors in liquid biofuels: The role of diversification, integration and technological lock-ins. *Biomass and bioenergy*, v. 46, p. 270-281, 2012.

REGALBUTO, J.R. The sea change in US biofuels' funding: from cellulosic ethanol to green gasoline. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, v. 5, n. 5, p. 495-504, 2011.

SMITH, A.; STIRLING, A.; BERKHOUT, F. Governing sustainable industrial transformation under different transition contexts. In: *Governance for Industrial Transformation. Proceedings of the 2003 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change*. 2004. p. 113-132.

STARTSE (2017). Disponível em: <<https://conteudo.startse.com.br/>> acesso em 31 out. 2017.

Nome da Startup	Descrição
Logos Technologies (EUA)	Biossurfactantes naturais provenientes de fermentação.
MISQ (Holanda)	Uso da grama <i>Miscanthus</i> como fonte sustentável de celulose.
Peel Pioneers (Holanda)	Produtos químicos derivados de biomassas cítricas.
Aquabax Enterprises (Quênia)	Nano-sílica modificadas de celulose.
Renmatix (EUA)	Oligômeros de celulose gerados por hidrólise com água supercrítica.
Logos Technologies (EUA)	Surfactantes produzidos por fermentação.
Ecovia Renewables (EUA)	Ácido poliglutâmico verde.
Industrial Microbes (EUA)	Biocatálise do eteno à óxido de etileno.
ANTECY (Holanda)	Conversão de CO <sub>2</sub> à metanol.
T2 Energy (EUA)	Produção de químicos a partir de rejeitos com algas.
MadeBiotech (Portugal)	Valorização de recursos naturais e o uso de algas para criar, através da biotecnologia, refinarias integradas.
Modern Meadow (EUA)	Células com sequência de DNA alterada para fabricar colágeno, proteína estrutural de um couro sintético.
Numaferm (Alemanha)	Produção biotecnológica de peptídeos, ativo usado em cosméticos e fármacos.
Cycladex (EUA)	Nanomáquina de alfa-ciclodextrina, que se liga de forma seletiva e rápida ao ouro, em temperatura ambiente e sem cianeto.
Brasil Ozônio (Brasil)	Tratamento com ozônio de água, ar e efluentes industriais, água de lavagem de minas de carvão, de carrapatos no gado, entre outras aplicações.
Itatijuca Biotech (Brasil)	Extração de metais por bactérias <i>Thiobacillus ferrooxidans</i> e <i>Thiobacillus thiooxidans</i> , de cobre e ouro em minérios oxidados e sulfetados, pré-tratamento de minérios e concentrados refratários de ouro e soluções para a drenagem ácida de minas, a contaminação por arsênio, entre outros problemas ambientais.
Maxprotein (Brasil)	Produção de concentrado protéico de alta solubilidade, a partir de oleaginosas (algodão e soja), para nutrição animal.
PrintGreen3D (Brasil)	Filamento inovador e sustentável para impressoras 3D, composto 75% por PET reciclável.
Ambievo (Brasil)	Descontaminação de solo e limpeza de tanques de armazenamento de petróleo e derivados por solução derivada de terpeno.
Cellco (Brasil)	Enzimas e reagentes para pesquisas de biotecnologia na academia e na indústria.
GB Eco (Brasil)	Processos de remediação por condutividade térmica (volatiliza organoclorados e BTX no solo e água subterrânea) e extração de contaminantes à vácuo.
Ecosynth (Brasil)	Purificação de água, esgoto, remoção de óleos de efluentes e plantas de filtração.
KIT hospitalar (Brasil)	Biodetergente enzimático + Luminol-UFRJ para identificar ou remover sangue oculto em ambiente hospitalar ou em perícias criminalísticas.
LEV-D (Brasil)	Organismos geneticamente modificados que produzem princípios ativos para medicamentos (como o Calcitriol - trata hipocalcemia em doentes renais).
Koop Technologies (Brasil)	Soluções para purificar produtos biotecnológicos gerados na Indústria Farmacêutica, Química Fina e Biotecnológica.
Vital Produtos Químicos (Brasil)	Produção enzimática de ácido lactobiónico a partir de lactose, usado em convites de órgãos para transplante e cosméticos.
Piipee (Brasil)	Solução biodegradável que atua nas características físico-químicas da urina (remove o odor e a coloração sem água).

Tabela 1 - Startups em Química Verde

## Aluna da Escola de Química da UFRJ ganha o Prêmio Professor Arikerne Rodrigues Sucupira na Sétima Edição do Encontro da Escola Brasileira de Química Verde

Estevão Freire

Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro

A Escola Brasileira de Química Verde – EBQV - foi criada a partir de estudos conduzidos pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE, que culminaram com a publicação “Química Verde no Brasil 2010- 2030”. A partir daí a EBQV tem promovido encontros anuais desde 2011. Todos os encontros foram realizados no estado do Rio de Janeiro, com exceção do 5º e 6º Encontros, que ocorreram em Campinas, SP.

O 1º Encontro estabeleceu as áreas de atuação da EBQV a partir do estudo do CGEE e traçou seu plano estratégico de longo prazo. O 2º Encontro abordou as demandas das empresas brasileiras em termos de química verde e o 3º Encontro analisou metodologias de ensino, estratégias de integração universidade-empresa e tecnologias para a conversão de biomassa.

A partir do 4º Encontro, os temas abordaram aspectos específicos dentro do universo da Química Verde, além de ter uma sessão de trabalhos apresentados sob a forma de pôsteres. O melhor trabalho, escolhido a partir de uma comissão formada por membros de instituições de pesquisa e da academia,

receberia o Prêmio Professor Arikerne Sucupira, que foi concebido para auxiliar estudantes da área da química, a vencer dificuldades de natureza econômica nos seus estudos acadêmicos. O Prêmio em nome de Arikerne Rodrigues Sucupira representa uma homenagem a um professor que exerceu um relevante papel na formação de pelo menos duas gerações de profissionais que hoje atuam na área, tanto na Academia, quanto na iniciativa privada.

Sucupira atuou na promoção e divulgação da Química e suas aplicações através da Associação Brasileira de Química, na regulamentação da profissão junto ao Conselho Federal de Química e ao Conselho Regional de Química-3ª Região, em atividades de ensino e administrativas no Departamento de Processos Orgânicos da Escola de Química da UFRJ e do Departamento de Físico-Química do Instituto de Química da UFF. A sua família doou um volume considerável de recursos a fundo perdido para a criação do Prêmio Professor Arikerne Sucupira.

### Peter Seidl, Coordenador da EBQV, em sua apresentação na abertura do 7º Encontro



FOTOS: Arquivo EBQV



### Sessão de pôsteres do 7º Encontro

O 4º Encontro, com o tema “Matérias primas renováveis para a indústria química” buscou analisar as oportunidades da indústria química brasileira em mercados mundiais de matérias primas produzidas a partir de fontes renováveis.

O 5º Encontro, com o tema “A Biomassa lignocelulósica como matéria-prima para a indústria química renovável” teve como objetivo discutir temas relacionados ao processamento químico e biotecnológico da biomassa lignocelulósica e suas correntes de processo.

O 6º Encontro teve como tema “Biorrefinarias: a matéria prima definindo o processo”, focalizando diferentes possibilidades de configuração de biorrefinarias a partir de diferentes matérias-primas.

O 7º Encontro, realizado nas instalações do

Instituto Nacional de Tecnologia (INT), no Rio de Janeiro, teve como tema “Novos processos para a indústria de renováveis”, focalizando novos processos químicos e bioquímicos para a indústria de renováveis. Neste último Encontro, 23 trabalhos submetidos na forma de pôster foram avaliados segundo os critérios constantes do Edital do prêmio - enquadramento da temática abordada do evento; estrutura e apresentação dos conteúdos e relevância e impacto científico ou tecnológico do trabalho.

O trabalho vencedor foi “Reaproveitamento de resíduo oriundo de um subproduto da indústria de caju para produção de inibidores de corrosão para aplicação em fluidos de perfuração”, de Luana Barros Furtado, aluna de doutorado da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

**VII ENCONTRO DA ESCOLA BRASILEIRA DE QUÍMICA VERDE**

Novos processos para a indústria de renováveis

9 e 10 - Out/2017  
INT - Rio de Janeiro - RJ

# ENEM: Avanços e retrocessos

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), realizado nos dias 5 e 12 de novembro de 2017, é a porta de entrada para a maioria das universidades brasileiras que não estão vinculadas ao Estado de São Paulo. Face ao seu enorme impacto sobre o ensino médio, o Enem é um dos veículos acompanhados de perto pela Escola Brasileira de Química Verde (a outra é a Olimpíada Brasileira de Química). Ambos vinham Introduzindo questões sobre química verde despertando o interesse de escolas e alunos. Entretanto este ano parece ter sido diferente. O Caderno de Química Verde solicitou comentários de pessoas que conhecem bem o assunto.

\* \* \*

O Caderno conversou com Caroline Moreira Gomes que participou do Enem deste ano. Ela tem 17 anos e está no 3º ano do ensino médio no Colégio Pedro II - Campus Engenho Novo desde 2007 e toma parte na Maratona Brasileira de Química desde 2015, ficando em 4º lugar este ano. Também realizou um estágio na Escola Brasileira de Química Verde e foi monitora de Química no colégio por um ano, realizando um projeto voluntário de organizar o laboratório (notícia do jornal Extra).

**Caderno** - Como você está se sentindo ao final do Enem?

**Caroline** - Minha maratona de Enem acabou quando completei a última parte. Fiz uma boa prova, mas preciso esperar o gabarito e o resultado final. Ainda estou me sentindo ansiosa e pressionada porque como a nota é

calculada pelo sistema TRI (Teoria de Resposta ao Item), as médias finais dependem do acerto de todos os outros alunos. Porém estou um pouco mais tranquila, o pior já passou.

**Caderno** - Como se

preparou para o Enem?

**Caroline** - Durante o ano resolvi algumas provas anteriores e estudei pelo padrão das matérias que sempre caíram. Infelizmente esse ano a banca de preparação da prova mudou, e as questões foram bem diferentes, mais conteudistas e exigindo mais conhecimento técnico, o que pegou todos de surpresa. Assim como na redação, na qual consegui fazer bem e acho que vou tirar uma boa nota. Agora preciso controlar minha ansiedade e esperar as notas.

**Caderno** - O que achou da prova de química? Química Verde caiu?

**Caroline** - Achei um pouco difícil, embora tenha conseguido fazer todas as questões. Caíram: eletrólise, reações orgânicas, estequiometria, etc. Incluía uma questão de cromatografia, assunto abordado só em faculdade. Infelizmente não caiu nada relacionado a Química Verde.

**Caderno** - Quais as suas sugestões para quem pretende se preparar para o Enem do ano que vem?

**Caroline** - Estudar desde o início do ano, visando as matérias mais importantes e as que mais caem nas provas, sem deixar para a última hora. Fazer simulados com o mesmo número de questões para treinar o tempo, porque no dia a hora passa depressa. Fazer redações ao longo do ano e pedir para algum professor corrigir, buscando melhorar o desempenho para não perder tempo na hora da prova. No dia, fazer as questões mais fáceis primeiro e pular as difíceis, para não se enrolar no tempo. Separar 30 minutos para preencher o cartão resposta. Levar o mínimo de coisas possíveis, um lanche leve para não atrapalhar, por exemplo. Chegar cedo no local de prova, para escolher um bom lugar e não correr o risco de atrasar. Não ter pressa, fazer as questões com calma e ler a pergunta antes de ler o texto, isso ajuda no tempo. E por fim, não pensar no Enem como algo que defina sua vida, isso ajudará a enfrentar esse desafio pois diminui a cobrança e a pressão, lembrando que nenhuma nota define sua capacidade.



Carolina Moreira

FOTO: Arquivo ABQ



FOTO: Arquivo ABQ

Luis Carlos Abreu Gomes

Luis Carlos Abreu Gomes é Professor da SEDUC-RJ e do Colégio Pedro II e é o responsável pela Olimpíada Brasileira de Química no Rio de Janeiro. Fez recentemente o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Tem larga experiência no ensino médio, inclusive com aulas em situações de risco.

**Caderno**—O que nos diz do Enem desse ano?

**Luis Carlos** - Prova muito difícil, sem nenhuma interdisciplinaridade e totalmente conteudista. Muito distante da realidade da maioria dos colégios do país, mas já se esperava isso, em função de quem foi contratado para elaborar a prova. Talvez um dia o governo, veja a real situação do ensino médio no país e faça uma prova coerente.

\* \* \*

Frederico Anderson Passos Schoene é Professor de Química há muitos anos na Escola SESC e na Rede FAETEC. Tem o MSc em Ciência e Tecnologia de Polímeros e é Gestor Ambiental.

**Caderno**—Quais seus comentários sobre o Enem?

**Frederico** - Concordo com Luis Carlos adicionando que, até em boas escolas, houve dificuldade de resolver as questões pelos melhores alunos e que este fator causou um nervosismo desnecessário, impedindo assim a real avaliação do que aprenderam durante as aulas. Me pergunto para quem isso é bom? Para um país que sofre as suas mazelas e cada vez mais as oportunidades são

diminuídas por parte da classe dominante. Isso é muito triste para quem é educador, veio de família humilde e sempre conquistou seu espaço por trabalho e estudo.

O Enem foi criado com o objetivo de oportunizar uma prova que prezasse as competências e habilidades do estudantes de forma a transformar a visão conteudista das escolas. Durante muito tempo isso foi possível graças ao grupo que montava a prova com esse objetivo. Porém, esta última prova, a meu ver, foi o "enterro" de todas as tentativas de se ter uma igualdade de possibilidades entre estudantes de todas as classes e, portanto, de todas as escolas, públicas e privadas. Com uma prova difícil, cada vez mais conteudista, que sofreu pressão por parte das universidades e donos de "cursinhos" o Enem voltou a ter um cunho vestibulesco. A única coisa que ainda oportuniza uma melhora neste panorama é o TRI (trata-se de um sistema capaz de analisar as questões que o estudante respondeu corretamente ou próximo disso e dar um peso específico para seus acertos).

Segundo os especialistas nas diversas áreas, a prova deste ano foi uma das mais difíceis dos últimos anos. As questões de química, por exemplo, abarcavam conteúdos de todo o ensino médio, com uma ênfase aos cálculos. É preciso entender melhor esta avaliação buscando pesquisas específicas como, por exemplo: Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Uma análise crítica, disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172015000101101](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172015000101101).



Frederico Schoene

FOTO: Arquivo ABQ

# QUÍMICA VERDE

## nas Empresas

### Programa de Aceleração Pulse

Giuliana Chorilli, Raízen

O Pulse nasceu com o objetivo de contribuir para o fortalecimento do ecossistema de inovação em Piracicaba e região. Enquanto pioneira e líder de mercado, a Raízen assume o compromisso de nortear a evolução do setor sucroenergético, ao investir em tecnologias disruptivas com capital intelectual e acesso a oportunidades. O programa tem como objetivos: oxigenar as ideias para observar tendências, iniciativas e práticas que enriquecem o setor; alimentar o espírito empreendedor dos colaboradores e os conectar às tendências tecnológicas (mudança de *mindset*); manter o constante monitoramento e análise (*screening*) de oportunidades para nossos negócios, atraindo os melhores empreendedores/*startups*.

No primeiro ciclo, o foco é a seleção e a aceleração de *startups* com oportunidades diversas em todo setor do agronegócio, em escalas piloto e de teste, mas há planos para ampliar o escopo de atuação. Mais de 400 inscrições foram recebidas e hoje 13 *startups* estão associadas ao Pulse, sendo que 05 são aceleradas. Para a inscrição é preciso disponibilizar um protótipo funcional e não existem tecnologias priorizadas. Para a aceleração avalia-se o potencial do empreendedor, seu nível de maturidade e o potencial de mercado/negócio da tecnologia, além de sua escalabilidade. A partir daí, cada *startup* segue uma trilha única que pode durar

entre 06 meses e um ano. O Pulse possui dois formatos de interação e conta com mais de 30 executivos capacitados para atuar como mentores. No modelo de associação, as *startups* têm acesso a programações modulares de conteúdo e *networking* adequadas às suas necessidades e podem utilizar o espaço sem nenhum custo. As que estão dentro do modelo de aceleração, recebem um acompanhamento mensal.

O grande desafio do Pulse é contribuir para a difusão da cultura de inovação para o ecossistema. Precisamos que todos os interessados estejam na mesma página, seja a *startup* entendendo o lado da grande empresa, ou os executivos de grandes empresas entendendo sobre a lógica *lean startup*, *mvp*, prototipagem, etc. A entrada das *startups* no mercado já é uma grande barreira por si só. Muitos empreendedores tem bons produtos, mas a barreira do primeiro cliente é muito grande. É preciso identificar um cliente que aceite participar da jornada de desenvolvimento e teste do produto, dê feedback e contribua para o crescimento do negócio.

Felizmente, o ecossistema de inovação brasileiro está cada vez mais organizado e estruturado. Então quando precisamos chamar profissionais específicos, acessamos nossa rede e buscamos indicações. Cada vez mais encontramos abertura para trabalharmos de forma colaborativa para a geração de produtos inovadores e que impactam o setor como um todo.

Estamos, inclusive, com ótima abertura com as universidades, principalmente via suas incubadoras, núcleos de inovação. Temos recebido a visita de vários professores interessados em aproximar seu grupo de pesquisa ao mundo do empreendedorismo inovador. A aproximação é essencial para podermos gerar oportunidades de aplicação de conhecimento e tecnologias no mercado.



Ambiente de inovação Pulse

# QUÍMICA VERDE

## nas Empresas

### *Biohacker*, sistemas de inovação em biotecnologia

Guilherme Monteiro e Caroline Gonzaga, Hub de Inovação da UFRJ

Andrés Ochoa, SyntechBio Network

Esses locais de inovação são comumente conhecidos como espaços *maker* e *fab lab*, onde prevalecem o compartilhamento livre e descentralizado de conhecimentos e ativos entre colaboradores interessados em desenvolver soluções produtivas, eficientes e com baixo impacto ambiental.

O modelo proposto é baseado em uma lógica de reunião e convergência de competências para resolver problemas, gerar conhecimento e discutir caminhos para a implementação de práticas produtivas com menor impacto ambiental e maior eficácia operacional.

O "biohacker" é uma das áreas de interesse, surgiu do movimento *DIY-Bio* (*Do-it-yourself biology/Biologia de garagem*), tornando-se propulsor

do compartilhamento da ciência biológica, e atualmente está associado ao desenvolvimento de tecnologias de baixo custo ou relacionadas, por exemplo, à Engenharia Genética, Biologia Molecular ou Celular (animal ou vegetal), Biotecnologia, Microbiologia, Física, *Design*, Matemática, Biologia Sintética ou Bioinformática.

Algumas vertentes realizam experimentos para encontrar soluções, outras desenvolvem equipamentos baratos (como o projeto Conector Ciência), montam laboratórios coletivos (como a *startup Prometheus Science*) e há as interessadas nas modificações corporais tecnológicas (implantação de chips, ímãs, circuitos eletrônicos e substâncias químicas no corpo).

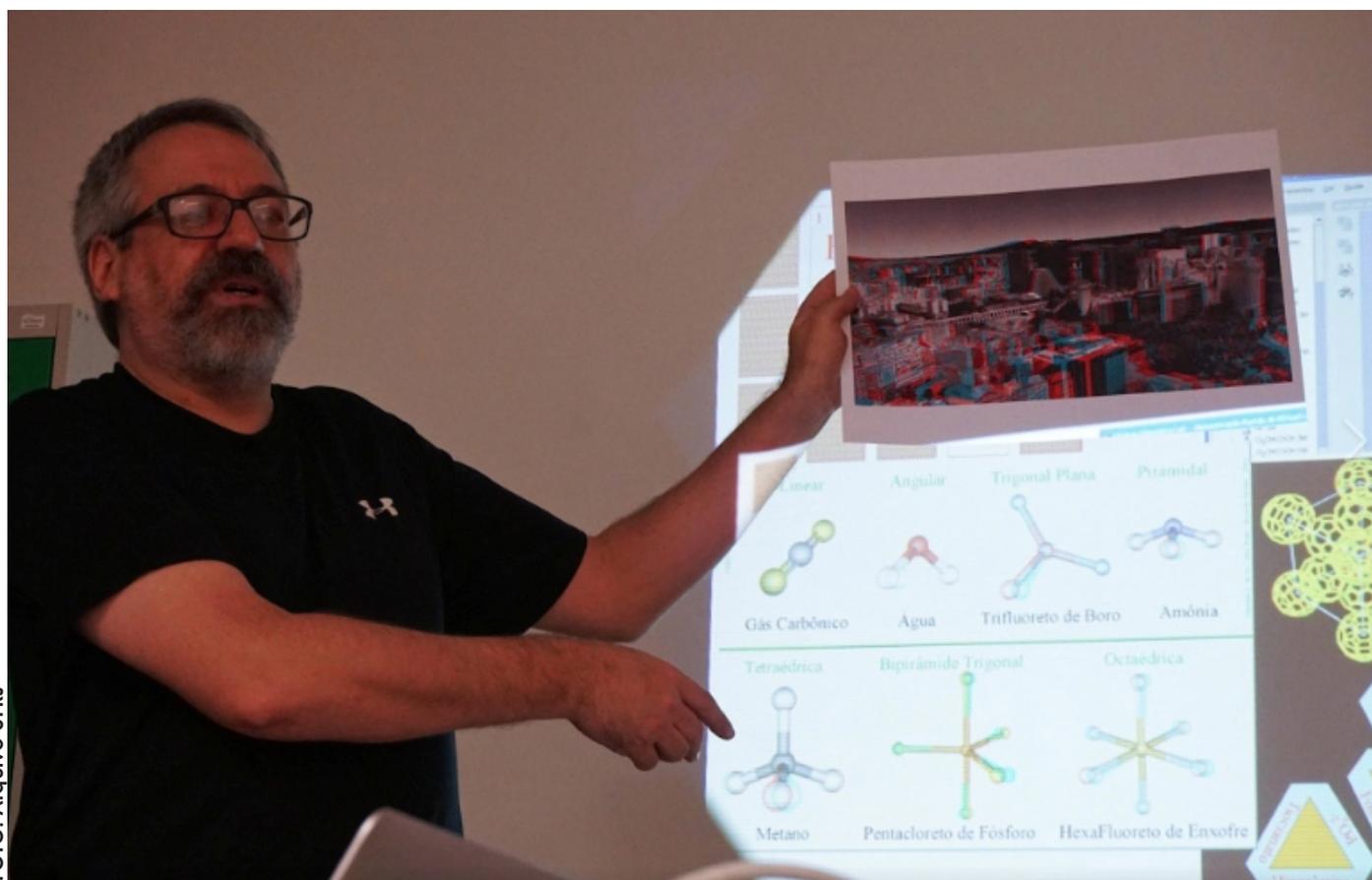


FOTO: Arquivo UFRJ

**Professor Ricardo Michel do Instituto de Química da UFRJ fala no HUB UFRJ sobre a disciplina "Desenvolvimento de Material Didático para Ensino de Ciências", a criação de equipamentos para laboratório na lógica "faça você mesmo", a educação *steam* e as aplicações de arduino e impressão 3D na Química**

# QUÍMICA VERDE nas Empresas

Essas linhas de inovação são fundamentais para a produção de biomateriais (órgãos artificiais, biotécidos ou biofilmes produzidos por microrganismos, como o couro de *Kombucha*), neurotecnologias, biocombustíveis (biodiesel de algas), remédios (insulina (*Open Insulin*)), biosensores (bioluminescentes), alimentos (extração e sequenciamento de DNA de carnes ou frutas, ou a produção de fungos *Pleurotus spp*), bebidas (microrganismos para cervejas artesanais), bioarte, minerais (biolixiviação do ouro por bactérias *Delftia acidovarans* e *Cupriavidus metallidurans*), defensivos agrícolas (com o desligamento de genes em pragas), recicláveis (papel, telhas, pisos e tijolos a partir da fibra do côco), entre outras áreas e produtos.

O tipo de infraestrutura e os recursos disponíveis em cada espaço variam em função das atividades realizadas, comumente estão associados a espaços compartilhados, podendo ter sua estrutura e cultura absorvidos por escolas, universidades, centros de pesquisa, incubadoras de negócios ou propriedades particulares, como a Academia *Biohack 4* (BHA4). Além

de laboratórios de mídia e digitais (com impressoras 3D, por exemplo), os *wet labs* ou laboratórios "molhados" precisam contar com áreas separadas, estéreis, protocolos de biossegurança por lidar com organismos vivos e equipamentos específicos, tais como: microscópios, estufas, pipetas, centrífugas, máquinas PCR para reproduzir DNA ou *nanodrops* para medir a concentração de moléculas.



Extração de DNA de frutas pelo grupo *Biomakers* do Peru



Mesa redonda sobre Genômica no Instituto de Pesquisas Avançadas Brasileiro, com participação do fundador da *Syntechbio*, Andres Ochoa

FOTO: Arquivo *Syntechbio*

# QUÍMICA VERDE

## nas Empresas

FOTO: Arquivo UFRJ



**Inauguração do Espaço HUB-UFRJ no Parque Tecnológico da UFRJ**

A Biominas Brasil é uma referência no país em Ciências da Vida, além de realizar competições (*BioStartup Lab*) e dispor de fundos para o desenvolvimento desse tipo de inovação (*GroWBio*), assim como a "iGEM", premiação internacional de estudantes que atuam na área de Biologia Sintética. Entre os laboratórios nacionais de *biohacking* estão o *Olabi* (RJ), o *Garoa Hackerspace* (SP) e o Laboratório Aberto de Biologia Sintética do ICB/UFMG. Atualmente,

o HUB da UFRJ está em fase de estruturação, por isso, ainda não dispõe de infraestrutura adequada para receber colaboradores que tenham interesse em desenvolver atividades no ambiente "*biohackerspace*" ou a incorporação de programas como o *Biostartup Lab*. A previsão para a implantação dessas atividades é o próximo ano.



FOTO: Arquivo UFRJ

**Nova infraestrutura em construção, com previsão de entrega para 2018**

# QUÍMICA VERDE

## Eventos

### VII Encontro da Escola Brasileira de Química Verde (VII EEBQV)

A Escola Brasileira de Química Verde realiza desde 2011 encontros anuais no Brasil voltados à promoção da Química Verde nas suas diversas dimensões e à difusão de novas soluções que agregam competitividade para a Indústria Química. Realizado nos dias 9 e 10 de outubro de 2017, no Instituto Nacional de Tecnologia (INT), o VII EEBQV reuniu 152 participantes de 9 estados e 18 palestrantes de renome internacional e nacional da indústria, do governo e da academia ligados às inovações em processos químicos, catalíticos e bioquímicos, que tenham baixo consumo de energia, impacto ambiental mínimo e que sejam capazes de gerar produtos químicos a partir de matérias-primas

renováveis (agroindustriais e florestais) em substituição ao petróleo. Além das palestras, foram apresentados 56



FOTO: Arquivo EBQV

trabalhos em formato de pôster por alunos de pós-graduação em Química, Engenharia-Química e áreas afins. Dentre esses, o "Reaproveitamento de resíduo oriundo de um subproduto da indústria de caju para produção de inibidores de corrosão para aplicação em fluidos de acidificação", sob autoria da Luana Barros Furtado (EPQB/EQ/UFRJ), foi classificado em 1º lugar, recebendo o Prêmio de Incentivo a Química Professor Arikeerne Rodrigues Sucupira, no valor de R\$ 3.000,00

(três mil reais).

Na internet já estão disponíveis os vídeos contendo as apresentações da premiação (<https://www.youtube.com/watch?v=2ZIIITXgIU9E>) e dos palestrantes (<https://www.youtube.com/watch?v=pvdGU7ciq0s>) e os arquivos para *download* dos anais dos trabalhos submetidos e dos slides das palestras (<https://eebqv2017.wordpress.com/>), cujos temas estão reunidos abaixo:

Palestrante	Atuação	Tema da Palestra
Nadine Essayem	Pesquisadora do Instituto de Pesquisas sobre Catálise e Meio Ambiente de Lyon (Ircelyon-CNRS), França.	Conversão da biomassa lignocelulósica catalisada por sólido ácido em água ou solventes orgânicos supercríticos: entendendo e superando as limitações.
Franck Dumeignil	Diretor da Unidade de Catálise e Química do Estado Sólido da Universidade de Lille, França.	Integração de catálise química e biocatálise nas biorrefinarias do futuro.
Joachim Venus	Cientista sênior, líder do grupo de pesquisa "Bio-based products" no Leibniz Institute for Agricultural Engineering and Bioeconomy, Potsdam/Germany.	Fermentação e purificação de ácido láctico usando processos de membrana.
Benôt Moreau	Coordenador da Unidade de Química Verde e Bioprodutos na Haute École provinciale de Hainaut Condorcet (HEPH Condorcet), Bélgica.	Síntese de novos surfactantes a partir de recursos renováveis graças a biocatalisadores: Moléculas bioativas com alto valor agregado.
John Biggs	Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento na América Latina da Dow Chemical	Estratégia de inovação da DOW em Química Verde.
Roberto Werneck	Gerente de Tecnologia na área de renováveis da Braskem.	Produtos químicos renováveis sob a visão da química verde.
Fabio Carucci Figliolino	Gerente de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação na Suzano Papel e Celulose.	Biorrefinaria via open innovation na Suzano.
Luciano Zamberlan	Gerente de Desenvolvimento da unidade Etanol de 2ª Geração da Raízen.	Estratégia para processamento da corrente de xilose.
Raquel da Silva	Pesquisadora na área de Tecnologia e Inovação da Oxiteno.	Produção biocatalítica de ésteres.
Jorge A. Guimarães	Diretor-Presidente da EMBRAPII.	Papel da EMBRAPII no fomento à inovação industrial no Brasil: atuação no setor químico.
Nádia Skorupa Parachin	Sócia cofundadora da Integra Bioprocessos e Análises, startup biotecnológica de microrganismos produtores de ácido láctico, matéria-prima para o polímero PLA.	Desafios no estabelecimento e consolidação de Startups biotecnológicas no Brasil.
Julie Dumont	Adida da agência belga de cooperação científica, Wallonie-Bruxelles International (WBI).	Parcerias público-privadas na Bélgica: o caso do cluster de tecnologias verdes Greenwin e oportunidades de parcerias Bélgica-Brasil.
José Marcos Ferreira	Gerente de Desenvolvimento de Produtos na Fábrica Carioca de Catalisadores S.A.	Oportunidades em desenvolvimento de produtos para química verde.
Guilherme Sepe	Gerente de Soluções para a América Latina da Elsevier.	Indicadores da pesquisa em Química Verde.
Carolina Andrade	Diretora do Instituto SENAI de Inovação Biomassa.	Lignina: ligações entre a energia e a biotecnologia.
Marco André Fraga	Coordenador de Tecnologias Aplicadas do Instituto Nacional de Tecnologia	Uma visão sobre os estudos em química verde e processamento e conversão de biomassa no Instituto Nacional de Tecnologia
Silvio Vaz Jr.	Pesquisador da Embrapa Agroenergia	Usos da Biomassa na Química Verde

## Expediente

*O Caderno de Química Verde é uma publicação da Escola Brasileira de Química Verde com o objetivo de divulgar fatos, entrevistas, notícias ligadas ao setor.*

### Editor Responsável:

Peter Rudolf Seidl

### Editora Adjunta:

Adriana Karla Goulart

### Consultor Senior:

Celso Augusto Caldas Fernandes

### Conselho de Redação:

Ana Karolina Muniz Figueiredo  
Estevão Freire

Julio Carlos Afonso  
Robério Fernandes Alves de Oliveira

### Diagramação e arte:

Adriana dos Santos Lopes

### Contato:

quimicaverde@eq.ufrj.br

É permitida a reprodução de matérias desde que citada a fonte.

Os textos assinados são de responsabilidade de seus autores.

