

CADERNO DE QUÍMICA VERDE

Ano 7 - Nº 22 - 1º semestre de 2022

38-2

Editorial

38-5

QUÍMICA VERDE

Eventos

X Encontro da
Escola Brasileira
de Química Verde

38-8

Vencedora do
Prêmio Sucupira
Investiga Palha de Cana

Neste Caderno

38-3



**Química Verde:
Novos Desafios**

Editorial

O ano mal começou e as chuvas torrenciais e incêndios de grandes proporções resultaram em significativas perdas de vida e patrimônio em diferentes partes do globo. Serviram novamente de alerta para as conclusões da Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (conhecida por COP 26), realizada em novembro passado, de que os efeitos do combate ao aquecimento global ficaram muito aquém das expectativas.

A situação foi agravada quando a Ucrânia foi invadida pela Rússia. Assim, os primeiros sinais de alívio devido ao arrefecimento da pandemia foram logo substituídos pelas ameaças à paz e pela eminência de limitações no acesso a combustíveis e alimentos por muitos segmentos menos favorecidos da população. Até iniciativas de solidariedade e cooperação geradas pelo quadro de dificuldades foram sendo abandonadas ou relegadas a segundo plano.

Estes impactos foram analisados, ao final do ano passado, pela Escola Brasileira de Química Verde (EBQV) através de um evento que reuniu especialistas nos assuntos mais relevantes da questão e apontou a considerável dimensão e variedade de pesquisadores e empresas envolvidas.

Esta edição do Caderno é dedicada ao X Encontro da EBQV e destaca as contribuições da Química e das Engenharias de Materiais e de Bioprocessos no Brasil aos desafios apontados pela COP 26. Entre estes desafios está o de gerar uma energia confiável, a custos acessíveis, que não emita gases poluentes. Ao mesmo tempo, o seu armazenamento e a conversão de seu conteúdo energético devem atender suas múltiplas aplicações de maneira eficiente.

A química e engenharia tem uma importância fundamental na proposição de novas medidas neste sentido. Entretanto, ao avaliar os aspectos econômicos, sociais e ambientais de processos químicos, a avaliação de sua sustentabilidade depende de ferramentas que demandam muito tempo e informações. Vai ser preciso desenvolver técnicas que assegurem que certas análises sejam conduzidas em fases iniciais do trabalho, quando as alternativas das rotas e matérias-primas ainda estejam em etapas de estudos. Avaliações holísticas são fundamentais para evitar decisões baseadas em único fator. O desenvolvimento destas avaliações é de alta prioridade para a Química Verde.

O engajamento de futuras gerações de pesquisadores em trabalhos de Química Verde foi reforçado por apresentações orais, tanto da parte da vencedora do Prêmio Professor Ariquerne Sucupira, quanto de alunos que se destacaram em recentes atividades de ensino e pesquisa. Cabe destacar o fato de que a cana de açúcar, cuja cultura em nosso país apresenta grandes vantagens comparativas, ainda tem um papel de alta relevância em segmentos como a economia do hidrogênio ou a adoção de veículos elétricos.

Peter Seidl
Editor

Química Verde: *Novos Desafios*

A semente da Química Verde foi plantada no Brasil há pouco mais de 30 anos, quando o Rio de Janeiro hospedou a Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Este evento, conhecido como Rio-92, recebeu uma ampla cobertura da mídia em todo o mundo, mobilizando ONGs que realizaram eventos de grande repercussão popular e ressonância em todo país e no exterior.

A comunidade científica entendeu prontamente o seu significado. Promoveu, logo nos anos seguintes, estudos sobre a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento de novos materiais.

Daí para diante a Química Verde passou a ser divulgada, aos poucos, em publicações e cursos. Ao final de 2007, o Centro de Energias Alternativas e Meio Ambiente (CENEA), organizou um “workshop” em Fortaleza, no Ceará, que resultou na proposta de uma Rede Nacional de Química Verde para fomentar suas aplicações à indústria. Tal sugestão recebeu, de imediato, o apoio da Petrobras, que desenvolvia tecnologias utilizadas nas cadeias produtivas de biocombustíveis, e da Finep, que financiava projetos de P&D e promovia a integração entre universidades e empresas.

A Escola Brasileira de Química Verde (EBQV) foi proposta numa ampla consulta ao meio acadêmico e empresarial ao final de 2010, e está contida na publicação: “Química Verde no Brasil: 2010 – 2030” do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos-CGEE.

A Escola foi hospedada no Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da UFRJ e sua primeira



atividade foi motivada pelas iniciativas da Abiquim no sentido de aumentar a competitividade da indústria química através das vantagens naturais do país em termos de biorrefinarias de cana, materiais celulósicos e amido. A Embrapa também demonstrava forte interesse no tema e resultou no primeiro evento da EBQV, realizado ao final de 2010.

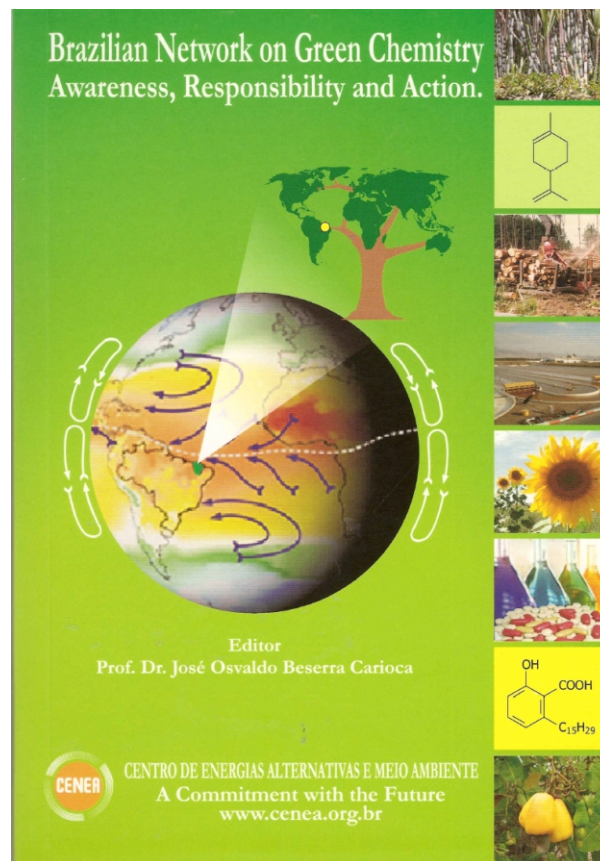
A EBQV atualiza os seus conhecimentos através de consultas a especialistas nos diferentes segmentos da Química Verde e abre discussões sobre questões específicas nos seus Encontros e nos cursos oferecidos em diferentes níveis.

No entanto o momento requer um engajamento ainda maior e mais urgente! A aceleração na frequência e intensidade das mudanças climáticas, exige que, além de

assegurar a sustentabilidade de um processo, é fundamental que utilize uma fonte de energia confiável que implique em custos acessíveis e, ao mesmo tempo, reduza a emissão de gases poluentes.

Este duplo desafio implica numa abordagem multifacetada que inclui a investigação de fontes renováveis de energia que, ao mesmo tempo, minimizem a geração de CO₂ e assegurem o armazenamento e conversão de seu conteúdo energético de maneira eficiente em cada das suas múltiplas aplicações.

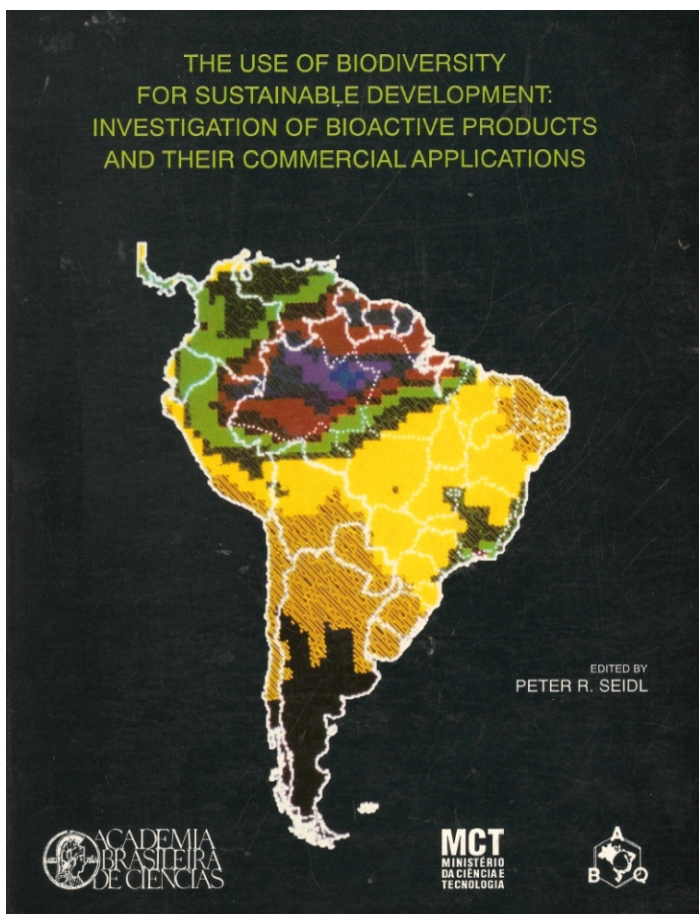
A química e engenharia tem uma importância fundamental na proposição de medidas para minimizar as suas consequências. Entretanto, ao avaliar os aspectos econômicos, sociais e ambientais de processos químicos a avaliação de sua sustentabilidade depende de ferramentas como a análise de ciclo de vida - ACV que demandam muito tempo e requerem um volume significativo de informações.



Vai ser preciso desenvolver técnicas que assegurem que certas análises sejam conduzidas em fases iniciais do trabalho, quando as alternativas das rotas e matérias primas ainda estejam em etapas de estudos. Avaliações holísticas são fundamentais para evitar decisões baseadas em único fator e passam a ser prioritárias para a Química Verde.

O X Encontro da Escola Brasileira de Química Verde, realizado no dia 10 de novembro do ano passado, revelou que já existe no país uma apreciável rede de instituições capacitadas para enfrentar os desafios colocados para o Brasil nas discussões da recente Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (conhecida por COP 26), notadamente a Química Verde Circular e Sustentável, a Captura e Conversão de CO₂, Aplicações dos Resíduos da Biomassa como Matérias Primas e Introdução da Química Verde no Ensino Básico.

O trabalho que conquistou o Prêmio Professor Sucupira abordou a Produção de Hidrogênio a partir da Palha de Cana-de-Açúcar.



QUÍMICA VERDE

Eventos

X Encontro da Escola Brasileira de Química Verde

Uma Química Verde, Circular e Sustentável para o Brasil

A Palestra refletiu o trabalho de mais de 50 pesquisadores em materiais produzidos através da química circular e sustentável que teve início com os derivados do cardanol e ácido succínico assim como o estudo de sua reciclagem química. A sua infraestrutura contou com o apoio de empresas e agências governamentais e incluí uma usina-piloto para polímeros e sua disposição.

Um dos principais problemas atualmente enfrentados é que polímeros estão em risco, pois são apontados como um dos principais culpados pela poluição. Procura-se degradá-los (o que não oferece vantagens) desperdiçando a sua massa e energia, Ignora-se o fato de que são leves e resistentes com importantes aplicações em transportes aéreos, fármacos e biomedicina e que precisam ser concebidos com vistas a sua reinserção nas respectivas cadeias produtivas.

Hoje em dia as principais plataformas são: açúcares, ácido succínico (que captura CO₂), óleos vegetais (glicerol é um de seus subprodutos), terpenos e polímeros naturais: Estes últimos também são fontes de gelatinas e amidos.

Acima de tudo será preciso mudar a percepção da indústria química como poluidora e substituí-la pela de fonte de materiais renováveis que capturam CO₂. O Brasil precisa construir sua própria estrutura industrial e não copiar as que existem no exterior!

Captura e Conversão de CO₂

Os ciclos biogeoquímicos da terra incluem a circulação de carbono no ambiente e é preciso reconhecer que a maior parte do CO₂ foi gerado há milhões de anos. Entretanto emissões crescentes aumentaram a

temperatura a níveis muito acima dos sustentáveis, e existem limites nos processos convencionais para captura e conversão de gases do efeito-estufa.

Uma profunda transição energética é viável, mas para ter sucesso precisa ser segura e justa. Precisa também considerar a precificação (taxação acima de certos limites) e incluir ativos enalçados (por exemplo, no caso brasileiro, os investimentos no pré-sal) e analisar cenários alternativos para petróleo, gás natural e carvão. Os principais desafios são: problemas de escala, taxas de retorno dos investimentos e as relações entre energias renováveis e tradicionais de cada processo.

Desenvolver alternativas sustentáveis pode complementar fontes renováveis de energia, como a eólica e solar, e é urgente face ao caráter intermitente dos mesmos e a necessidade de armazenar a energia gerada (que, inclusive poderia ser usada nas reações de conversão). Catalisadores tem um papel central neste processo e sua contribuição para a síntese de matérias primas para produtos químicos está sendo intensamente investigado. Alguns dos catalisadores mais promissores são os de Ni com SiO₂ cujos sítios ativos apresentam alta seletividade na hidrogenação do CO₂ e estão sendo testados também na produção de metanol a altas pressões. Substituições nas redes dos catalisadores de metanação podem aprimorar a sua seletividade.

Finalmente foi apontada a importância de considerar também as aplicações de catalisadores à fabricação de querosene de aviação. Apesar da complexidade de suas curvas de aprendizado, o transporte aéreo é um modal eficiente e limpo. Neste particular, a reação de Fischer-Tropsch ainda representa um considerável potencial.

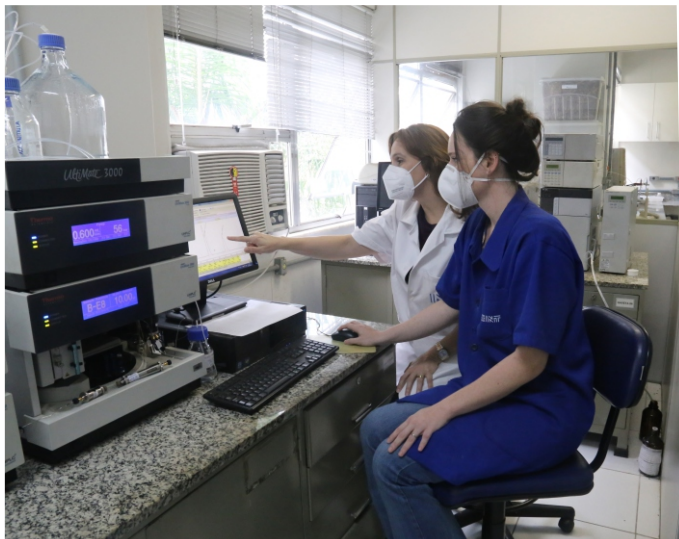


FOTO: Amanda Oliveira

Amanda Oliveira e Marina Tomazini

A Importância do Ensino de Química Verde ao Nível Básico

A introdução da Química Verde já nos níveis iniciais do ensino apresenta grandes vantagens. Permite ajustar as metodologias empregadas para incluir questões que afetam o cotidiano dos alunos aumentando o seu grau de interesse nas atividades e minimizando o abismo entre a sala de aula e o mundo no qual vive.

Igualmente importante é despertar nos jovens uma consciência sobre a sustentabilidade e suas implicações para o bem-estar da sociedade. Trabalhos desta natureza podem ser devidamente respaldados pelas diretrizes para a introdução da educação ambiental nos currículos escolares. Entretanto, certas regiões do país (Norte e Centro-Oeste, por exemplo) sequer ouviram falar nestes assuntos!

Ferramental para tais abordagens também já existe, mas está principalmente concentrado em periódicos especializados. A Química Verde é muito dinâmica e precisa acompanhar as questões relativas ao desenvolvimento sustentável. Felizmente a sua base vem sendo constantemente atualizada pela American Chemical Society e já vem sendo introduzido em cursos avançados de formação de professores,

Potenciais Aplicações de Resíduos da Biomassa

O emprego de resíduos da biomassa é uma das aplicações mais promissoras da Química Verde no país. O Painel sobre o tema selecionou duas delas para ilustrar

seu potencial.

A serisina é produzida pelo bicho-de-seda. Entretanto, em maiores escalas é obtida a partir do gel formado por alginatos obtidos de vários tipos de algas. É facilmente combinado com outras formulações (como os próprios alginatos) e suas propriedades estruturantes (por exemplo, como elemento reticulante ou adsorvente) são usadas em blends poliméricas empregado em biomateriais, fármacos, alimentos e produtos de higiene pessoal.

É, também, um excelente elemento complexante para metais. Encontra aplicações tanto na remoção de metais tóxicos em efluentes industriais quanto na extração seletiva de metais preciosos ou de terras raras.

Outro exemplo muito significativo é proporcionado pelas macrófitas aquáticas invasoras. Elas podem constituir problemas muito sérios em represas, como as de hidroelétricas, sendo responsáveis por entupimentos, contaminação e danos à fauna e flora. Entretanto, se coletadas e processadas corretamente podem fornecer frações oleosas, tanto de leves, empregados na fabricação de bioherbicidas, quanto de pesadas contendo hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos semelhantes a certos combustíveis. Uma fração sólida com características de um “biochar” pode ser usada em briquetes ou como isolante térmico.

Comunicações Orais

O evento contou com três comunicações orais selecionadas entre as submetidas ao Prêmio e duas que foram convidadas a alunos do Programa de Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos que evidenciaram um bom aproveitamento na disciplina de Introdução à Química Verde. Seus destaques são apontados abaixo.

O fracionamento da oleína da polpa de tucumã foi discutido por Maria Fernanda dos Santos Mota. Em projeto de colaboração entre a Escola e o Instituto de Química da UFRJ ela verificou que a fração média apresentou cristais em condições de formar emulsões estáveis com potenciais aplicações na fabricação de alimentos ricos em lipídios estruturados.

Marina Tomasini, do Instituto de Química da UFRJ e do Instituto Nacional de Tecnologia avaliou a produção de hidrogênio a partir da palha de cana-de-açúcar através de fermentações mesofílicas (FM) e termofílicas (FT). Ela determinou que a rota acética em FM é responsável pelo maior rendimento, representando uma alternativa promissora para o aproveitamento dos resíduos da matéria prima.

Henrique Vidal Q. de Sousa, do Instituto Federal do Rio de Janeiro - Campus de Duque de Caxias, apresentou uma proposta de introduzir uma aula de cromatografia no ensino de química. Através do experimento de extração da erva cidreira ele exemplificou a aplicação da estrela verde para introduzir conceitos e estimular um olhar mais crítico da parte dos alunos.

Marcelo F. de Souza Alves, do EQ/UFRJ, apresentou os resultados do estudo do papel do etanol na transição para uma frota automotiva elétrica destacando o seu papel nos estágios intermediários entre o motor a combustão interna e aquele alimentado por uma bateria leve e recarregável na rede a ser estabelecida.

Dayanne E. F. de Oliveira, do EQ/UFRJ, analisou as

opções para produzir o metanol através de processos baseados em fontes renováveis. No momento a conversão de biomassa ou a partir da reação de hidrogênio obtido por hidrólise com CO₂ só são competitivas em certas situações, mas, à medida que as pegadas de carbono assumem uma maior relevância na análise de alternativas, este quadro tende se modificar substancialmente.

Homenagens

- Fernando Rizzo - Coordenador do estudo sobre Química Verde no Brasil.
- José Bezerra Carioca – Coordenador da Rede Brasileira de Química Verde e proponente do estabelecimento da EBQV na Escola de Química da UFRJ .
- Eduardo Falabella de Souza-Aguiar - Coordenador da Rede Brasileira de Química Verde e formulador das atividades da Rede.
- Adelaide Maria Antunes – Diretora da Escola de Química da UFRJ e responsável pela criação da EBQV na EQ/UFRJ.
- José Vitor Bomtempo – Formulador do estudo sobre Química Verde no Brasil.
- Paulo Coutinho – Principal executor do estudo sobre Química Verde no Brasil.

ENCONTRO DA ESCOLA BRASILEIRA DE QUÍMICA VERDE
Química e Engenharia na COP 26
10 DE NOVEMBRO 2021

PROGRAMA

09:00h Abertura
 Escola Brasileira de Química Verde
 Escola de Química da UFRJ
 Associação Brasileira de Química
 ACS Brazil International Chapter
 Homenagem: Fernando Rizzo - PUC-RJ

09:30h Palestra
Uma Química Verde, Sustentável e Circular para o Brasil.
 Palestrante: José Carlos Costa Pinto – EQ e PEQ/COPPE-UFRJ.
 Apresentador: Ricardo Soares - UFU.

10:00h Painel
Captura e Conversão de CO₂.
 Moderador: Claudio José de Araújo Mota - IQ-UFRJ.
 Liane Marcia Rossi - USP.
 Ofélia de Araújo Aquino - EQ-UFRJ.
 Lúcia Gorenstin Appel – INT.
 Tina Ziegler - GIZ.

11:30h Prêmio Professor Arikeke Sucupira
 Apresentação oral dos trabalhos concorrentes
 Coordenador: Estevão Freire - EQ-UFRJ.

Realização:

Apoio:

ENCONTRO DA ESCOLA BRASILEIRA DE QUÍMICA VERDE
Química e Engenharia na COP 26
10 DE NOVEMBRO 2021

PROGRAMA

13:30h Palestra
Ensino e Aprendizagem ao Nível Fundamental.
 Palestrante: Queli Aparecida Rodrigues de Almeida - IFRJ-Duque de Caxias.
 Apresentador: Ricardo Soares – UFU

14:00h Painel
Potenciais Aplicações da Biomassa.
 Moderadora: Carolina Andrade, Instituto SENAI de Inovação em Biotecnologia.
 Melissa Gurgel Adeodato Vieira - UNICAMP.
 Fernando Ferreira - Instituto SENAI de Inovação em Biomassa.

15:30h Trabalhos Orais
 Discussão de destaques.
 Coordenador: Ricardo Soares - UFU.

17:00h Encerramento
Homenagens
 José Bezerra Carioca, UFC
 Adelaide Maria Antunes, EQ-UFRJ
 José Vitor Bomtempo, EQ-UFRJ
 Paulo Coutinho, Braskem / SENAI-CETIQT
 Eduardo Falabella Souza-Aguiar, EQ-UFRJ / CENPES-PETROBRAS

Realização:

Apoio:

Vencedora do Prêmio Sucupira Investiga Palha de Cana

A vencedora do Prêmio Professor Arikerne Sucupira de 2021, Marina Cristina Tomasini, é de Batatais, uma cidade no interior de São Paulo. Sempre estudou em escola pública e considera a educação que recebeu muito boa. A sua escola constantemente incentivava os alunos a se inscreverem nos vestibulares para universidades estaduais e federais e ela sempre buscou um curso que pudesse leva-la a uma universidade federal para estudar biotecnologia.

A sua escolha foi motivada pela paixão por biologia, mas procurava um curso que lhe propiciasse aplicações tecnológicas da área. Seus pais são pessoas simples e não tem formação acadêmica. No início eles não entendiam muito bem a sua profissão, mas sempre a apoiaram e acreditaram nela. O estudo foi (e tem sido sempre) a maneira que encontrou para conquistar seus objetivos.

Marina se formou na Universidade Federal de Uberlândia e a área de bioquímica sempre chamou sua atenção. Na iniciação científica estudou extratos de frutos do cerrado visando a obtenção de moléculas bioativas. É atualmente aluna do curso de doutorado em bioquímica no PPGbq/IQ da Universidade Federal do Rio de Janeiro. No laboratório de biocatálise do Instituto Nacional de Tecnologia trabalha com a utilização de resíduos agroindustriais, mais especificamente com a hemicelulose da palha de cana-de-açúcar para a produção de bioenergia, hidrogênio e metano.

Ela se interessou pela química verde na graduação, quando foi apresentada a necessidade e importância em âmbito global da geração de energia e produtos de maneira renovável e sustentável. Quando conheceu sua orientadora, a Dra Viridiana S. Ferreira-Leitão encontrou a

possibilidade de ir em frente com a área que a motiva.

Perguntada sobre seus planos de carreira, ela se declara ciente de que estamos vivendo a necessidade de uma transição para a economia de baixo carbono e quer fazer parte deste processo. Não vê

restrições em pensar se prefere uma empresa privada ou instituição pública, o que deseja é fazer parte do desenvolvimento científico e tecnológico do nosso país na área de energia renovável.

Gosta do que estuda e, naturalmente vê muita relevância na sua pesquisa. Mas além da paixão, aponta a utilização de fontes renováveis para geração de energia e produtos como uma necessidade imediata do planeta, sendo as consequências da condição climática prova disso. O Brasil é uma fonte inesgotável de resíduos e efluentes orgânicos que podem ser convertidos, através dos conceitos da química verde, em combustíveis, medicamentos, alimentos, produtos químicos das mais diversas aplicações, de maneira renovável e sustentável. Portanto, busca atuar neste processo de desenvolvimento.

Para Marina o Prêmio Professor Arikerne Sucupira é um incentivo para os jovens pesquisadores, levando-os a acreditar e prosseguir com seus trabalhos, visto que as condições para continuar na pesquisa brasileira são muito desafiadoras.



Expediente:

O Caderno de Química Verde é uma publicação da Escola Brasileira de Química Verde com o objetivo de divulgar matérias de interesse, fatos, entrevistas e notícias ligadas ao setor, que apontem a sustentabilidade dos processos envolvidos.

Editor Responsável:

Peter Rudolf Seidl.

Consultor Senior:

Celso Augusto Caldas Fernandes.

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.

Conselho de Redação:

Estevão Freire, Julio Carlos Afonso, Rafaela Nascimento Martins.

Diagramação e arte:

Adriana dos Santos Lopes.