



Química e Sociedade: Motores da Sustentabilidade

Tema do 54º CBQ, é um assunto de grande amplitude e sensibilidade frente ao público em geral.

Assim, este número da RQI dedica espaço à discussão deste tema com três especialistas.

Através de suas vivências e visões de futuro, os leitores terão a oportunidade de refletir e de formar uma opinião sobre os mais diversos aspectos que serão abordados nesta entrevista.

Os convidados, que refletem um equilíbrio entre as áreas acadêmica (nacional e internacional) e industrial, são: Jennifer Dodson, da Universidade de York, que esteve presente por ocasião do 12º SIMPEQUI (veja a matéria sobre este evento neste número);

Newton Mario Battastini, industrial, ex-presidente da ABQ e atual presidente do Sindicato das Indústrias Químicas no Estado do Rio Grande do Sul - SINDIQUIM;

por fim, Estêvão Freire, da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Aos entrevistados, a RQI colocou a seguinte pergunta introdutória: **"O que entende por sustentabilidade?"**

Jennifer Dodson ponderou que *"o conceito de sustentabilidade é uma oportunidade de avaliar o relacionamento entre o seres humanos e o meio-ambiente. É uma oportunidade para criar um sistema econômico que funcione para o ser humano, e uma sistema social que funcione respeitando os limites do planeta, o ciclo de carbono, o ciclo da água, o ciclo de recursos renováveis. Para mim é uma oportunidade imaginar um futuro positivo onde nós podemos apreciar o valor do meio-ambiente para*

que todos nós possamos ter uma vida melhor."

Já Newton Battastini argumentou que *"o conceito de sustentabilidade traz em sua fundamentação um conjunto de paradigmas relacionado à transformação dos recursos naturais e os bens e serviços que produzimos em melhoria da qualidade de vida das pessoas, em saúde, educação, entretenimento e vida digna para as pessoas. Este termo foi apresentado pela ONU, em 1987, no Relatório Brundtland, o qual prega que 'a humanidade deverá satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias*

necessidades', enumerando sucessos e fracassos do desenvolvimento mundial." E continuou: "A sustentabilidade apoia-se sempre sobre quatro pilares que se interligam em perfeita harmonia: o desenvolvimento econômico, o desenvolvimento social, a sustentabilidade política e a proteção ambiental. Tais dimensões consistem em um conjunto de medidas voltadas para a atuação responsável, o incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento de processos tecnológicos, bem como a gestão mais eficiente dos recursos naturais, enquanto fonte de energias renováveis, sem colocar em causa o seu esgotamento, garantindo, assim, melhores condições de vida para as pessoas."

Segundo Estêvão Freire, "O termo 'sustentabilidade' virou infelizmente lugar comum em muitos discursos de pouca profundidade, tendo sido usado muitas vezes de forma equivocada, apenas para causar impacto. Sustentabilidade, de um modo geral pode ser definido como sendo a característica de alguma atividade humana que possa ser mantida por um longo período sem alterações significativas. O termo desenvolvimento sustentável surgiu em 1987, quando a Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas o lançou, a partir do chamado Relatório Brundtland, que definiu Desenvolvimento Sustentável como sendo aquele que atende às necessidades do

presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades. Para o desenvolvimento ser sustentável, devem ser considerados os aspectos relativos às dimensões social e ambiental, aliada à dimensão econômica; entretanto, o que se constata é que, por séculos, a humanidade utilizou e geriu os seus recursos naturais de modo a não se preocupar com a conservação do meio ambiente."

Em seguida, a RQI questionou os entrevistados sobre **"Qual o papel da Química para a sustentabilidade?"**

Newton Battastini disse que "a resposta é simples: a Química pode garantir o desenvolvimento sustentável quando é capaz de garantir produtos químicos destinados à indústria e ao consumo pessoal obtidos por materiais mais adequados e ambientalmente recomendáveis. Aliado a estas questões, faz-se necessário a busca contínua por novas práticas químicas, como aquelas desenvolvidas pela Química Verde no que tange ao planejamento de produtos e processos químicos, visando minimizar, ou mesmo eliminar, a utilização de insumos perigosos e a geração de poluentes como resíduos ou subprodutos." Explicando em mais detalhes, "A abordagem da Química Verde consiste em reduzir ao máximo a produção de substâncias indesejáveis, em substituição aos tratamentos de alto custo e descarte dos resíduos gerados, atendendo às necessidades de produção sem impactar de forma prejudicial o ambiente. Assim, nesse processo, a Química Verde desempenha papel essencial. O emprego do conhecimento técnico-científico, relacionado principalmente à Química, nos permite sair do campo das indagações e seguir em direção à aplicação prática de ações mais eficazes no que diz respeito ao grau de dependência entre os recursos ambientais finitos e o problema da degradação da energia, bem como sobre os limites da tecnologia em relação à sustentabilidade." Newton conclui dizendo que "Enfim, a química tem sido utilizada por vários



Newton Battastini

segmentos da economia, nas mais diversas aplicações. Ao longo de todo o processo produtivo, ao desenvolver soluções que reduzem o impacto no meio ambiente, a empresa aprimora o ciclo de vida dos produtos e faz com que esse benefício atinja toda a cadeia de valor, estendendo o impacto do seu diferencial sustentável ao consumidor final."

Na visão de Jennifer Dodson, "A Química é fundamental para um futuro sustentável. Química é uma ciência que usa materiais para criar novos produtos. Isso contribuiu para padrões de vida mais elevados como remédios, plásticos e fertilizantes entre outros. Mais também contribuiu para um sistema insustentável: é a poluição de rios e lagoas, plásticos que não degradam, o uso de recursos fósseis não renováveis, a sociedade de consumo e as emissões de CO₂. Por isso a indústria e a academia têm uma enorme responsabilidade para trabalhar na direção da sustentabilidade. Nós precisamos criar produtos que contribuam para padrões de vida elevados, mas que empreguem materiais renováveis, não criando subprodutos ou resíduos tóxicos ou poluentes, que gastem menos energia na produção, e possam ser reutilizados ou então ser biodegradáveis. Também, outro papel da Química é discutir com o público o problema dos recursos limitados. O trabalho com a Química é ligado fundamentalmente a materiais, e nós precisamos discutir que, se nós quisermos um mundo onde todos tenham acesso a um bom padrão de vida, o consumo do mundo mais rico precisa diminuir."

A coleta seletiva de materiais auxilia na possibilidade da reutilização de produtos e subprodutos



Jennifer Dodson

Complementando, Estêvão Freire citou que "O papel da Química para a promoção da sustentabilidade de processos e produtos pode ser vista na aplicação dos chamados 'doze princípios da química verde', que tratam entre outros aspectos, da busca pela eficiência energética, da prevenção da geração de resíduos, do uso preferencial de processos catalíticos e do uso de matérias primas renováveis. Todos esses princípios em ultimo caso têm como objetivo a redução ou eliminação do uso ou geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente."

Na sequência, a RQI indagou aos entrevistados **"Como avalia a sociedade brasileira com respeito à adoção de práticas sustentáveis?"**

Estêvão Freire avalia que "As questões relacionadas à conservação do ambiente ainda são reativamente recentes no mundo e também na sociedade brasileira. Hoje o sistema educacional tem um papel fundamental para a adoção de práticas cotidianas da sociedade em prol do uso racional dos recursos, tais como energia e água; em adquirir produtos menos nocivos ao ambiente, em reciclar ou reaproveitar materiais. As empresas têm buscado formas de integração energética em seus processos industriais e buscado a implementação de tecnologias que reduzam a emissão de efluentes líquidos e gasosos, muitas vezes sob a pressão de

uma legislação ambiental cada vez mais rígida."

Apesar de não morar atualmente no Brasil, Jennifer Dodson morou por dois anos em nosso país. Ela acha que *"a sociedade brasileira tem uma percepção e aceitação elevadas sobre sustentabilidade em comparação com outros países. O Brasil tem uma grande oferta de energia renovável, e o uso de materiais renováveis é intensivo, como no caso da energia hidrelétrica e do bioetanol. Contudo, eu acho que a adoção de práticas sustentáveis pode crescer muito na vida das pessoas em seu dia-a-dia. Infelizmente, fiquei muito triste em ver lixo nas ruas, o nível de reciclagem formal ainda baixo e a poluição das águas. O uso de carros está crescendo muito rápido e eu vi que o dinheiro para pesquisa na área de biorrefinarias e biomassa está sendo dirigido para processos petroquímicos. O Brasil está mudando muito rápido, e isso é uma oportunidade para implantar práticas sustentáveis, avaliar as melhores opções feitas em outros lugares do mundo e criar soluções inovadoras. Depois de dois anos no Brasil, eu sei que o povo brasileiro é muito criativo e tem uma energia positiva. Eu acho que o Brasil pode mostrar para o mundo o que é uma sociedade sustentável, em realidade, se ela aproveitar as oportunidades."*

Newton Battastini detalhou a sua posição: *"Cabe recordar que 'o ser sustentável' do século XXI não diz respeito apenas ao fazer. O ser sustentável do século XXI diz respeito a uma visão de futuro, a um ideal de vida que deve ser vivenciado agora e no futuro. É uma maneira de ser. Com destaque ao setor produtivo, o maior desafio da indústria química brasileira, em termos de adoção de práticas sustentáveis, reside em uma gestão empresarial segura, apoiada por uma legislação ambiental, que considere os riscos de suas ações de forma responsável. Nesse sentido, as mudanças exigidas requerem não somente o aprimoramento de seus sistemas de tratamento de resíduos e da segurança industrial (processos e produtos), como também a busca por inovações no processo produtivo, de*



A grande quantidade de lixo, preocupação com os resíduos tóxicos

forma a reduzir o consumo de recursos naturais. Neste sentido, o programa Atuação Responsável, de forma pioneira, foi adotado, no Brasil, pela Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM com a finalidade de estimular a indústria química a melhorar seu desempenho nas áreas de segurança, saúde ocupacional e meio ambiente, assumindo, desta forma, um compromisso mais ético com a sociedade." E continuou: "Devido à pressão da sociedade, da maior intervenção e regulamentação do Estado e do desafio na obtenção de certificação ambiental, as indústrias químicas com ênfase em novos processos e produtos estão internalizando a variável socioambiental em seus planejamentos estratégicos e na tomada de decisão. Tais condutas serão consideradas efetivamente eficientes quando contemplarem a criação de mecanismos de disseminação das informações para a comunidade, redução nos níveis de geração e emissão de agentes poluentes, medidas para garantir a segurança de processos e produtos, diminuição de riscos inerentes às atividades de armazenamento e transporte de produtos químicos normas de segurança e saúde nas unidades industriais e gerenciamento socioambiental do produto, desde o início do processo produtivo à disposição final. Como arremate, espera-se que a sociedade brasileira exija dos diversos segmentos produtivos a adoção de práticas mais sustentáveis no tocante à descarga zero, na implantação de tecnologia/produção mais limpa e no maior controle rigoroso dos procedimentos de descarte/tratamento

de compostos e processos químicos nocivos."

A seguir, a RQI perguntou aos entrevistados **"Como os currículos da área química podem ajudar a sustentabilidade na formação dos profissionais?"**



Estevão Freire pensa que *"A inserção nos currículos de cursos na área da química de tópicos nas ementas e programas das disciplinas, tais como sustentabilidade, química e engenharia verde, reciclagem, pode auxiliar a despertar o interesse dos alunos sobre o tema e permitir o seu aprofundamento. Esses tópicos podem ser abordados em disciplinas tradicionais nos currículos de graduação, tais como 'Gestão Ambiental', 'Tratamento de efluentes industriais', ou mesmo serem usados na criação de disciplinas específicas sobre o tema, na graduação ou pós-graduação. Como exemplo, poderia sugerir 'Fundamentos de química verde', 'Engenharia verde e sustentabilidade', que abordem com maior profundidade o assunto."*

Newton Battastini argumentou que *"Enfrentar os atuais desafios econômicos e sócio-políticos, sob a ótica das questões ambientais, envolve, além da dimensão ética e da conscientização da importância de adotar medidas mais sustentáveis, faz-se necessário estimular o debate amplo em torno do tema sustentabilidade, no ambiente acadêmico, com o devido direcionamento*

das matrizes curriculares nos cursos da área da química, no tocante ao ecossistema, à conservação da matéria e suas transformações, à degradação de energia no âmbito da atual crise ambiental, os limites impostos pela Segunda Lei da Termodinâmica ao equilíbrio e à sustentabilidade, bem como as questões relacionadas à diluição e aos riscos envolvidos na deposição, dispersão e biocumulação de diversos agente poluentes tóxicos no ambiente." E prosseguiu: *"Esta estruturação curricular permitirá, ao futuro profissional, atuar de forma responsável na utilização dos bens naturais durante a condução dos processos de transformação da matéria e na obtenção de energia, em prol de um maior e mais duradouro equilíbrio termodinâmico, preceitos contidos no Relatório Brundtland. Neste contexto, a Química Verde se apresenta como uma ferramenta importante para alcançar a sustentabilidade, desafiando o conhecimento científico a rever os seus modelos teórico-práticos no que diz respeito à produção-destruição, considerando que o conhecimento necessita ser ancorado aos limites físicos e materiais impostos pelo ambiente. Desta forma, eliminar/minimizar os impactos negativos na fabricação e utilização de produtos químicos, bem como oferecer alternativas tecnológicas em defesa do meio biótico e abiótico."*

Fechando a sua colocação, ponderou que *"Apesar da importância da Química Verde no atual cenário do desenvolvimento brasileiro, esta ferramenta ainda está pouco presente na formação acadêmica dos profissionais da área da Química. Assim, para que tais profissionais atuem, de forma responsável, em um processo de desenvolvimento sócio-sustentável, é imperativo incorporar os doze princípios da Química Verde nos diversos níveis de formação do químico. Senão vejamos: 1. Prevenção, 2. Economia de átomos, 3. Síntese de produtos menos perigosos, 4. Desenho de produtos seguros, 5. Solventes e auxiliares mais seguros, 6. Busca pela eficiência de energia, 7. Uso de fontes renováveis de matéria-prima, 8. Evitar a formação de*

derivados, 9. Catálise, 10. Desenho para a degradação, 11. Análise em tempo real para a prevenção da poluição e, por último, mas na mesma importância das demais, 12. Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes."

Jennifer Dodson afirma que "As áreas de química verde e química sustentável oferecem oportunidades para formar profissionais com a filosofia e conhecimento para colocar a sustentabilidade em sua prática profissional, independente se na indústria, academia ou no governo. Todo o químico precisa ser químico verde. Cada químico precisa pensar sobre o que eles estão produzindo e consumindo: o recurso, o processo, o produto, o resíduo etc. No futuro, nós não podemos ter mais um sistema material linear, ele precisa ser cíclico. Por isso precisamos de uma educação que dê o conhecimento para essa nova sistema, como uma compreensão de toxicologia, a química baseada em materiais ricos em oxigênio, utilizando elementos abundantes como catalisadores e o ciclo de todos elementos."

Na reta final, a RQI colocou uma questão que remete aos desafios do século XXI que se colocam à frente da humanidade: **"O que pensa do futuro do mundo com base na situação atual?"**

Na visão de Newton Battastini, "Antes de fazer uma reflexão sobre o futuro, faz-se necessário uma análise temporal no caminho da sustentabilidade na indústria química a qual não me recordo o autor, mas julgo interessante citar. 'De 1920 e 1960, ocorreu a primeira onda, no fluxo da Produção Química; de 1960 a 1990, a segunda onda, com previsão de uma terceira onda de 1990 a 2020, sob a égide da Segurança Química, na expectativa de se chegar à quarta onda, a da Química Verde, a partir de 2020, partindo-se de produtos seguros para a obtenção de processos e produtos sustentáveis.' Diante de tais colocações, percebe-se que as projeções para o futuro estão centradas nos conceitos de sustentabilidade e

responsabilidade social, quanto aos cuidados com a sociedade e o meio ambiente, tornando-se inclusive uma vantagem competitiva para as empresas. É lícito afirmar que a sustentabilidade nas empresas é alcançada por intermédio de um modelo de gestão sustentável com a devida preocupação em desenvolver processos que permitam recuperar o capital financeiro, humano e natural da empresa, dentro dos pilares da sustentabilidade, já citado nesta ocasião, como o ambiental, o social e o econômico. Como reforço e arremate, as empresas precisam consolidar a prática de viabilizar projetos relacionados à inclusão social e respeito às diferenças, abandonando, assim, o pensamento individualizado de trabalho em favor do coletivo, no interesse de todos, com visão no hoje e no futuro."

Jennifer Dodson ponderou que "Eu tenho que pensar positivamente embora a situação atual seja difícil. Neste ano tivemos alguns sinais de esperança. Em muitos lugares o preço de energia solar tornou-se menor que o preço da energia fóssil, sem subsídios. A maioria da energia instalada nesse ano no mundo é renovável. Na área da Química, mais grupos estão trabalhando no campo da química sustentável. Mas a escala de desafio não pode ser subestimada. Para se ter uma boa ideia, para ficar dentro de um aumento da temperatura global de 2°C, até o final do século XXI, não podemos consumir mais do que 33% de todas as reservas de carvão, petróleo e gás economicamente recuperáveis globais. No ritmo atual de uso de combustíveis

Combustível X Poluição



fósseis, esse orçamento de carbono vai acabar em 30 anos."

No ponto de vista de Estêvão Freire, "O futuro da sociedade em relação à química e sustentabilidade estará direcionado na busca de matérias primas renováveis e de processos integrados que não gerem resíduos. As fontes fósseis tendem em um futuro próximo a serem gradativamente substituídas em detrimento da obtenção de produtos 'verdes'; entretanto, estes produtos ainda estão em um estágio inicial em seu desenvolvimento. Outro aspecto é a gestão sustentável da cadeia produtiva, que deve ser buscada desde agora e que deve considerar todos os aspectos envolvidos nos princípios da engenharia verde. Para isso é necessário esforço em P&D, onde as universidades, centros de pesquisa, empresas e governo devem atuar em sinergia."

A RQI encerrou esta entrevista abrindo espaço para alguma consideração adicional.

Jennifer Dodson colocou que "Criar um novo futuro depende de todos nós, especialmente os jovens que estão em começo de carreira. Eu sou presidente de uma nova rede, the Network of Early-career Sustainable Scientists and Engineers (NESSE). O NESSE está criando ligações entre as disciplinas e vai gerar futuros líderes científicos com as habilidades e conhecimentos para desenvolver a tecnologia sustentável de que precisamos. Somos cientistas e engenheiros no início de carreira (doutorados, pós-doutorados e jovem professores) que estão comprometidos com um futuro próspero e sustentável para todos. O NESSE está construindo uma comunidade que troca conhecimentos e recursos sobre química e a engenharia sustentável, colaborar em torno de desafios globais, compartilhar inovações inspiradoras e conectar os pontos com abordagens mais amplas de sustentabilidade. Nós estamos abertos e eu espero que outros venham trabalhar conosco. www.sustainablescientists.org."

Newton Battastini concluiu que "Faz-se necessário alertar que as empresas privadas e

públicas devem ter consciência de que possuem um compromisso moral e ético com as próximas gerações no que tange ao legado que será deixado para a sociedade e ao meio ambiente. É sabido que os consumidores estão ainda mais conscientes dos valores pertinentes ao conceito de sustentabilidade, optando em se relacionar com organizações que atuem de forma ética, com boa imagem institucional, o que irá exigir das empresas medidas diferenciadas de atuar. Assim, os projetos, com seus investimentos e tomada de decisão, devem ser elaborados com base na premissa de se tornar um empreendimento sustentável com a utilização de tecnologias viáveis, mais inovadoras e de baixo custo. Pensar que as atitudes mudarão de imediato é uma ilusão infantil. É necessário que se invista na educação formal, aliada com a educação continuada no âmbito da empresa, o que permitirá a formação de em conduta ética em relação à atuação responsável dos profissionais da área da química, adotando estratégias de adotando estratégias de sustentabilidade nos processos produtivos, não somente como uma obrigação para atender uma legislação ou um ato de responsabilidade isolado, mas sim como uma oportunidade para a sociedade como um todo. Ao longo dos próximos anos, acredito que as medidas sustentáveis serão mais frequentemente adotadas e envolverá as mais diversas áreas do conhecimento humano. Existe um consenso que a pressão das entidades que se preocupam com o meio ambiente; dos cientistas e da população preocupado com as óbvias demonstrações de que temos sérios problemas em relação a preservação desses recursos preciosos e sem os quais não poderemos viver é, sem sombra de dúvida o fator decisivo para que esse novo comportamento se espalhe e frutifique."

Nota do Editor: contatos com os entrevistados podem ser feitos por:

Estêvão Freire: estevao@eq.ufjf.br

Jennifer Dodson: jennifer.dodson@york.ac.uk

Newton Mario Battastini: newton@tecpon.com.br