

## Por que fazer pesquisa básica em bioenergia?

---

*Cylon Gonçalves da Silva*

Há uma expressão que se popularizou nas discussões sobre energia que diz que “A Idade da Pedra acabou, mas não foi por falta de pedras”. Do mesmo modo, pode-se dizer que a era dos combustíveis fósseis acabará logo, e não será por falta de combustíveis fósseis. Ao contrário, podemos contar com muitos futuros anúncios da descoberta de novas reservas de petróleo e gás mundo afora. Este não é o problema, muito menos a solução. A era dos combustíveis fósseis acabará por uma de duas razões alternativas: (1) ou a civilização industrial controla a quantidade de gases de efeito estufa na atmosfera ou (2) a quantidade destes gases na atmosfera acaba com a civilização industrial.

As afirmações do parágrafo anterior podem parecer radicais. Infelizmente, não o são. As evidências de que importantes mudanças climáticas são consequência direta da queima de combustíveis fósseis são hoje maciças. Isto não quer dizer que saibamos, ou que poderemos um dia prever com precisão, para onde elas se encaminham. Como todas as coisas importantes na vida, há um grande grau de incerteza inerente nas previsões sobre as consequências futuras do aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Os cenários vão de pequenas alterações até grandes catástrofes, com a maior probabilidade para um aumento da temperatura média global de 2 a 4,5 graus centígrados até o final deste século. Dentro deste panorama de incertezas, há duas certezas: a primeira é de que, mesmo o cenário mais provável trará impactos econômicos e sociais significativos, e a segunda é que a probabilidade de eventos catastróficos não é nula. Portanto, qualquer sociedade minimamente inteligente deve se preparar para eles. E, como se sabe, a questão energética é a questão central a ser resolvida.

Combustíveis fósseis é uma forma de bioenergia. Eles representam a energia solar armazenada em ligações químicas por plantas que existiram há centenas de milhões de anos. A queima destes combustíveis reintroduz na atmosfera o dióxido de carbono que estas plantas capturaram, porém em um ritmo muito acima daquele que a biosfera, a atmosfera e os oceanos podem reciclá-lo. A solução do problema da energia para a civilização industrial reside na descoberta de novas tecnologias capazes de transformar a energia solar em energia química de forma econômica, ambientalmente aceitável, com estabilidade de suprimento e em grande escala. O mundo hoje consome cerca de 14 teraWatts (quatorze trilhões de Watts), com a expectativa de que este número dobre até meados do século 21. A energia solar incidente sobre a Terra é de 120.000 teraWatts, ou seja, mais do que suficiente para suprir nossas necessidades. Mas, não temos a tecnologia para transformá-la em energia química, por que não temos a ciência. Duas perguntas: (1) será verdade que não temos a ciência? e (2) por que energia química?

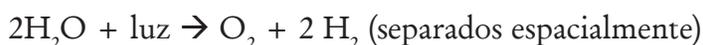
Vamos começar pela segunda questão. Sabemos converter energia solar em energia elétrica, por meio de células fotovoltaicas. Lembremos, entretanto das quatro condições desejadas: economia, ambiente, estabilidade de suprimento e escala. A energia fotovoltaica ainda não atende a esta combinação de condições. Ela não é economicamente competitiva (mas poderá vir a sê-lo), os processos de produção em grande escala impactam o meio ambiente, o suprimento é dependente da existência de luz solar, e não tem escala. A potência de pico de geração fotovoltaica instalada no mundo é da ordem de 7 gigaWatts (sete bilhões de Watts), com cerca de 2 GW sendo instalados a cada ano. Neste ritmo, seriam necessários 500 anos para atingir a potência de 1 teraWatt. Mesmo com as perspectivas mais entusiastas de crescimento da produção, ainda se está a décadas de um patamar significativo de energia elétrica fotovoltaica. O mais importante é a questão de estabilidade do suprimento. Eletricidade é apenas um vetor de energia – não é uma fonte primária. As flutuações na fonte primária (luz solar) levam a flutuações no suprimento. Portanto, para estabilizar o suprimento é preciso armazenar a energia elétrica. A melhor maneira de armazenar energia é em ligações químicas, algo que a Natureza descobriu há muito tempo. Em primeiro lugar, o pequeno volume ocupado por uma ligação química (um trilhão de trilhão de ligações por centímetro cúbico) e a proximidade dos elétrons

na ligação implicam que, por este meio, é possível atingir grandes densidades energéticas, por volume ou por massa. Em segundo lugar, a rapidez com que estas ligações podem ser feitas e desfeitas (frações de trilionésimos de segundo) significa que se pode atingir altas potências (energia por unidade de tempo) – como, por exemplo, para acelerar uma massa de duas toneladas de zero a 100 km/h em poucos segundos, sob forma de um automóvel. Por estas e muitas outras razões que não cabe aqui mencionar, a energia química é imbatível como forma de armazenamento da energia solar. Não é, assim, por acaso, que este é o “Santo Graal” do problema da energia. Até o melhor uso da energia fotovoltaica passa, em algum momento, por armazená-la quimicamente.

Biocombustíveis são uma forma de atingir este Santo Graal, mas que não atende, de forma generalizada, às quatro condições já colocadas: economia, ambiente, estabilidade de suprimento e escala. Há uma tendência muito natural de imaginar que o problema de biocombustíveis se resume a, de uma lado, uma questão agrícola e, de outro, a uma questão tecnológica e de engenharia. Isto é, a uma questão de produção da biomassa necessária como matéria prima e de projeto e construção das necessárias plantas de processamento desta matéria-prima. Portanto, um assunto para as escolas e centros de pesquisa de agronomia e de engenharia. Seria bom se assim fosse. Mas, o fato é que não temos a ciência necessária para que a questão possa ser tão simplesmente tratada. O que nos faz retornar à primeira das perguntas (será verdade que não temos a ciência?).

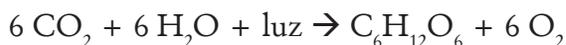
A conversão de energia solar em energia química pode ser feita, em princípio por diversas rotas. A rota escolhida pela Natureza é a da fotossíntese, conversão fotobioquímica, por meio da qual a energia solar é empregada para converter dióxido de carbono e água em hidrocarbonetos e oxigênio, por meio de complexas moléculas orgânicas catalisadoras desta reação, que envolve inúmeros passos intermediários. É a fotossíntese que produz a matéria-prima dos biocombustíveis – e que produziu a matéria-prima dos combustíveis fósseis. Rotas termoquímicas podem ser empregadas, usando-se a energia solar para produzir elevadas temperaturas e vaporizar a água para produzir hidrogênio. Rotas eletroquímicas também existem ou podem ser imaginadas, nas quais a energia solar é primeiramente convertida em eletricidade e esta empregada para decompor a água em hidrogênio e oxigênio. Todas elas, direta ou indiretamente, usam a energia solar para

quebrar e reformar ligações químicas. Isto significa, em geral, transportar elétrons e prótons (íons de hidrogênio) no interior e entre moléculas. Como ressaltado pelo Prof. Dan Nocera do MIT, nestas reações, elétrons são objetos que obedecem à mecânica quântica, enquanto que prótons se comportam como partículas clássicas, devido à grande diferença de massa entre estas partículas. Mas, não há transporte de elétrons sem o correspondente transporte dos prótons. Os seus deslocamentos, nos processos de transformação da energia solar em energia química, são correlacionados. Então, tem-se, de saída, um problema quântico/clássico a ser resolvido. Mesmo para a reação mais simples desejada (na presença de um catalisador adequado):



não existe a ciência necessária para atender aos quatro requisitos básicos já enumerados - economia, ambiente, estabilidade de suprimento e escala. É preciso criar novos catalisadores bons e baratos. Ou seja, é preciso entender como promover a reação química colocada acima, na qual duas moléculas de água têm suas ligações químicas quebradas e recompostas, enquanto quatro elétrons e quatro prótons são relocados de dois oxigênios para gerar três novas moléculas. A solução desta equação tão simples em aparência é a solução do problema de energia do mundo.

Da mesma forma, a reação de fotossíntese:



permanece repleta de mistérios. Na ponta da geração da matéria prima para os biocombustíveis, os catalisadores biológicos que reformam as ligações químicas do dióxido de carbono e da água, e que movimentam elétrons e prótons com grande eficiência dentro da célula vegetal ainda não são compreendidos adequadamente. No outro extremo da cadeia de produção, na ponta da conversão da biomassa em combustíveis, os catalisadores capazes de decompor o material lignocelulósico em seus açúcares elementares e aqueles capazes de transformá-los em etanol (ou butanol) ainda são basicamente os mesmos empregados há milênios.

A Natureza nos oferece, nos biocombustíveis, a prova de princípio de que é possível transformar energia solar em energia química e aproveitar esta como fonte primária de energia em uma variedade de processos orgânicos e inorgânicos. Aqui cabe uma analogia com outra

prova de princípio da Natureza. O homem aprendeu que o mais pesado do que o ar pode voar observando a prova de princípio que são os pássaros. Mas, seus aviões não batem asas e têm, ao contrário dos pássaros, um leme vertical na cauda. Será possível produzir catalisadores para alguma reação semelhante a de fotossíntese acima que não sejam biológicos? Ou seja, será possível produzir, com grande eficiência, combustíveis sem seguir a rota de produção de biomassa? Teoricamente, a resposta é sim. Na prática, não temos a ciência que revolucionaria a produção de combustíveis diretamente a partir da energia solar.

São estes desafios que explicam os enormes investimentos que estão sendo feitos em novos centros de pesquisa nos Estados Unidos, Europa e Japão e que o Brasil não pode deixar de encarar seriamente. No curto prazo, fora de dúvida, o problema de biocombustíveis passa pela agricultura e pela engenharia convencional. Mas, no médio e longo prazo, o problema da energia, que é muito maior do que o de biocombustíveis, passa pela ciência básica.

A proposta do Centro de pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) contempla a variedade de questões envolvidas na produção de biocombustíveis, mas traz a elas o foco da pesquisa básica, de longo prazo. Não se trata de equacionar a produção de biomassa nos próximos anos, nem tampouco de resolver os problemas de produção de biocombustíveis no mesmo horizonte temporal. Uma das importantes funções do Centro é dar visibilidade aos desafios da pesquisa nesta área, atraindo os melhores talentos para uma questão que é vital, não apenas para a economia do País, mas para a sobrevivência da civilização industrial. Uma outra será a sua capacidade de organizar a pesquisa fundamental em energia no Brasil, por meio de mecanismos inovadores de articulação e fomento, alguns dos quais terão de ser especificamente criados. Trata-se de criar uma comunidade de pesquisadores, dentro e fora do Centro, treinados em uma multiplicidade de disciplinas, sobretudo jovens no início de suas carreiras, para se debruçar sobre os desafios da questão energética, do ponto de vista da pesquisa básica. O Centro será, também, um ponto focal importante para a cooperação internacional, como interlocutor dos novos Centros similares que estão surgindo no mundo e como centro de treinamento de pesquisadores de países em desenvolvimento, afirmando a liderança intelectual do Brasil na pesquisa fundamental na área de biocombustíveis.

## APÊNDICE

### A EVOLUÇÃO RECENTE DOS ESFORÇOS INTERNACIONAIS DE PESQUISA EM BIOCOMBUSTÍVEIS

Neste Apêndice, sintetizam-se as propostas recentes, de vários países, para novos centros de pesquisa em biocombustíveis. Propositadamente, deixam-se de lado um grande número de organizações importantes, algumas com décadas de existência e com contribuições significativas para o setor, como o Laboratório Nacional de Energias Renováveis dos Estados Unidos, por que a ênfase do documento é no esforço adicional, em termos de novas organizações e estruturas de financiamento, que se pretende fazer nos próximos cinco a dez anos para acelerar a produção de biocombustíveis. Naturalmente, as organizações tradicionais destes países também estão sendo mobilizadas, mas o que as políticas de vários países mostram é que elas não são consideradas suficientes para as dimensões dos desafios colocados pelos biocombustíveis. Os EUA chamam a atenção pela magnitude dos investimentos – US\$ 350 milhões em cinco anos, para três novos centros. A China, por outro lado, parece ainda não ter reagido à altura, mas isto também pode ser pela falta de informações atualizadas nas fontes consultadas. A União Européia é sempre mais lenta do que os Estados Unidos, mas o Sétimo Programa Quadro prevê investimentos substanciais em fontes de energia “limpa”. O Japão investe em biocombustíveis, mas as limitações de seu território fazem com que ele continuará a ser um importador de energia.

#### PANORAMA INTERNACIONAL

##### AMÉRICA DO NORTE

###### Estados Unidos

Países do mundo todo, representados pelos seus governos, universidades e empresas, estão investindo significativamente em pesquisa e inovação em biocombustíveis. Seria impossível, neste documento, fazer uma revisão exaustiva de todas as atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação em bioenergia, com financiamento público ou privado, dos EUA. Basta citar, por exemplo, a existência do Laboratório Nacional de

Energias Renováveis, que há bastante tempo vem fazendo pesquisa na área e que mereceria um capítulo à parte. Por esta razão, focam-se aqui apenas iniciativas recentes envolvendo a criação de novas organizações ou mecanismos de financiamento.

O Departamento de Energia dos Estados Unidos anunciou, em 2006, investimentos iniciais da ordem de US\$ 350 milhões para três novos centros de pesquisa em bioenergia, sendo um deles no Lawrence Berkeley National Laboratory (LBL), na Califórnia. Este Laboratório é muito interessante porque, guardadas as devidas diferenças de escala, ele possui um conjunto de laboratórios (fonte de luz síncrotron, microscopia eletrônica e biologia molecular) comparável àqueles disponíveis no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron do MCT em Campinas.

O **Projeto Helios** tem como objetivo central desenvolver tecnologias para armazenar a energia solar sob a forma de combustíveis renováveis para transporte. Seus pesquisadores trabalham no Instituto de Biociências da Energia (EBI), no Centro de Pesquisas em Energia Solar Helios, e no Instituto Colaborativo de Bioenergia (Joint Bioenergy Institute–JBEI). Para se ter uma idéia do financiamento destas organizações, o EBI receberá US\$ 500 milhões da British Petroleum (BP) em 10 anos e o JBEI receberá US\$ 125 milhões do Departamento de Energia dos EUA nos próximos cinco anos. Assim apenas essas duas instituições de pesquisa em bioenergia situadas na região da Universidade da Califórnia em Berkeley, receberão mais de US\$ 50 milhões de dólares por ano nos próximos cinco anos. Vale ressaltar que o EBI é compartilhado entre a UC Berkeley e a Universidade de Illinois, portanto nem todos os US\$ 500 milhões de dólares do financiamento da BP irão para a Universidade da Califórnia.

O **Instituto de Biociências da Energia (BEI)** tem cinco áreas principais de atividade:

- 1) **Desenvolvimento de matéria-prima.** Os grupos focam sua atenção no desenvolvimento de plantas não comestíveis que possam ser usadas como matéria-prima para biocombustíveis, com alta eficiência energética de conversão. Uma das vantagens do Brasil, neste caso, é que já possui a cana-de-açúcar, ainda que muito desenvolvimento precise ser feito na questão de variedades adaptadas às diferentes regiões do país. Sabe-se que

o custo da matéria-prima cana-de-açúcar representa cerca de 70% dos custos do etanol biocombustível brasileiro, o mais barato do mundo. Poder-se-ia dizer que este número mostra a eficiência dos processos industriais e a ineficiência dos processos agrícolas, e que ele indica a necessidade urgente de otimizá-los, inclusive com melhor aproveitamento do bagaço e palha, o que implica o desenvolvimento de novos processos industriais. Portanto, eficiências industrial e agrícola estão intimamente correlacionadas e seu aumento depende de um esforço intenso de pesquisa e incorporação de novas tecnologias.

- 2) Despolimerização da biomassa. A pesquisa destes grupos está ligada a um passo essencial na produção de etanol celulósico: a decomposição da celulose e hemicelulose nos açúcares simples (monômeros). Isto é, a possibilidade de incorporar novas matérias primas agrícolas como base dos biocombustíveis. No caso brasileiro, em primeiro lugar, isto significa um melhor aproveitamento da cana-de-açúcar, mas não exclui, obviamente, outros insumos.
- 3) Produção de biocombustíveis. O foco da pesquisa destes grupos está em aumentar a eficiência da fermentação, visando atingir maiores concentrações de etanol no liquor fermentado. É bom manter em mente, entretanto, que a rota biológica não é a única possível para conversão de biomassa em biocombustíveis. Há pouca pesquisa sendo feita no Brasil sobre essas outras rotas.
- 4) Bioprocessamento de combustíveis fósseis. O objetivo da pesquisa desses grupos é encontrar maneiras biológicas de explorar petróleo e carvão, usando microorganismos para facilitar a extração de combustíveis fósseis do solo. Há um esforço distinto, mas aparentemente não no BEI, de usar microorganismos que se alimentam diretamente de combustíveis fósseis para produzir hidrogênio gasoso. A idéia deste processo seria a de injetar colônias destes microorganismos nos reservatórios de petróleo e extrair não hidrocarbonetos, mas  $H_2$ . Uma solução deste tipo permitiria o aproveitamento de vastas reservas de combustíveis fósseis com zero de emissão de carbono.

- 5) Dimensões ambiental, social e econômica. O BEI tem a clara percepção de que o desafio dos biocombustíveis não é apenas técnico-científico, mas envolve aspectos de meio ambiente, sociais e econômicos fundamentais que precisam ser estudados, no contexto das novas tecnologias. Não adianta desenvolver, no laboratório, uma ótima tecnologia que se revela, na prática nociva em um ou mais desses aspectos. Por isso, não há como deixar de lado estes aspectos na pesquisa sobre biocombustíveis.

O **Instituto Colaborativo de Bioenergia (JBEI)** tem foco em três áreas principais: produção de matéria-prima, despolimerização e síntese de biocombustíveis. Como se vê, há várias áreas de superposição com o BEI, mas, dada a complexidade dos temas a ser tratados, isto não é surpreendente. Isto é uma tendência do sistema norteamericano, de estimular a competição entre organizações, como forma de garantir a qualidade dos resultados. O que nos parece, freqüentemente, como desnecessária duplicação é, de fato, uma estratégia inteligente de forçar as organizações a desempenharem melhor, por que sabem que estão competindo entre si por recursos para pesquisa.

O **Centro de Ciência da Bioenergia dos Grandes Lagos (GLBRC)**, coordenado pela Universidade de Wisconsin-Madison, receberá US\$ 125 milhões do Departamento de Energia (nos próximos cinco anos) mais US\$ 100 milhões (!) da universidade para um prédio que abrigará o Centro e US\$ 4 milhões para a contratação de novos professores. Fala-se, assim, de um investimento próximo a um quarto de bilhão de dólares neste Centro, que terá os seguintes objetivos de pesquisa:

- 1) Características da biomassa de plantas;
- 2) Procedimentos para processar a biomassa de plantas;
- 3) Processos biológicos e químicos para converter biomassa em produtos de energia;
- 4) Sustentabilidade econômica e ambiental da cadeia biomassa-biocombustível.

É interessante notar que este Centro, como o BEI considera a pesquisa de sustentabilidade como parte integrante de sua missão institucional.

Finalmente, o terceiro centro patrocinado pelo Departamento de Energia, o Centro de Ciências da Bioenergia (BESC) coordenado pelo Laboratório Nacional de Oak Ridge receberá, além dos recursos do DOE (US\$ 125 milhões), um adicional de US\$ 71 milhões de recursos estaduais e US\$ 5 milhões do setor privado. Suas pesquisas terão três objetivos:

- 1) Formação e modificação da biomassa, a fim de compreender a genética e bioquímica da biossíntese da parede da célula vegetal, com o objetivo de modificar as plantas e tornar o material celulósico mais facilmente acessível aos processos de despolimerização.
- 2) Deconstrução e conversão da biomassa, a fim de entender os processos enzimáticos e microorganísmicos de decomposição do material lignocelulósico, com o objetivo de desenvolver biocatalisadores mais eficientes.
- 3) Caracterização e modelagem, a fim de desenvolver um sistema de alto rendimento (*high-throughput*) de pré-tratamento e caracterização para entender os processos básicos de resistência da planta à despolimerização do material lignocelulósico. Essas técnicas experimentais serão combinadas com métodos de imageamento e modelagem e simulação computacional.

### Canadá

O governo canadense no ano de 2007, atribuiu o valor de \$2,4 bilhões em seu orçamento para iniciativas relacionadas a energias mais limpas, energias renováveis, eficiência energética e ao desenvolvimento de novas tecnologias.

- ✓ \$1.5 bilhões para iniciativas em relação a fontes de energias renováveis (ecoENERGY) para aumentar a participação das energias renováveis na matriz energética do país. Espera-se com essa medida produzir 4.000 megawatts de eletricidade renovável (ex: eólica, biomassa, PCHs, fotovoltaica, geotérmica, marés e ondas).
- ✓ \$300 milhões para eficiência ecoENERGY. Iniciativas para promover o uso de energia mais racional, incluindo o retrofit de sistemas existentes para incentivar melhorias na eficiência energética em casas, pequenos edifícios e indústrias.

- ✓ \$230 milhões para tecnologias ecoENERGY. Iniciativa tecnológica para ciência e tecnologia aplicada à energia para financiar a pesquisa, o desenvolvimento e a demonstração de tecnologias para energias limpas.
- ✓ \$339 milhões para o desenvolvimento e implementação de uma nova agenda regulatória para um ar mais limpo no país.

Considera-se a produção de combustíveis renováveis no país uma nova oportunidade de mercado para os fazendeiros e comunidades rurais, razão pelo qual o governo incluiu \$365 milhões em seu orçamento para o ano de 2006 para estimular seu desenvolvimento. Para que as medidas regulatórias propostas sejam alcançadas, mais de 2 bilhões de litros de combustíveis renováveis serão necessários. Para atingimento das metas propostas, o governo canadense destinou \$2 bilhões para financiar esta produção, incluindo \$1,5 bilhão como incentivo de operação e \$500 milhões para o desenvolvimento e pesquisa para tornar possível a produção de biocombustíveis de segunda geração em larga escala num período de sete anos.

### Ásia

Os grandes geradores e consumidores de energia na Ásia ou são países plenamente desenvolvidos (Japão, Coréia do Sul) ou são países em desenvolvimento com grandes populações (China, Índia). Em alguns anos, a China dominará o cenário, tanto por sua grande população como por seu ritmo acelerado de crescimento econômico. A medida que o centro de gravidade industrial do mundo se desloca para a Ásia, as opções energéticas deste continente pesarão cada vez por seus impactos globais no clima. Há uma percepção clara de que a participação das energias de fontes renováveis nas matrizes energéticas nacionais, com baixas emissões de gases de efeito estufa, devem crescer substancialmente no decorrer deste século.

Como não se espera uma diminuição significativa no crescimento do uso do transporte individual, o consumo de combustíveis líquidos deverá continuar, também, a crescer, apesar de que motores elétricos como alternativas de propulsão começam a ser explorados (com seus problemas específicos). Apesar da meta governamental chinesa, para 2020, de 13 bilhões de litros de etanol e 2,3 bilhões de litros de biodiesel, tanto o Instituto Chinês de Pesquisa em Energia quanto a Associação Chinesa

de Indústrias de Energias Renováveis prevêem produções muito maiores, com números variando entre 19 a 60 bilhões de litros de biocombustíveis, sendo a maior parte de etanol.

É interessante contrastar os casos da China e do Japão, que representam duas situações, por assim dizer, extremas. A China, a de um grande país populoso em rápido desenvolvimento, com abundante suprimento de carvão, com potencial agrícola e com a necessidade de reduzir a pobreza rural, mas ainda sem domínio técnico-científico comparável ao de sua produção industrial. O Japão, um pequeno “velho” país altamente industrializado, sem fontes próprias de combustíveis fósseis significativas, pequeno potencial agrícola, mas com grande domínio científico-tecnológico, compatível com seu desenvolvimento industrial. Todos os outros países da Ásia, de uma forma ou outra, se situam entre estes dois extremos.

### China

*“O futuro do clima global pode muito bem depender, em grande medida, da capacidade da China em levar o mundo para uma era de energia renovável, assim como os Estados Unidos, há mais ou menos um século, levou o mundo para uma era do petróleo.” C. Flavin, Presidente, Worldwatch Institute<sup>1</sup>.*

Descontadas as hipérboles características das declarações ocidentais sobre a China, não se pode deixar de reconhecer que o uso intensivo do carvão para alimentar de energia o crescimento econômico da China e Índia, com suas imensas populações, representará, no século 21, uma das maiores influências antropogênicas sobre a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Portanto, as fontes de energia escolhidas pela Ásia e, em especial na Ásia, pela China e Índia concernem a humanidade como um todo.

A China lançou o seu programa de bioetanol em 2000, motivada por três objetivos: 1) escassez de combustíveis para transporte; 2) poluição; e, 3) desenvolvimento rural. Atualmente, mais de 80% do etanol chinês provém de amido (milho, mandioca, arroz), 10% de açúcar, 6% de resíduos da indústria de papel e o restante por processamento químico de etileno. O Plano Nacional de Energias Renováveis prevê, para 2020, a produção de 11 milhões de toneladas de biocombustíveis. Entretanto,

---

<sup>1</sup> Worldwatch special report, “Powering China’s Development” (2007).

a previsão é de um consumo de 228 milhões de toneladas no mesmo ano. Assim, mesmo com uma mistura relativamente modesta de 10% (em peso) de biocombustíveis, haverá um déficit de mais de 10 milhões de toneladas de biocombustíveis na China dentro de uma década. Dada a alta participação de matéria-prima que poderia ser usada para alimentos na produção atual de bioetanol chinês, o governo prevê investimentos na pesquisa e desenvolvimento para uso de outros tipos de biomassa e do etanol celulósico.

Há estimativas de que metade dos resíduos agrícolas (total: 300 – 350 Mton) e florestais (total: 100 – 150 Mton) anuais da China seriam suficientes para produzir 90 bilhões de litros de etanol celulósico. O consumo de gasolina chinês em 2006, para comparação, foi de 70 bilhões de litros. Entretanto, a China ainda depende quase que completamente de tecnologia e equipamentos desenvolvidos em outros países. Há propostas para a criação de uma organização similar ao National Renewable Energies Laboratory dos Estados Unidos para acelerar o desenvolvimento científico, tecnológico e industrial de fontes renováveis de energia na China. Com certeza, uma vez tomada esta decisão, a China progredirá rapidamente, pois não lhe faltam recursos humanos ou financeiros.

### Japão

A situação do Japão é profundamente diferente daquela da China. A produção atual de biocombustíveis no Japão é insignificante: 30 mil litros de etanol por ano (equivalente ao consumo anual de 10 a 20 automóveis no Brasil) e entre 4 a 5 milhões de litros de biodiesel. O Ministério da Agricultura, Florestas e Pesca estima que, em 2030, o Japão possa atingir 6 bilhões de litros anuais, desde que a tecnologia do etanol celulósico cumpra com suas promessas<sup>2</sup>.

Destaca-se a existência desde janeiro de 2007, de uma planta de produção de etanol celulósico sediada em Sakai City, Osaka Prefecture, com capacidade anual de 1,4 milhões de litros de propriedade da Taisei Corporation, Marubeni Corporation e mais três empresas. Em 2008, planeja-se ampliar a produção desta para 4 milhões de litros.

---

<sup>2</sup> USDA GAIN Report JA6024, 26/5/2006.

O etanol é produzido a partir de resíduos de madeira da construção civil usando tecnologia da Celunol, cujo elemento chave consiste da bactéria *E.coli*, desenvolvida por meio de engenharia genética para fermentar tanto C6 (hexoses) quanto C5 (pentoses) presentes na biomassa celulósica. A instalação da planta para produção de etanol celulósico reflete o anúncio feito pelo governo japonês de elevar o percentual de 3% de etanol adicionado à gasolina para 10% até o ano de 2030.

Quanto aos investimentos realizados pelo país com foco na importação de etanol para suprir a demanda interna estimada entre 1,8 a 6 bilhões de litros anuais, destaca-se o acordo firmado entre o Japão e o Brasil avaliado em \$ 8 bilhões, mais especificamente entre a Petróleo Brasileiro S/A (Petrobrás) e a Japan's Mitsui & Co. Ltda.

O país é praticamente dependente em sua totalidade da importação de petróleo. Quanto aos biocombustíveis, produziu, em 2006, somente 30 mil litros de bioetanol em plantas subsidiadas pelo governo, porém possui como meta a produção de 50 milhões de litros de bioetanol para os anos de 2011/12.

Além dos investimentos para a produção de etanol, um estudo realizado pelo Institute of Energy Economics no Japão demonstrou que as empresas de petróleo teriam de gastar aproximadamente 300 bilhões yen (\$2,54 bilhões) para assegurar que os postos de gasolina, tanques e terminais existentes estejam aptos a comercializar e a estocar o E3.

Embora o Japão tenha mostrado interesse em adquirir etanol do Brasil há uma divergência política interna entre dois ministérios que podem frustrar as expectativas em relação à importação de etanol a longo prazo. O Ministério do Comércio, responsável pela política energética no país, iniciou em abril do presente ano um programa piloto de dois anos para o ETBE adicionado à gasolina e o Ministério do Meio Ambiente, um programa teste com duração de cinco anos para venda, em breve, de E3 em Osaka.

### **Austrália**

A Austrália, representada pelo governo, pretende investir cerca de US\$ 382 milhões em energia limpa e mais cerca de US\$ 1 bilhão com fundos provenientes do setor privado. O país é um dos maiores emissores de gases de efeito estufa per capita e só muito recentemente aderiu ao Protocolo de Kyoto. Ele possui grandes reservas de carvão, mas pouca

água para agricultura, o que explica a ênfase em combustíveis fósseis e o desenvolvimento limitado de biocombustíveis. Por outro lado, com imenso território desértico, de alta insolação, o potencial de aproveitamento de energia solar térmica ou fotovoltaica é imenso e é provavelmente nesta direção que o país tenderá a se encaminhar. Entretanto, o país é um produtor de cana-de-açúcar e possui grande competência técnico-científica. A pesquisa australiana pode ser de interesse do Brasil.

### **União Européia**

O governo britânico fundou um instituto de pesquisa em energia renovável com orçamento da ordem de US\$ 2 bilhões, com capital de fundos privados e públicos. A British Petroleum destinou US\$ 500 milhões para financiar pesquisas em biocombustíveis em universidades norte-americanas e britânicas.

### **África**

#### *África do Sul*

Estima-se que a África do Sul, potencial ator para a produção de etanol, poderia obter receitas da ordem de \$ 872 milhões em 2010, e mais de um bilhão em 2013. Entretanto, o atraso no desenvolvimento de uma estratégia nacional para os biocombustíveis tem parado o planejamento e investimentos do setor privado na expansão da produção doméstica.

O governo da África do Sul planeja conceder isenção tributária para o etanol e co-produtos produzidos a partir de cana-de-açúcar e beterraba. Da mesma forma, pretende-se conceder isenção de 50% sobre o biodiesel produzido de canola, soja e girassol.

Importante ressaltar que o governo da África do Sul tem limitado a utilização do milho como principal insumo para a produção de bioetanol no país. Tal fato se deve à elevação dos preços dos grãos observados durante o último biênio; assim sendo, o milho não faz parte dos planos de expansão da produção de biocombustíveis no país.

Este fato também influenciou a proposta anunciada de reduzir o percentual de adição de biocombustíveis de 4,5% para 2% para o ano de 2013. Contudo, a empresa Sterling Waterford Holdings Ltda, uma acionista da Ethanol Africa, planeja investir \$ 7 bilhões na construção

de oito plantas de produção de etanol a partir do milho, no país, nos próximos anos.

### **Resumo**

O autor argumenta sobre a criação de um centro de pesquisa no Ministério da Ciência e Tecnologia, que terá como funções: as pesquisas na área de biocombustíveis, organização da pesquisa fundamental em energia no Brasil, criação de comunidade de pesquisadores, centro de treinamento de pesquisadores de países em desenvolvimento, e a cooperação internacional com outros centros similares que estão surgindo no mundo. Apresenta, em seguida, a proposta de países como os Estados Unidos, Japão, Canadá, Austrália, África do Sul, China para a criação de novos centros de pesquisa em biocombustíveis.

### **Palavras-chave**

Bioenergia. Biocombustível. Etanol. Centros de pesquisa. Experiência internacional. Ciência e tecnologia.

### **Abstract**

*The author discusses the creation of a research center linked to the Ministry of Science and Technology, with these functions: research on biofuels, organization of fundamental research on energy in Brazil, consolidation of a researchers community, training of researchers from developing countries and international cooperation with emerging similar centers. The author presents proposals from the United States, Japan, Canada, Australia, South Africa and China to create new research centers in biofuels.*

### **Keywords**

*Bioenergy. Biofuel. Ethanol. International experience. Science and technology.*

### **O Autor**

CYLON GONÇALVES DA SILVA é físico, professor emérito da Unicamp, esteve durante 15 anos (1986-2001) na direção do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). Foi, até recentemente, conselheiro da Associação Brasileira de Tecnologia de Luz Síncrotron (ABTLuS), Organização Social criada para operar o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). Foi Secretário de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). E-mail: cylon@nano.org.br