

VIAS

PARA AVANÇAR

COMO

LÍDER DO

ETANOL

FAPESP lança programa para impulsionar pesquisa em bioenergia

FABRÍCIO MARQUES

Pesquisadores do estado de São Paulo estão sendo convocados a participar de um grande esforço de investigação voltado para aprimorar a produtividade do etanol brasileiro e avançar tanto em ciência básica quanto em desenvolvimento tecnológico relacionados à geração de energia a partir de biomassa. O Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia (Bioen), lançado no último dia 3, tem a ambição de estimular e articular as atividades de pesquisa em instituições paulistas e aperfeiçoar a *expertise* que já existe nessa área. “O Brasil tem vantagens acentuadas na produção de etanol de primeira geração, feito a partir da fermentação da sacarose, mas há vários desafios que precisamos vencer para melhorar sua produtividade”, afirma o diretor científico da FAPESP,

Carlos Henrique de Brito Cruz. “Também há oportunidades importantes de desenvolvimento tecnológico do etanol de segunda geração, produzido a partir de celulose, que vem sendo alvo de pesquisas em muitos países. O Bioen atua em ambas as frentes”, afirma.

O programa terá cinco vertentes. Uma delas é o de pesquisa sobre biomassa, com foco no melhoramento da cana-de-açúcar. A segunda é o processo de fabricação de biocombustíveis. A terceira está vinculada a aplicações do etanol para motores automotivos. A quarta é ligada a estudos sobre biorrefinarias e alcoolquímica. E a quinta irá debruçar-se sobre os impactos sociais e ambientais do uso de biocombustíveis. “O desafio é estabelecer um novo modelo de pesquisa e de desenvolvimento que promova um

impacto efetivo no melhoramento de cultivares, no aumento da eficiência de processos para a produção de etanol e na avaliação do impacto que o uso de biocombustíveis pode gerar em vários setores da sociedade”, explica Glaucia Mendes Souza, pesquisadora do Instituto de Química da USP e coordenadora do Bioen.

A chamada de projetos prevê investimentos de cerca de R\$ 38 milhões, divididos entre a FAPESP (R\$ 19 milhões) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – R\$ 10,2 milhões em bolsas e R\$ 8,8 milhões do Programa de Apoio aos Núcleos de Excelência, o Pronex. Também foram celebrados convênios no âmbito do Bioen que articulam o esforço de pesquisa com empresas e outras entidades. Um deles é a primeira chamada de propostas para Convênio FAPESP/Dedini para Apoio à Pesquisa sobre Processos Industriais para a Fabricação de Etanol de Cana-de-açúcar, que investirá inicialmente R\$ 20 milhões em projetos cooperativos envolvendo especialistas da empresa e de universidades e instituições de pesquisa paulistas. O Convênio FAPESP/Dedini prevê investimentos da ordem de R\$ 100 milhões em 5 anos, divididos em partes iguais pelos dois parceiros.

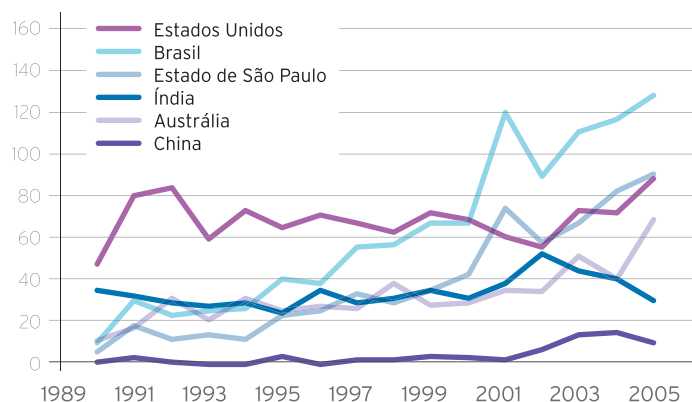
A Dedini não é a única empresa parceira da FAPESP no campo da pesquisa de biocombustíveis. Em 2006, a Fundação, em parceria com o BNDES, firmou um convênio com a Oxiten, do Grupo Ultra, para o desenvolvimento de sete projetos cooperativos em que se investiga desde o processo de hidrólise enzimática do bagaço da cana-de-açúcar para obtenção de açúcares até a bioprodução de etanol de celulose. No início deste ano a FAPESP e a Braskem também estabeleceram um convênio para o desenvolvimento de biopolímeros. Além dos convênios com as três empresas, também faz parte do Programa Bioen uma chamada de propostas no valor de R\$ 5 milhões para o convênio entre a FAPESP e a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig)



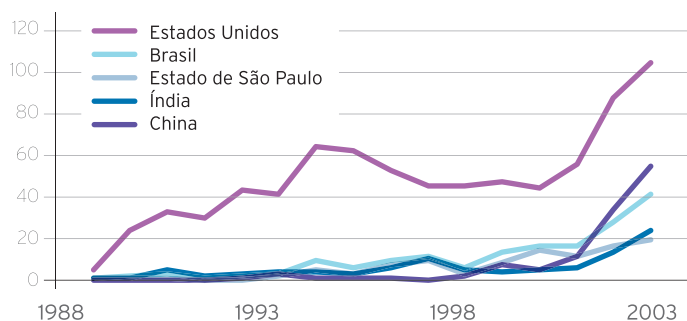
O DESAFIO DA COMPETITIVIDADE

O Brasil é líder em pesquisas sobre cana-de-açúcar, mas outras nações estão à frente em estudos sobre etanol de 1ª e de 2ª geração

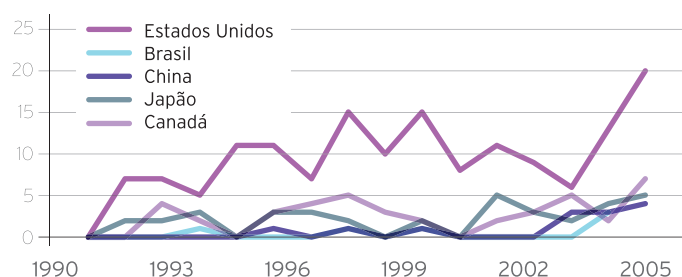
■ Número de artigos científicos publicados relacionados a pesquisas com cana-de-açúcar



■ Número de artigos científicos publicados relacionados a pesquisas com etanol extraído de biomassa



■ Número de artigos científicos publicados relacionados a pesquisas de etanol de 2ª geração (lignocelulose)



Fontes: ISI/Web of Science

de pesquisa em biocombustíveis. Por fim, o programa também é beneficiado pela destinação pela FAPESP de R\$ 10 milhões para auxílios regulares e para o programa Apoio ao Jovem Pesquisador. O conjunto de chamadas anunciado no início de junho perfaz investimentos de R\$ 73 milhões.

O agronegócio de cana-de-açúcar movimentará R\$ 40 bilhões por ano no país. A safra 2007/2008 deve colher 547 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 15,2% a mais do que a anterior. Metade dela é destinada à fabricação de etanol, o que faz do Brasil o segundo maior produtor do combustível no mundo. O primeiro lugar cabe aos Estados Unidos, que extraem etanol de milho a poder de pesados subsídios. Dois terços da produção nacional estão no estado de São Paulo. Avalia-se que o Brasil precisará dobrar sua produção num horizonte de 5 a 7 anos se quiser suprir as demandas locais e internacionais do combustível. Isso exigirá a construção de novas usinas, o crescimento das áreas plantadas, melhorias no manejo e, principalmente, ganhos de produtividade.

Uma das metas principais do Bioen é criar conhecimento que contribua para acelerar o desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar capazes de propiciar esse avanço. Em São Paulo o aumento da produtividade poderá ser atingido, por exemplo, pelo advento de cultivares mais ricas em sacarose, uma vez que a expansão da cultura esbarra na pouca disponibilidade de terras livres. Já no Planalto Central a expansão é mais factível – há áreas de grande potencial mapeadas no norte do Tocantins, sul do Maranhão, Mato Grosso, Goiás e Triângulo Mineiro. O que falta é desenvolver um conjunto maior de variedades adaptadas à oferta restrita de água. “A disponibilidade de cultivares resistentes à seca será necessária para a expansão da cultura de cana nesta região, pois isso viabilizará a utilização de pastagens e poderá diminuir a pressão da expansão sobre áreas de cerrado e florestas”, diz Gláucia Souza. “Produtores do Nordeste também se beneficiarão de cultivares resistentes à seca que poderiam aumentar significativamente a produtividade da região”, afirma.

Variedades de cana adaptadas aos diversos climas e solos brasileiros, altamente produtivos e com alto teor de açúcar ou fibra, vêm sendo desenvolvidas há anos por técnicas tradicionais de melhoramento genético. O Bioen quer ajudar a acelerar o desenvolvimento dessas variedades por meio da manipulação genética do metabolismo energético das plantas cultivadas, gerando, assim, vantagens competitivas para a produção brasileira.

O ponto de partida do Bioen foi a interação de um grupo de pesquisadores que estuda fragmentos de genes funcionais da cana, a chamadas etiquetas de seqüência expressas (ESTs), no âmbito do Programa FAPESP Sucest (Sugar Cane EST). Mais conhecido como Genoma Cana, este projeto foi realizado entre 1999 e 2003 por cerca de 240 pesquisadores liderados pelo biólogo Paulo Arruda, com financiamento da FAPESP e da Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (Coopersucar). “Chegamos a 238 mil ESTs, partimos para a identificação dos genes envolvi-

dos, estudamos as funções associadas e fizemos a matriz de tecidos para ajudar na geração de plantas transgênicas mais eficientes”, resume Glaucia Souza. “Já temos 348 dados de genes associados à síntese de sacarose”, afirma.

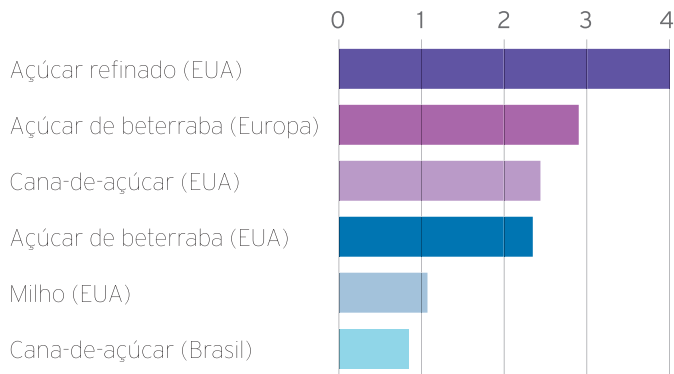
Agora um dos desafios dos pesquisadores é identificar as regiões do genoma da cana-de-açúcar responsáveis por regular a expressão dos genes mapeados pelo Sucest. O conhecimento da localização física dos genes e da dosagem de suas variações (alelos), além do ambiente em que eles estão inseridos, ajudará a ganhar eficiência no uso de marcadores moleculares no melhoramento da cultura e na transformação de plantas. A meta é que esse conhecimento ajude a acelerar o desenvolvimento de novas variedades, processo que atualmente leva pelo menos 10 anos, tornando-o mais competitivo e barato. Os programas de melhoramento, hoje, partem da seleção de futuras variedades (genótipos) efetuada no campo, através da avaliação das características de in-

teresse presentes em cada genótipo. Este processo é feito em milhares de plantas todos os anos, para afunilar em algumas variedades com alto potencial. “A idéia é reduzir o número das plantas que são avaliadas no campo, utilizando-se de dados de marcadores moleculares para selecionar previamente variedades ligadas a genes de interesse”, diz a engenheira agrônoma Anete Pereira de Souza, coordenadora do estudo e professora do Departamento de Genética e Evolução do Instituto de Biologia e pesquisadora do Centro de Biologia Molecular e Engenharia Genética (Cbmeg), ambos da Unicamp. “A identificação de marcadores moleculares associados a características de interesse é extremamente importante para a orientação dos cruzamentos no programa de melhoramento de cana”, afirma a pesquisadora Marie-Anne Van Sluys, professora do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP. Tanto Anete quanto Marie-Anne coordenarão pesquisas no âmbito do Bioen. A tarefa de identificar os marcadores moleculares, diga-se, está longe



A FORÇA DO ETANOL BRASILEIRO

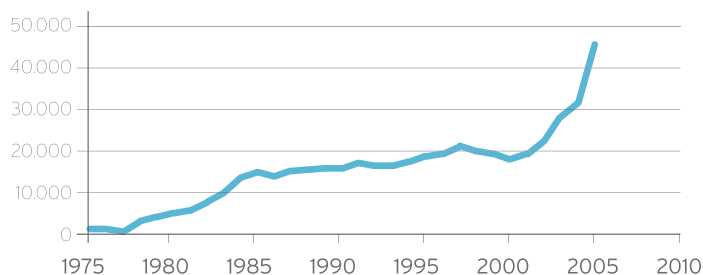
Custo de produção do etanol, em dólar, por galão (4,5 litros), proveniente de:



Fonte: USDA

O SALTO DO BIOCOMBUSTÍVEL

A evolução da produção mundial de etanol - em milhões de litros



Fonte: Worldwatch Institute e World Ethanol and Biofuels Report (2006)

de ser trivial. O genoma da cana chega a ser três vezes maior do que o humano, com o agravante de que, em vez de duas cópias de cada cromossomo, há até dez cópias e elas não são iguais.

O Programa Bioen também buscará estudar os mecanismos de defesa da cana contra algumas das principais pragas. A interação entre a planta e o inseto é considerada um sistema dinâmico, sujeito a contínuas variações. “As plantas desenvolveram diferentes mecanismos para reduzir o ataque de insetos, incluindo respostas específicas que ativam diferentes vias metabólicas e alteram consideravelmente suas características químicas e físicas”, diz Glaucia Souza. Por outro lado, os insetos desenvolveram estratégias para superar as barreiras defensivas das plantas, permitindo a sua alimentação, desenvolvimento e reprodução nos seus hospedeiros. Um dos objetivos específicos é estudar a broca

gigante da cana-de-açúcar, uma das principais pragas da cultura na Região Nordeste e recentemente identificada em áreas de cultura no Sudeste, além de entender a função de proteínas específicas de defesa da cana-de-açúcar contra o ataque da broca.

O outro foco de estudos é a forma como a cana-de-açúcar irá responder às mudanças climáticas. Esse conhecimento poderá ajudar a desenvolver variedades mais resistentes a eventuais aumentos de chuva e de calor, além do esperado avanço de pragas. Já é sabido que a alta concentração de gás carbônico produz um aumento na fotossíntese e no volume de biomassa, o que faz antever um avanço da produtividade. “Em contrapartida, pouco se sabe sobre os mecanismos de controle hormonais, suas relações com o metabolismo de carbono e as redes de transcrição gênica

a ele associados”, diz Marcos Buckeridge, professor do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP, que também coordena o Bioen. “O conhecimento de tais processos tem o potencial de expor quais os pontos do metabolismo da cana poderiam ser alterados para produzir variedades com potencial de adaptação às mudanças climáticas”, afirma Buckeridge. A busca de fontes para a produção de biocombustíveis que não comprometam a natureza, como, por exemplo, a obtenção de etanol a partir de polissacarídeos de sementes de árvores nativas cultivadas em meio a plantações de cana, também será alvo de investigação. “Sistemas agroflorestais podem representar um novo modelo capaz de aumentar a produção de energia renovável, de uma forma harmônica e com benefícios sociais, além de impacto ambiental mínimo”, afirma Buckeridge.

Apenas a sacarose, responsável por um terço da biomassa da cana, é aproveitada para a produção de açúcar e álcool combustível. É certo que o Brasil utiliza o bagaço da cana na geração de energia nas usinas ou na produção de alimento para animais, o que foi responsável por um notável ganho de eficiência. O grande desafio é converter em etanol também a celulose, que está no bagaço e na palha da cana – processos de hidrólise enzimática ou físico-química permitiriam que as unidades de carbono da celulose e da hemicelulose fossem também fermentadas. O domínio das tecnologias de utilização da celulose está no centro da corrida mundial pela produção de energia a partir de fontes renováveis. Hoje esse processo tem custos muito elevados e está longe de ser viável economicamente. Se os pesquisadores encontrarem formas de reduzir custos, o uso dos dois terços de celulose da cana poderia, a longo prazo, ampliar dramaticamente a produção do etanol brasileiro.

No âmbito do Bioen, será estudada a fisiologia das paredes celulares da cana-de-açúcar. Elas são constituídas por celulose, hemiceluloses e pectinas entrelaçadas de tal forma que é extremamente difícil extrair com eficiência a energia existente em suas ligações químicas. Vai-se investir no conhecimento sobre como a parede é constituída para, talvez, alterar sua

estrutura e criar variedades nas quais a sua degradação seja mais simples. “Já temos a composição e estrutura dos polissacarídeos da parede celular das folhas, colmo e flores da cana. Portanto, sabemos quais ligações devem ser quebradas para produzir açúcar”, diz Buckeridge. “Temos também uma lista de 469 genes relacionados à parede celular e estamos aprofundando os estudos para compreender como algumas das enzimas trabalham. Mas essa é uma tarefa longa, pois teremos não apenas que entender como cada enzima trabalha, mas também como elas trabalham em conjunto. Nosso objetivo de longo prazo é fazer com que a planta, em um dado momento durante o desenvolvimento, comece a degradar a sua própria parede, de forma que depois de ser colhida seja mais fácil terminar o processo de hidrólise usando enzimas de microorganismos”, afirmou o pesquisador.

As pesquisas sobre a obtenção de etanol de celulose envolvem processos físicos, químicos ou biológicos – ninguém sabe ainda qual deles será mais eficiente. “Há até 2 anos produzir etanol em grande quantidade era assunto brasileiro. Agora, com o interesse dos países desenvolvidos nessas tecnologias, teremos competidores que nos obrigam a incorporar muito mais ciência avançada”, diz Brito Cruz, diretor científico da FAPESP, que ressalta a importância de investir simultaneamente no etanol tradicional e no de celulose. “A ideia de que o etanol de segunda geração seria superior ainda é controversa. Sem dúvida, ele será vantajoso para países que não conseguem produzir o etanol de primeira geração. As pesquisas indicam que o etanol de primeira geração permanecerá superior ao de segunda geração por muitos anos. Mesmo assim o etanol de segunda geração será muito atraente frente ao custo atual do petróleo”, afirma.

A Dedini, que celebrou parceria com a FAPESP, já desenvolveu e patenteou um processo de obtenção de etanol de celulose e busca agora aperfeiçoá-lo. “É um grande privilégio poder contar com o conhecimento dos centros de pesquisa para que, juntos, resolvamos problemas tecnológicos vinculados à produção do etanol”, diz

José Luiz Olivério, vice-presidente da Dedini. A chamada de propostas estabelece que, nos próximos 3 meses, pesquisadores poderão apresentar projetos em temas ligados ao aperfeiçoamento de processos tradicionais, como a produção do etanol ou o uso de resíduos da cana para geração de eletricidade, e o desenvolvimento de processos inovadores, como a obtenção de etanol de celulose por meio de hidrólise ácida ou enzimática com custos competitivos. As propostas serão selecionadas por um comitê e os projetos contemplados serão acompanhados por especialistas em pesquisa e desenvolvimento da Dedini.

A discussão sobre o eventual impacto do cultivo do etanol na produção de alimentos, que ganhou corpo nos últimos meses, poderá ser alvo de pesquisas na quinta vertente do programa, aquela que analisará os impactos sociais e ambientais do avanço da produção de bioenergia. “Já foi bem demonstrado que isso é um equívoco, que os dois maiores causadores do crescimento do custo dos alimentos são a alta do preço do petróleo, que afeta o transporte, e a elevação do consumo mundial causada pelo desenvolvimento econômico acelerado da China e da Índia”, diz Brito Cruz. “A preocupação do Bioen não se prende a esse debate conjuntural, mas sim ao fato de que até hoje o desenvolvimento da agricultura no mundo sempre foi pautado pela produção de alimentos e agora passará a ser pautado também pela produção de energia para automóveis. Isso provavelmente mudará a lógica que governa a evolução da agricultura no mundo e sobre isso ainda se sabe pouco”, afirma.

Por fim, o Bioen também pretende atrair e formar pessoal qualificado para a pesquisa em bioenergia. A ideia é criar condições para consolidar a liderança do estado nesse campo por meio de ações que permitam o desenvolvimento da pesquisa acadêmica dentro de um padrão de competitividade internacional, ampliar a contribuição dos institutos e centros que já desenvolvem pesquisas na área e estabelecer uma rede de pesquisa em parceria e em colaboração com empresas. ■

➤ Mais informações sobre biocombustíveis nas páginas 59 e 84.

