

maneira eficiente no novo organismo, se a informação perdurava ao longo das multiplicações celulares e, por fim, se o produto formado não se alterava.

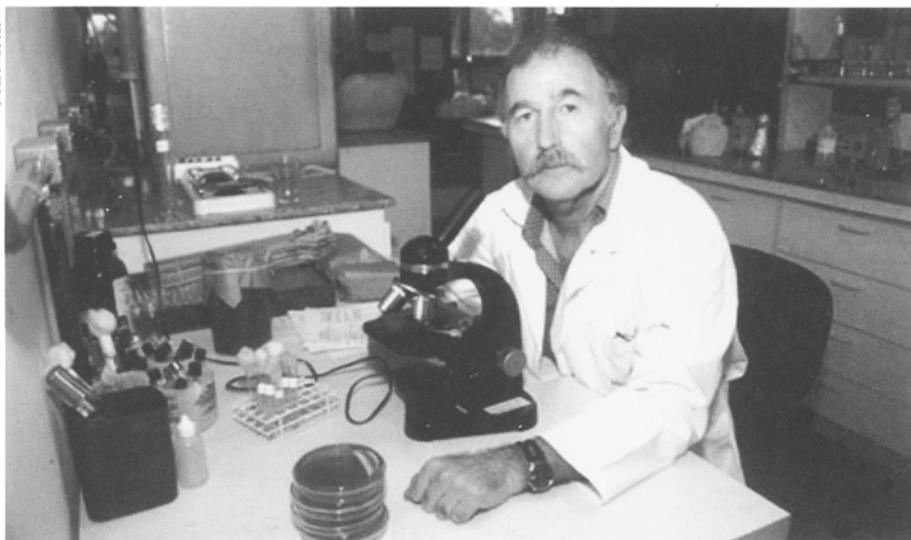
Tamanho dedicação valeu a pena. A *Escherichia coli* depois de modificada, ou recombinada, demonstrou sua eficiência: com 120 gramas de glicose ou lactose por litro e meio de cultura, foram obtidas cerca de 56 gramas de álcool. Os resultados deste acompanhamento foram publicados, em 1989, na revista *Applied and Environmental Microbiology*.

O projeto concentrou-se originalmente na produção de etanol a partir de hidrolisado de bagaço da cana-de-açúcar empregando a *Escherichia coli* recombinante. Entretanto, nesta experiência, é possível utilizar todos os resíduos agrícolas que contenham hemicelulose e celulose, como as palhas de arroz, trigo, soja e milho. “A bactéria que desenvolvemos é muito eficiente na utilização da xilose, que é gerada a partir da hemicelulose, bem como na utilização da celobiose e da glicose, moléculas intermediárias da quebra da celulose”, explica o pesquisador.

O bagaço da cana, por exemplo, compõe-se basicamente de celulose, hemicelulose e lignina. Para utilizá-lo como matéria-prima é preciso fazer uma hidrólise, ou seja, quebrar a hemicelulose de modo a liberar a xilose e a arabinose. Mas esse processo gera outros produtos tóxicos que inibem o crescimento da bactéria e por isso precisam ser quimicamente tratados.

No processo convencional de produção de etanol a partir do caldo da

FOTO EDUARDO CÉSAR



cana, a fermentação por levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) ocorre entre 8 e 10 horas. Já o bagaço é fermentado por *E. coli* em um período de 30 a 40 horas. O primeiro passo, neste método, é transformar o bagaço em hidrolisado (líquido). Depois, este líquido é neutralizado e tratado para eliminar as substâncias tóxicas. Por fim, adiciona-se a bactéria recombinante e, após cerca de 40 horas, faz-se a destilação: e está pronto o etanol.

“A grande vantagem deste processo é utilizar uma matéria-prima que é resíduo, propiciando uma suplementação à produção de álcool de até 15%”, destaca o pesquisador, que ainda se dedica ao projeto, buscando melhorar cada vez mais suas condições de fermentação. No período 1995/97, ele contou com um auxílio à pesquisa da FAPESP de R\$ 43.500,00.

Menos poluente

Os resultados desta experiência vêm reforçar a importância do etanol como combustível, apesar do desestímulo ao Proálcool e da drástica redução da fabricação de veículos movidos exclusivamente a etanol no Brasil. Para Alterthum, é um desafio tecnológico e científico aperfeiçoar cada vez mais esta descoberta. “Cada informação nova que se consegue é um avanço da ciência, independente de sua utilização”.

Para se ter uma idéia, no fim da década de 80, 90% dos motores dos carros eram a álcool. Com a queda do preço do petróleo e o barateamento da gasolina, perdeu-se o interesse pelo combustível. Resultado: atualmente, apenas 1% dos carros fabricados no país são movidos a álcool. Mas ainda resta uma frota de milhares de veículos a ser abastecida, além do que a gasolina vendida hoje no Brasil é adicionada com 22% de etanol.

“Nosso país serviu e serve de exemplo para o mundo, pois gerou um combustível substituto bem menos poluente que a gasolina, de fonte renovável e que, ao ser queimado, não agrava o efeito estufa”, ressalta o professor. Ele alerta que o tempo de vida das reservas de petróleo do mundo está estimado em apenas mais 50 anos, enquanto as matérias-primas que permitem a fabricação de etanol são abundantes na natureza.

Mesmo aposentado, o professor Flávio Alterthum continua utilizando o laboratório de pesquisa da USP e também dá aulas nos cursos de pós-graduação. A essência de seu trabalho permanece a mesma: a utilização de outros resíduos para a produção de etanol, tais como o soro do leite, a casca de amendoim, o sabugo de milho e o resíduo da industrialização do abacaxi.

Flávio Alterthum: Novo processo, além de utilizar resíduo como matéria-prima, permite suplementar a produção de álcool em até 15%

Propriedades do bagaço da cana-de-açúcar

O bagaço da cana-de-açúcar é o maior resíduo da agroindústria brasileira. Estima-se que, a cada ano, sobrem de 5 a 12 milhões de toneladas deste material, que corresponde a aproximadamente 30% da cana moída.

As próprias usinas utilizam de 60% a 90% deste bagaço como fonte energética (substitui o óleo combustível no processo de aquecimento das caldeiras) e para a geração de energia elétrica. O bagaço como combustível veio substituir a lenha, que era a fonte energética usada há alguns anos na evaporação do caldo.

Existem potencialmente usos não energéticos para o bagaço da cana, alguns deles já viabilizados comercialmente. Merecem destaque seu emprego como matéria-prima na indústria de papel e papelão, na fabricação de aglomerados, na indústria química, como material alternativo na construção civil, como ração animal e na produção de biomassa microbiana.

Mesmo assim há ainda um excedente deste resíduo que não é utilizado, causando sérios problemas de estocagem e poluição ambiental. Alguns autores afirmam que esse excedente de bagaço pode chegar a 10% em usinas com destilaria anexa ou a 30% em destilarias autônomas.

As fibras do bagaço da cana contêm, como principais componentes, cerca de 40% de celulose, 35% de hemicelulose e 15% de lignina, sendo este último responsável pelo seu poder calórico. A celulose e a hemicelulose são as duas formas de carboidratos mais abundantes da natureza e representam um potencial de reserva para a obtenção de produtos de interesse comercial. Ambas representam cerca de 70% do peso seco de todos os resíduos agrícolas, como aqueles provenientes da industrialização do milho, arroz, soja, trigo, cana-de-açúcar, entre outros, e do processamento de frutas como laranja, maçã e abacaxi.