



Solução global, problema local

O potencial do **etanol de cana-de-açúcar** de combater o aquecimento global ofusca um **lado maléfico** de sua produção: a emissão de poluentes à base de **nitrogênio** que causam uma **"chuva seca"** de fertilizantes e podem prejudicar **ecossistemas** regionais

Igor Zolnerkevic

Todo produto "sustentável" que se preze tem estampada na embalagem sua "pegada de carbono" – uma medida dos gases de efeito estufa emitidos durante sua produção. Quanto menor a pegada, menos o produto contribui para aumentar o aquecimento global e suas consequentes mudanças climáticas. O etanol vem sendo visto com bons olhos justamente porque, ao contrário do petróleo, cuja queima lança no ar carbono que estava "fora de circulação" há centenas de milhões de anos, suas emissões são compensadas durante o crescimento das plantações de cana-de-açúcar, que absor-

vem CO₂ no processo de fotossíntese. Isso praticamente zera o balanço de carbono. Pegaria muito mal, porém, se fosse estampada na embalagem do etanol sua "pegada de nitrogênio". Como quase todo tipo de agricultura intensiva, a cultura da cana-de-açúcar exige a aplicação de fertilizantes à base de compostos com nitrogênio, como o nitrato de amônio. Acontece que essa aplicação é extremamente ineficiente. Apenas 30% do nitrogênio dele é absorvido pela cana. O restante acaba se perdendo no solo, na água e no ar. O nitrogênio é essencial à vida, faz parte do DNA, RNA e das proteínas; daí ser

um dos ingredientes essenciais dos fertilizantes. Mas quando ele fica à disposição em excesso, espécies de plantas e micro-organismos que o absorvem mais rápido podem se proliferar e tomar o lugar das outras, destruindo o equilíbrio do ecossistema e sua biodiversidade. Nos ambientes aquáticos, o efeito é imediato: uma explosão de crescimento de algas libera toxinas e consome quase todo o oxigênio na água. Vários estudos feitos no Estado de São Paulo – local da maior produção de cana-de-açúcar do mundo – já observaram como as águas arrastam nitrogênio fertilizante dos canaviais até córregos, rios e represas, onde ele degrada o ambiente aquático e as matas ciliares. Mas ao avaliar a concentração nas represas, os cientistas perceberam que somente o transporte pela água não explica toda a quantidade de nitrogênio encontrada. O químico ambiental Arnaldo Cardoso, do Instituto de Química da Unesp, câmpus de Araraquara, suspeita que esse nitrogênio em excesso venha da atmosfera, na forma de uma poeira microscópica de nitrato de amônio. É como se fosse uma "chuva seca" de fertilizantes que se forma no ar a partir de gases emitidos pela queima da folhagem da cana feita antes da colheita (veja ilustração ao lado). "Mas esse é um conceito que ainda não cristalizou na cabeça dos biólogos", afirma Cardoso.

Em uma série de projetos com apoio da Fapesp e do CNPq, Cardoso, Cristine Dias e Andrew Allen, todos do IQ, monitoram desde 2003 as substâncias químicas no ar dos arredores de Araraquara, que fica no centro da maior região produtora de cana de São Paulo. Uma das análises da equipe, publicada em janeiro no *Journal of the Brazilian Chemical Society*, concluiu que essa chuva de fertilizante sobre rios, campos e florestas distantes até mais de 300 quilômetros dos canaviais é 12 vezes mais intensa do que a que aconteceria naturalmente. É como se alguém salpicasse fertilizante pela região. Os dados levantados pelos químicos da Unesp mostram que as concentrações da maioria das substâncias, principalmente aquelas com nitrogênio, fósforo e potássio, aumenta durante a queima da palha da cana, entre maio e novembro. As concentrações dos óxidos de nitrogênio, por exemplo, dobram no período, e os picos nas suas concentrações coincidem com a frequência das queimadas. Em estudo publicado em 2008 na revista *Environmental Science & Technology*, a equipe calculou que a queima de palha da

cana de todo o Estado de São Paulo emite na atmosfera 57 mil toneladas de nitrogênio por ano. Isso equivale às emissões de nitrogênio de uma metrópole – cerca de duas vezes e meia as emissões anuais da Grande Campinas ou metade daquelas da Grande São Paulo. Nas cidades, a principal fonte de nitrogênio no ar é a queima de combustíveis. Os óxidos de nitrogênio gerados participam de reações químicas na atmosfera produzindo nitrato de amônio, ácido nítrico – que contribui com a chuva ácida –, e ozônio, que na baixa atmosfera faz mal à saúde animal e vegetal. A imensa maioria do nitrogênio no ar (99%) está na forma do inofensivo gás nitrogênio. Bactérias que vivem no solo e na

água transformam naturalmente esse gás em óxidos de nitrogênio, amônia e amônio, todos compostos que reagem com seres vivos, também conhecidos como nitrogênio ativo. Ao mesmo tempo, outro tipo de bactéria, também no solo e na água, vive de fazer a transformação oposta, devolvendo gás nitrogênio para a atmosfera. Os dois comportamentos fechavam um ciclo que permaneceu em equilíbrio até o começo do século 20. Desde então os fertilizantes e os motores a combustão mais que dobraram a produção global anual de nitrogênio ativo. É um dos três problemas ambientais mais graves do mundo, junto com a acelerada perda da biodiversidade e a alta concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Para chamar atenção do público, o químico ambiental James Galloway, da Universidade de Virgínia, EUA, coordenou a criação de uma calculadora de "pegada de nitrogênio", nos moldes da pegada de carbono. A calculadora está disponível online (<http://www.n-print.org/>), por enquanto apenas para os EUA e a Holanda. "Planejamos adicionar outros países em 2010", diz Galloway.

A queima da palha da cana **espalha fertilizante pelo ar**, que cai sobre florestas a centenas de quilômetros dos canaviais

