



(Foto: WWF Brasil. Reprodução)

Capa. Plantação de cana-de-açúcar no Brasil, principal fonte para o etanol utilizado no programa Proálcool, que visa substituir combustíveis fósseis por alternativas renováveis.

# Uma bactéria para a agricultura

\* Helvécio De-Polli

\*\* Johanna Döbereiner

## Resumo

A descoberta de bactérias naturais capazes de fixar nitrogênio e degradar celulose traz grandes avanços para a ciência. Essa capacidade simultânea, antes apenas teórica, pode transformar resíduos em nutrientes, abrindo novas possibilidades para a agricultura sustentável e manejo de recursos naturais. Estudos identificam tais bactérias tanto em ambientes de solo quanto em glândulas de moluscos, ampliando nosso entendimento sobre as fontes de nitrogênio e suas aplicações no ecossistema.

**Palavras-chave:** Bactérias; Fixação de nitrogênio; Celulose; Sustentabilidade.

Caso se anunciasse que, com os meios técnico-científicos da engenharia genética, se “construía” uma bactéria capaz de fixar nitrogênio atmosférico e degradar celulose, a repercussão seria grande. Pois uma descoberta igualmente importante foi feita recentemente: essa bactéria, ao contrário do que se supunha, existe na natureza.

A celulose, produzida pela fotossíntese, é um carboidrato constituído de carbono, hidrogênio e oxigênio, que forma a parede celular dos vegetais, permitindo-lhes resistir às diferenças de pressão osmótica entre os ambientes interno e externo das células, além de propiciar a rigidez das raízes, dos caules e das folhas. Muito abundante, está presente, por exemplo, na madeira, no algodão ou no capim.

Alguns microrganismos são capazes de atacar essa rígida estrutura química através de uma enzima, a celulase. Podem então usá-la como fonte de carbono e energia química e introduzi-la na cadeia alimentar de outros seres vivos.

A celulose não tem em sua molécula o nitrogênio (N), elemento constituinte dos aminoácidos que formam as proteínas. O nitrogênio é um nutriente vegetal escasso na maioria dos solos agrícolas, sendo cara a sua adição por adubação química corretiva. Em contrapartida, na forma biotômica ( $N_2$ ), é abundante na atmosfera terrestre (79%). Nessa forma, contudo, é pouco reativo: só as bactérias chamadas diazotróficas são capazes de fixá-lo em forma química mais reativa (amônio,  $NH_4^+$ ) e incorporá-lo em proteínas diversas.

*“Essa bactéria, ao contrário do que se supunha, existe na natureza.”*

O microbiologista S. B. Leschine e seus colaboradores<sup>[1]</sup>, da Universidade de Massachusetts (EUA), relataram o isolamento de quatro extirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio, celulolíticas e anaeróbicas, oriundas do lodo de água doce e do solo. Demonstraram que possuem uma nitrogenase ativa, o que indica serem capazes de fixação de nitrogênio. São bactérias de vida livre, não associadas a outro organismo.

O achado da fixação de  $N_2$  em organismos que degradam a celulose em condições de vida livre, aliado à abundância da celulose, distribuída em diferentes ambientes, abre uma nova perspectiva para o uso dessas bactérias na melhoria da fertilidade dos solos e na conversão de refugos celulolíticos em produtos beneficiados.

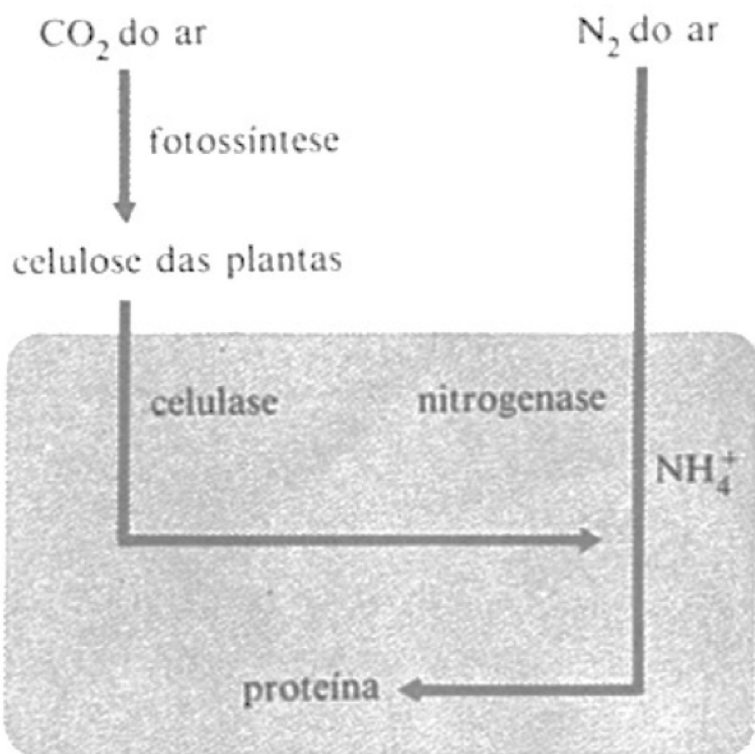
O primeiro relato de organismos com dupla capacidade de transformar celulose e fixar nitrogênio foi feito também por pesquisadores norte-americanos, J. B. Waterbury e seus colaboradores<sup>[2]</sup>. O grupo isolou uma bactéria que vive associada à glândula de Deshayes, exclusiva de certos moluscos marinhos que, quando adultos, vivem em cascos de navio e outros objetos de madeira submersos em águas oceânicas, podendo alimentar-se exclusivamente dela.

Tal fato suscita duas questões: qual a origem da

enzima que degrada a celulose e qual a fonte de nitrogênio para a produção de proteína, uma vez que a madeira é rica em celulose e pobre em nitrogênio? As funções da glândula de Deshayes têm sido inferidas a partir de evidências circunstanciais, presumindo-se que nela ocorrem tanto a produção de enzimas celulolíticas quanto a síntese de aminoácidos. Como a bactéria foi isolada do tecido que forma a glândula e mostrou-se capaz de degradar celulose e fixar nitrogênio atmosférico, cabe pôr em dúvida a atribuição dessa função à própria glândula do molusco. Sendo a bactéria abundante nesse tecido animal, parece provável que estejamos diante de um caso em que as funções de celulase e de nitrogenase exercidas pela bactéria auxiliariam o molusco (Figura 1).

A bactéria foi isolada da glândula de um molusco em meio mineral, com celulose em pó como fonte de carbono, tendo como única fonte de nitrogênio disponível o nitrogênio molecular atmosférico. Tentativas de isolá-la da água do mar ou da flora não foram bem-sucedidas, o que sugere que seu hábitat se restringe à glândula do molusco. Todos os microrganismos isolados mostraram similaridade, parecendo ser de uma mesma espécie. Como esta não pôde ser enquadrada em nenhuma chave taxonômica, concluiu-se: era uma bactéria até então desconhecida.

A atividade celulolítica é comum em invertebrados e está associada ao trato digestivo desses animais. Isso não ocorre neste caso, fazendo com que esta seja, também nesse sentido, uma associação singular.



(Foto: Autores. Reprodução)

Figura 1. Esquema simplificado dos processos de atividade celulolítica e de fixação de nitrogênio atmosférico, quando ocorrem em um mesmo organismo.

O mérito da descoberta desses organismos ao mesmo tempo celulolíticos e capazes de fixar nitrogênio não deve, contudo, desviar nossa atenção de dois outros aspectos do uso combinado do carbono e do nitrogênio. Um deles é a associação de bactérias diazotróficas, não celulolíticas, com microrganismos celulolíticos, não diazotróficos, em cultura mista para degradação de palha e cereais. Descobriu-se, na Austrália, que as bactérias fixadoras de  $N_2$  do gênero *Azospirillum* são capazes de fixar  $N_2$  com xilana ou palha de trigo como fonte de carbono. O outro aspecto é a capacidade que têm alguns

organismos de ambiente úmido — as cianofíceas (algas verde-azuladas) e algumas bactérias fotossintéticas — de fixar  $N_2$  e gás carbônico ( $CO_2$ ) do ar para produzir proteínas e carboidratos num mesmo organismo. As opções vêm crescendo no universo científico dos fixadores

*“O achado da fixação de  $N_2$  em organismos que degradam a celulose em condições de vida livre [...] abre uma nova perspectiva para o uso dessas bactérias na melhoria da fertilidade dos solos.”*

*“Estudos recentes mostram que bactérias fixadoras de nitrogênio podem contribuir para uma agricultura de menor custo e mais sustentável.”*

de  $N_2$  que usam fonte de energia e carbono abundantes e pouco dispendiosos. O desenvolvimento e a adaptação tecnológica desses trabalhos poderão contribuir, num futuro próximo, para uma agricultura de menor custo.

Texto publicado originalmente em:

DE-POLLI, H.; DÖBEREINER, J. Microbiologia, uma bactéria para a agricultura. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 55, p. 1-16, 1989.

\* *Esse texto foi atualizado segundo o novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.*

\* **Helvécio De-Polli** é pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa em Biologia do Solo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

\*\* **Johanna Döbereiner** foi engenheira agrônoma pioneira em biologia do solo. Pesquisadora do atual Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia da Embrapa, suas pesquisas foram fundamentais para que o Brasil desenvolvesse o Programa Nacional do Alcool e se tornasse o maior produtor mundial de soja do mundo.