



# **Desde el reciclaje de fosfato hasta la producción de PHA: modelos para el uso de la diversidad microbiana en la búsqueda de nuevos productos y procesos**

**Adolfo da Mota**

Universidade Federal do Amazonas. Faculdade de Ciências Agrárias  
Manaos, Brasil

## Biopolímeros de origem microbiana

A “Química Verde” é, de certa forma, uma conquista da sociedade que anseia por tecnologias de produção que se enquadrem no eixo da sustentabilidade. Essa tendência vem se consolidando em diferentes áreas do conhecimento e principalmente no campo transversal da Biotecnologia. Um problema sério enfrentado globalmente é o ciclo de vida dos produtos. A grande massa de resíduos gerada impacta violentamente o ambiente numa escala superior a sua capacidade natural de reciclagem. Nesse sentido, destacam-se os resíduos plásticos provenientes de polímeros de origem petroquímica, altamente persistentes no ambiente. A produção de plásticos biodegradáveis é uma alternativa para a exploração sustentável dos recursos naturais, associada ao benefício de rápida reciclagem por micro-organismos após o descarte. Os polihidroxicarboxilatos (PHA), biopolímeros armazenados por muitas bactérias como fontes de carbono e de energia, são uma alternativa interessante para a substituição dos plásticos petroquímicos devido suas semelhanças quanto à capacidade termoplástica e de degradabilidade. Os PHAs de origem microbiana são polímeros naturais sintetizados e acumulados na forma de inclusões celulares por uma grande quantidade de bactérias quando existe uma fonte de carbono abundante e carência de nutrientes essenciais para o crescimento celular como: nitrogênio, oxigênio, enxofre, fósforo, magnésio entre outros. Eles podem representar cerca de 80% da massa seca da célula. Os PHAs despertam o interesse biotecnológico porque apresentam características físicas, químicas e termoplásticas muito parecidas aos polímeros de natureza petroquímica (ex.: polipropileno), que são largamente utilizados em todos setores das indústrias em geral, mas que se acumulam densamente nos lixos urbanos, pois apresentam um tempo elevado de decomposição. Em contraste, os PHAs são completamente biodegradáveis na

presença de micro-organismos, tanto em condições aeróbicas quanto anaeróbicas, pois são substratos que as bactérias metabolizam em busca de carbono e energia. O grande problema para a produção desses polímeros é o alto custo dos substratos necessários para os micro-organismos sintetizá-los. Frente aos custos dos polímeros convencionais de petróleo, a produção de PHAs fica para segundo plano. A biodiversidade amazônica pode ser a solução para esse problema, fornecendo novas cepas microbianas e novos substratos ricos em carbono compatíveis com produção em escala industrial com um custo menor. Associar a produção de PHA com resíduos orgânicos da indústria de alimentos, por exemplo, é uma alternativa viável e que merece atenção da indústria biotecnológica.

#### Micro-organismos eficientes na reciclagem do fosfato

O fósforo é um elemento essencial à vida e insubstituível. Participa da composição das principais biomoléculas: proteínas, carboidratos, lipídeos, DNA e RNA. Entretanto, a elevada demanda desse nutriente leva à depleção de suas reservas naturais, resultando em uma possível crise mundial em um futuro não muito distante. Nesse contexto, surge a necessidade de sua reciclagem, e uma das alternativas viáveis se dá pelo uso de micro-organismos, que estocam o fósforo em grânulos polifosfato. Em alguns micro-organismos os grânulos de polifosfato chegam a representar cerca de 30% de sua massa seca. As bactérias usam dois circuitos genéticos para captação de fosfato, dependendo da disponibilidade do nutriente no ambiente. Quando em excesso, o sistema PIT (Phosphate Inorganic Transport), constitutivo, consegue suprir a demanda do metabolismo microbiano, entretanto, quando em situação de escassez do nutriente, um segundo circuito é ativado, o operon PST (Phosphate Specific Transport). O PST faz parte do regulon PHO. O regulon PHO é responsável não apenas pela captação mais eficiente do fosfato via PST, mas também regula os genes responsáveis pelo acúmulo do nutriente nos grânulos de polifosfato. Investir na reciclagem do fosfato resulta em benefício duplo, o primeiro é fornecer uma fonte renovável desse nutriente, o segundo é que contribui para diminuição dos impactos gerados pela eutrofização de rios e lagos. Considerando a inestimável biodiversidade amazônica, é provável que existam micro-organismos portadores de sistemas altamente eficientes na captação e estoque de fosfato e, portanto, adequados para a reciclagem microbiológica do nutriente.