

# Bioeconomia em construção 16 – O desafio da difusão dos bioplásticos

Por José Vitor Bomtempo e Fábio Oroski

Nos últimos meses, a questão dos problemas causados pelos plásticos esteve em evidência. Os plásticos de uso único e a poluição dos mares têm sido discutidos amplamente. A Ellen MacArthur Foundation liderou a iniciativa [New Plastics Economy](#) que tem produzido estudos e incentivado [inovações](#) buscando soluções que permitam tornar circular e sustentável o uso dos plásticos. Algumas dessas inovações dependem de novos materiais como os bioplásticos. O esforço no desenvolvimento de bioplásticos tem sido crescente e existem projeções que apontam taxas expressivas de crescimento nos próximos anos. Entretanto, a difusão desses novos materiais tem encontrado dificuldades. Temos procurado em nossas pesquisas entender as inovações de produto na bioeconomia e os dilemas e desafios que cercam os bioprodutos. Neste artigo exploramos um contraponto entre a difusão do polipropileno, o último plástico de grande consumo a se desenvolver, e a difusão do PLA\* o primeiro bioplástico a buscar atingir mercados expressivos.

## O surgimento, desenvolvimento e o sucesso comercial do Polipropileno (PP)

O polipropileno (PP), produzido a partir do monômero propeno, obtido no craqueamento da nafta, teve sua produção comercial iniciada em 1957. Nessa época, os principais plásticos – polietileno (PE), policloreto de vinila (PVC) e poliestireno (PS) – já eram produzidos em escala comercial e tinham grande crescimento de demanda. Para a produção desses polímeros, o craqueamento da nafta visava à produção de eteno e gerava propeno como co-produto e sem utilização nobre. O desenvolvimento da catálise Ziegler-Natta possibilitou a utilização do propeno como monômero e a produção de um novo material, o PP.

Os primeiros produtores do PP foram: Montedison (Itália; 6.800 t/ano), Hercules (EUA; 9.000t/ano) e Hoechst (Alemanha; 7.600 t/ano). O produto lançado tinha muitos problemas e era visto como de baixa qualidade. O processo era ineficiente e, além disso, havia problemas de processabilidade nas máquinas existentes no parque transformador, equipado para processar o PE. Porém, um conjunto de condições se reuniu e propiciou, em menos de 30 anos, o desenvolvimento do PP como um plástico de grande volume, versatilidade e amplo espectro de aplicações.

Os amplos esforços de pesquisa em catálise, que eram centrais na agenda da engenharia química na época, propiciaram o surgimento de sucessivas gerações de catalisadores, gerando um ciclo virtuoso de progressos nos processos de obtenção do PP (produtividade) e melhorias no material (qualidade). As inovações permitiram a redução das etapas e a simplificação do processo, diminuindo de forma expressiva os custos de investimento e os custos operacionais. A obtenção do PP passou de uma primeira geração de plantas com

quatro etapas (polimerização, neutralização do catalisador, eliminação dos atáticos e extrusão) para uma quarta geração de plantas, a partir da difusão da tecnologia Spheripol, com apenas uma etapa: a polimerização. A simplificação do processo foi acompanhada de uma difusão acelerada da tecnologia que foi comercializada pelos principais detentores: Himont (líder da indústria em produção própria e licenciamento), Union Carbide e BASF.

Ao mesmo tempo, à evolução dos processos somaram-se os esforços para evolução do material PP como produto. As limitações iniciais, como a má resistência às intempéries e às radiações UV (ultravioleta), restringiam sua utilização em várias aplicações. Essa deficiência foi resolvida nos anos 1970 com a participação da Ciba Geigy, que não era produtora de PP, mas uma empresa química de especialidades. Seguiram-se esforços de exploração das qualidades do material e a incorporação de novos níveis de desempenho, como a resistência ao impacto, a maior transparência e outros. A introdução do PP exigiu o desenvolvimento de aditivos e máquinas de processamento específicas para o seu processamento e aplicações, o que só se tornou possível pela presença de agentes complementadores.

A evolução da produção de PP nos EUA, entre 1960 – início da produção comercial – e 1990 – ponto que marca a maturidade plena do produto com um amplo espectro de aplicações e um volume da mesma ordem de grandeza dos demais termoplásticos – indica o sucesso em sua difusão. O PP levou 10 anos para atingir, por volta de 1970, a capacidade total de 500.000 t/ano. Nos 10 anos seguintes, foram adicionadas mais 1.000.000 t/ano. A partir dos anos 1980, o plástico deslanchou e foram acrescentadas mais 1.500.000 t em apenas uma década. A taxa de crescimento anual foi da ordem de 20% a.a. no período 1960/1990.

### **Trajectoria do bioplástico polilactídeo (PLA)**

O PLA (polilactídeo) tem sido citado por empresas, pesquisadores e especialistas de mercado, como um dos bioplásticos com maiores chances de difusão. Obtido a partir da polimerização do ácido láctico, com origem não fóssil, via fermentação do açúcar, é um material promissor, mas que, apesar de um efetivo crescimento, ainda não deslanchou como um produto de volume expressivo.

Em 1997, foi anunciado o projeto Dow Cargill, uma *joint venture* entre a Dow, uma das maiores empresas produtoras de plásticos convencionais e a Cargill, uma das líderes do agronegócio, que prometia trazer ao mercado o PLA como o primeiro plástico biodegradável. Apesar de taxas de crescimento da demanda expressivas, acima de 10% aa, e de anúncios de novos investimentos, a capacidade de produção de PLA situa-se ainda em torno de 200.000 t/ano, evidenciando certa frustração, já que volumes bem maiores eram esperados.

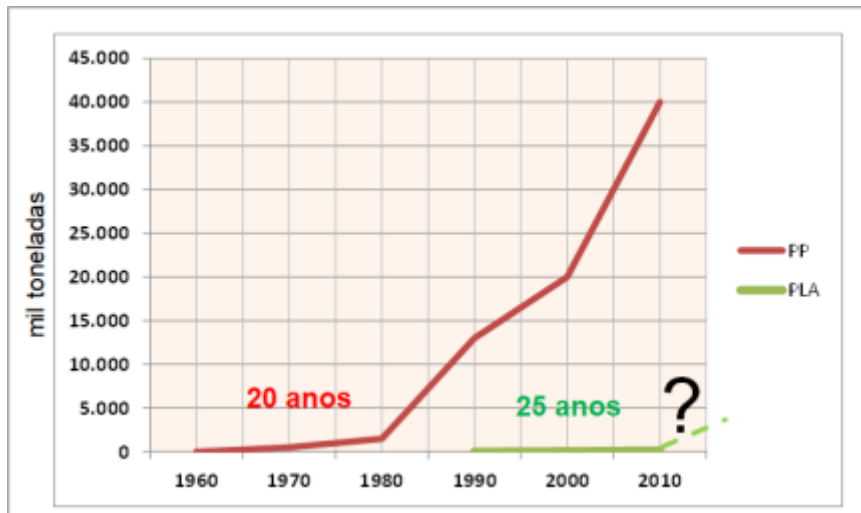
Desde o começo dos anos 1990 identifica-se um contexto que aparentemente favorece os bioplásticos: instabilidade nos preços do petróleo e a busca por soluções com menor impacto para o meio ambiente. Assim, tem sido notável o interesse em torno do PLA. Contudo, o preço de sua principal matéria-prima, o açúcar, tem sido um obstáculo para a criação de um contexto realmente

favorável para a competição. O açúcar, que chega a representar 80% do custo variável de produção do PLA, tem apresentado fortes oscilações de preços e aumentos consideráveis. Isso confere ao PLA uma instabilidade que contraria um dos pontos motivadores de sua difusão: a fuga da instabilidade dos preços do petróleo.

Na sua trajetória, de vinte anos, se contada a partir do início do projeto da Dow Cargill em 1997, tem-se observado a evolução do processo de obtenção e também do produto. A mais importante delas, já na década de 2010, pode ter sido o lançamento do chamado PLA de segunda geração, desenvolvido pela Corbion (ex-Purac), líder mundial na fabricação de ácido láctico, principal intermediário para a produção do PLA. Os esforços visam à redução de etapas do processo produtivo e à obtenção de um material de melhor qualidade, com maior resistência térmica, o que abriria um novo espaço para aplicações do PLA.

Entretanto, para uma série de aplicações, o PLA apresenta ainda algumas propriedades que são inadequadas, como por exemplo, baixa taxa de cristalização, baixa resistência ao impacto, baixo alongamento na ruptura e baixa resistência térmica. Sua baixa temperatura de amolecimento (*heat distortion temperature*, HDT) impede que ele possa ter aplicações nas quais são exigidas temperaturas de aquecimento acima de 45°C. Essas propriedades têm sido melhoradas pelo emprego de aditivos.

Nos últimos anos, percebeu-se uma mudança de posicionamento do PLA no mercado. Inicialmente “vendido” como material biodegradável tornou-se um material apresentado por seu desempenho técnico. Atualmente, a indústria tem utilizado aditivos para aumentar a sua vida útil e permitir outras aplicações para o material. Ou seja, o atributo inicial, que deveria assegurar a difusão do material, foi parcialmente abandonado. Além disso, a biodegradabilidade do PLA exigiria condições específicas de compostagem. Por fim, ao ser utilizado como substituto das resinas de origem fóssil, como PET, PS e PP, o PLA seria um material contaminante no processo de reciclagem dos plásticos, o que gera barreiras para a sua adoção. A tentativa de produzir garrafas para água mineral em substituição ao PET aparentemente fracassou por essa razão. Vale acrescentar que não há, no caso do PLA, uma aplicação específica de grande volume potencial, o que impõe um grande esforço no desenvolvimento de diversas aplicações para mercados distintos. Uma exploração da trajetória do projeto Dow Cargill mostra que mais de 200 clientes foram desenvolvidos em diversas aplicações para tentar ocupar a capacidade da planta atual, corroborando para o tempo como uma condição intrínseca no processo de difusão dos bioplásticos. A figura a seguir compara as curvas de crescimento da demanda de ambos os materiais, indicando claramente que o desenvolvimento do PLA como um plástico de volume exigirá mais tempo.



Ao longo da trajetória do PLA, diversos agentes entraram e saíram, deixando incerteza sobre o futuro do material. Inicialmente acreditado como o plástico do futuro, tinha entre os agentes, a Dow, um dos principais atores da petroquímica, que deixou a sociedade com a Cargill em 2005, alegando que o produto era “caro” e não tinha atingido suas expectativas iniciais. Em 2007, a japonesa Teijin entra na associação com a Cargill e a empresa passa a se chamar Natureworks, reafirmando seu compromisso de crescimento com futura expansão de capacidade. Pouco tempo depois, a Teijin saiu da sociedade e decidiu continuar investindo no PLA sozinha, o que já fazia antes da associação. Em 2011, outra parceira, também da área petroquímica, a tailandesa PTT Chemicals entrou no negócio com a promessa de aporte de recursos para a construção de uma segunda planta na Tailândia. Em 2009, um novo produtor surge com a *joint venture* entre a Total e a produtora de ácido láctico Galactic, formando a Futerra. A Corbion, maior produtora de ácido láctico do mundo, decide formatar um modelo de negócio alternativo, no qual a empresa fornece o monômero lactídeo para uma empresa transformadora que seria responsável pela produção do PLA. Recentemente, foi anunciada uma *joint venture* entre Corbion e Total para construção de uma planta de 75.000 t/ano de PLA.

Em resumo, figuram poucos participantes expressivos dentro do negócio do PLA, destacando-se entre eles empresas ligadas ao açúcar e ao ácido láctico. A Natureworks permanece como maior produtora mundial e divide as atenções do mercado do PLA com a Corbion. O aumento significativo de empresas fornecedoras de aditivos e de produtoras de blendas combinando PLA e outros materiais tende a contribuir para superar os desafios técnicos impostos pelo material, o que seria um ponto favorável dentro da trajetória de evolução do bioplástico.

### Algumas lições da comparação PP x PLA

O processo de desenvolvimento das aplicações exige a construção de uma rede de complementadores. No caso do PP essa construção contou com condições favoráveis da própria dinâmica de inovação dos petroquímicos, trajetória tecnológica à qual o PP se juntou. Assim, os esforços em catálise e engenharia química que se desenvolviam fortemente na época puderam ser aproveitados

pela trajetória de desenvolvimento do PP tornando o processo mais eficiente e de menor custo.

O PLA se insere numa nova trajetória tecnológica ainda em construção e pouco se beneficia das experiências de outros bioplásticos em desenvolvimento.

O próprio perfil de produtores seria também uma diferença a ser destacada. No caso do PP surgiram logo 3 produtores de peso, líderes da petroquímica na época. A esses se juntaram novos produtores em diversas regiões do mundo, contribuindo para o ganho de experiência e conhecimento na utilização do PP. O PLA apesar de ter contado inicialmente com a participação da Dow em joint venture com a Cargill, acabou ficando com apenas um produtor de peso até recentemente. Com a saída da Dow ainda na fase inicial do projeto, o PLA ficou com a Cargill que criou a Nature Works para desenvolver o negócio.

Por fim, a difusão de um novo plástico, mesmo com as condições favoráveis que o PP pôde reunir, se mostra claramente como um processo que leva tempo. Atingir um *tipping point* exige a reunião de um conjunto complexo de condições que o PLA aparentemente, apesar dos esforços dos produtores e do ambiente em tese receptivo aos bioplásticos, ainda não conseguiu acumular.