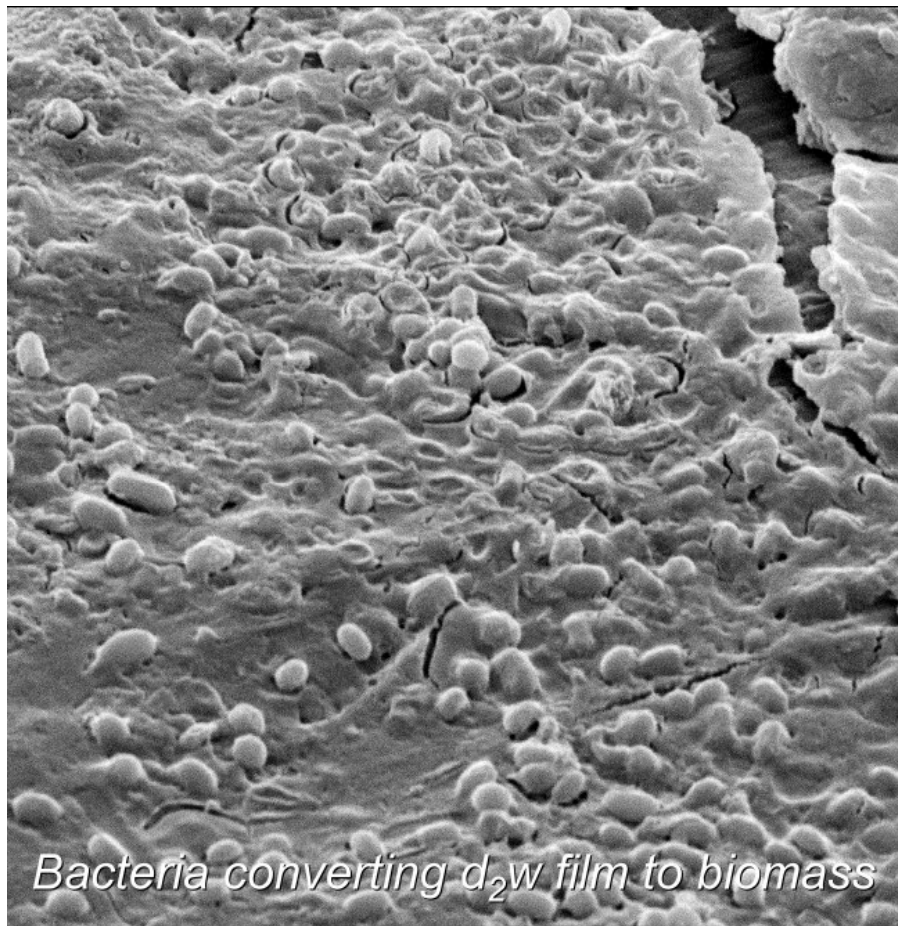


O destino do carbono oriundo da degradação de plásticos compostos por poliolefinas biodegradáveis: uma visão de biólogo.

Roger Angold

Cientista Principal da Pyxis CSB Ltd.

25 de Fevereiro de 2006



BACTÉRIA CONVERTE FILME D₂W EM BIOMASSA

O destino do carbono oriundo da degradação de plásticos compostos por poliolefinas biodegradáveis: uma visão de biólogo.

Índice

1. Resumo	3
2 Introdução	3
3. Poliolefinas degradáveis e o meio ambiente	4
4. Conclusões.....	7
5. Referências	7

Roger Angold PhD, MA(Cantab), BSc, CBiol, MIBiol

Pyxis CSB Ltd, 13 Parkers Hill,

Tetsworth, Thame, Oxfordshire OX9 7AQ

25 de fevereiro de 2006

1. Resumo

Plásticos são um componente onipresente da vida moderna. Os benefícios de baixo custo, conveniência e durabilidade que eles oferecem significam que quantidades cada vez maiores de detritos plásticos estão se acumulando. Os impactos ambientais resultantes vão da poluição visual até danos reais à vida selvagem.

Uma das abordagens para a solução deste problema é o desenvolvimento de plásticos oxodegradáveis, os quais contêm um catalisador que promove a decomposição do plástico por oxidação. Contudo, uma vez que a oxidação do plástico resulta na produção de dióxido de carbono, há uma preocupação de que a solução para um problema esteja na verdade exacerbando outro. Teme-se o aumento do dióxido de carbono na atmosfera e as possíveis mudanças climáticas decorrentes de tal aumento.

O presente documento considera os custos e benefícios do uso de plásticos degradáveis. Como sempre, as respostas não são diretas e definitivas, e nem tudo o que parece óbvio sempre é. Os plásticos oxodegradáveis poderiam parecer uma solução inútil para um problema que deveria ser resolvido por outros meios, por exemplo, o uso de plásticos feitos a partir de compostos biológicos, ou a utilização de papel como embalagem alternativa. Contudo, o custo energético decorrente da utilização de tais alternativas poderia resultar em uma produção de dióxido de carbono ainda maior do que aquela decorrente da simples oxidação do plástico como via de descarte. Além disso, a modificação do polímero através do processo de oxodegradação resulta na decomposição do plástico em produtos que são susceptíveis a bioassimilação. Como resultado, nem todo o carbono é liberado na forma de dióxido e uma porção significativa é fixada como biomassa.

As embalagens de poliolefinas oxodegradáveis constituem atualmente uma estratégia eficiente para minimizar o impacto dos resíduos plásticos. Apenas quando somos mais assíduos na reutilização e reciclagem é que as desvantagens superam os benefícios deste tipo de material de embalagem.

2. Introdução

O logotipo da Symphony é uma gota que engloba a fórmula “d2w” (*do inglês degradable to water = degradável em água*) e o sítio eletrônico da empresa tem uma apresentação elegante em “Flash” a qual demonstra o processo de “Degradação em Água”

Uma vez que as olefinas são hidrocarbonetos, isto é, elas são compostas por hidrogênio e oxigênio, sua oxidação realmente produz água. No entanto, também produz dióxido de carbono.

O polietileno, por exemplo, consiste em uma cadeia de moléculas C_2H_4 . Por conseguinte, há um átomo de carbono para cada dois de hidrogênio. Um grama de etileno, totalmente oxidada não produzirá somente 1.29 gramas de água, mas também 3.14 gramas de dióxido de carbono.

Esta é uma questão importante. A concentração de dióxido de carbono na atmosfera tem aumentado continuamente desde o início da Revolução Industrial. O “princípio preventivo” nos levaria a pensar que aumentos nas concentrações de dióxido de carbono na atmosfera poderiam causar mudanças climáticas, pelo fato de o dióxido de carbono ser reconhecido como um gás que contribui para o Efeito Estufa. Isto quer dizer que o dióxido de carbono atmosférico é transparente em relação às ondas infravermelhas curtas da luz solar, o que propicia sua passagem, contudo ondas infravermelhas mais longas que são irradiadas pela superfície da Terra são refletidas de volta por altos níveis de dióxido de carbono atmosférico, e a perda de calor pelo planeta é reduzida. Tal processo foi denominado “Aquecimento Global”, e qualquer produto que pretenda ostentar credenciais de segurança ambiental deve lidar com esta mudança potencial na economia térmica de nosso planeta.

Do ponto de vista de um biólogo, o carbono é o elemento mais importante do planeta. A palavra “orgânico” significa “viventente” e cada ser vivente neste planeta contém carbono. O que torna a vida possível são as propriedades únicas do átomo de carbono.

A maravilhosa diversidade e complexidade de todos os seres vivos é consequência da habilidade do carbono em se combinar com oxigênio e hidrogênio para formar uma vasta gama de compostos químicos: os blocos construtores da vida.

O dicionário *Oxford English Dictionary* define “orgânico” como “Originariamente relacionado ou designando compostos que existem naturalmente como constituintes dos organismos vivos ou são formados por tais substâncias (todas contendo carbono ou hidrogênio). E ainda: pertencente a, relacionado, ou designando quaisquer compostos de carbono (além de certos compostos simples, tais como óxidos, carbonetos, carburetos, etc.), quer sejam de origem biológica ou não. Vide também química orgânica”.

O Carbono é a chave para a vida no planeta e existe um “ciclo de carbono”, através do qual os átomos de carbono são incorporados a todos os seres vivos através dos processos de crescimento e são liberados através dos processos de degradação. Estatisticamente, cada um de nós provavelmente contém alguns átomos que algum dia pertenceram a Julio César ou qualquer outra figura histórica que você deseje que seja parte de você!

Os compostos de petróleo são resíduos fossilizados de matéria vegetal de milhões de anos atrás.

Nossa preocupação com os combustíveis fósseis advém do fato de que neles o carbono está confinado, e não disperso na atmosfera, mas quando utilizamos hidrocarbonetos como combustível tal carbono é liberado na atmosfera o que aumenta a concentração de dióxido de carbono.

Um certo nível de dióxido de carbono atmosférico é essencial para a vida vegetal. As plantas crescem utilizando energia solar, fotossintetizando dióxido de carbono com água para criar carboidratos.

A partir dos produtos básicos da fotossíntese, proteínas e gorduras mais complexas são sintetizadas, e toda a vida do planeta depende deste processo. A cadeia alimentar da qual a vida no planeta Terra depende começa com dióxido de carbono, água e luz solar.

3. Poliolefinas Degradáveis e o Meio Ambiente

Produtos plásticos são extremamente resistentes à decomposição. Indivíduos de nossa espécie descartam objetos de plástico sem a mínima consideração sobre seu impacto no meio ambiente.

O resultado disto é lixo de aparência desagradável que leva décadas para se decompor. Embora o aspecto estético seja ruim, pior ainda é o impacto de tais materiais sobre a vida selvagem.

Conforme afirma a Agência de Proteção Ambiental do Reino Unido (*United Kingdom Environment Agency*) “Estamos preocupados com os plásticos por que quando são descartados sem cuidado eles podem permanecer no meio ambiente por períodos muito longos. Uma sacola de plástico pode levar até 500 anos para se decompor. Aproximadamente 58% do lixo encontrado em praias no ano de 2004 era composto por plástico. O fato de que tal quantidade é similar aos anos anteriores demonstra que o problema não está sendo resolvido. Resíduos plásticos têm sido encontrados boiando nos oceanos em todo o planeta. Aproximadamente 267 espécies são afetadas, incluindo 86% das espécies de tartaruga marinha, 44% de todas as espécies de aves e 43% de todas as espécies de mamíferos”.

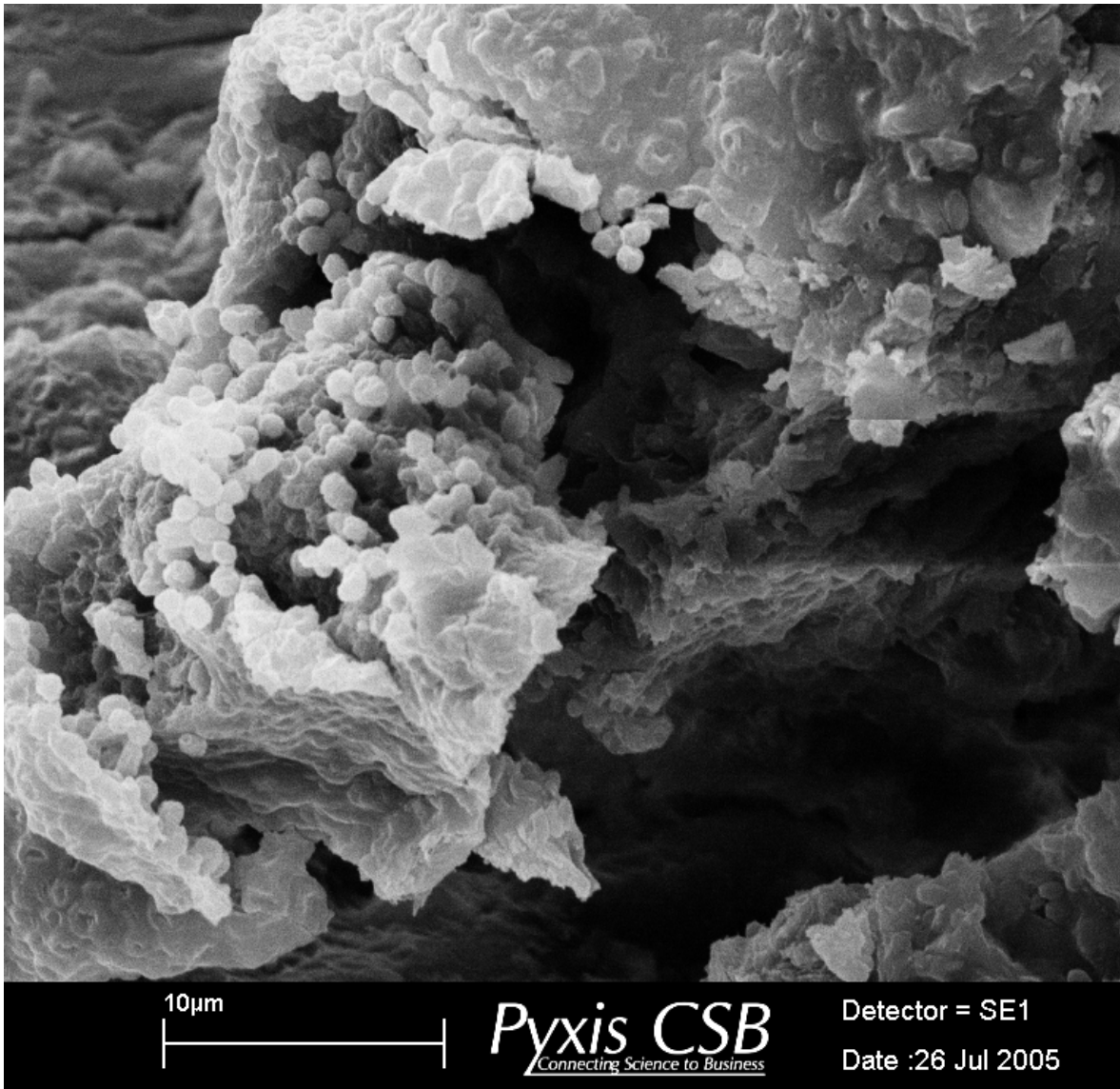
Os cientistas estão preocupados que a vida marinha possa acumular substâncias tóxicas em seus tecidos devido à ingestão de lixo plástico. Estudos no Japão têm demonstrado que os peletes de plástico podem absorver substâncias tóxicas, tais como os refrigerantes utilizados em equipamentos elétricos (por exemplo, bifenil policlorinado (PCB)) e pesticidas, (por exemplo, diclorodifenil dicloroetano (DDE)). Aves e animais podem engasgar com plástico, e se a garganta ficar bloqueada, não poderão se alimentar. As espécies mais susceptíveis são as tartarugas, as que se alimentam na superfície, tais como albatrozes, gaivotas, e aqueles que se alimentam através de filtragem tais como papagaios-do-mar e baleias anãs (*Balaenoptera acutorostrata*).”(1)

A estratégia ideal seria reutilizar ou reciclar o plástico. Contudo, até que sejam implementados meios para a reutilização e reciclagem, o resíduo plástico persistente continua sendo um problema. “Vivemos uma cultura em que tudo é cada vez mais descartável. O baixo custo dos bens significa que muitas das coisas que antes eram consertadas ou reutilizadas agora se tornam lixo. Isto é principalmente verdade para alguns itens plásticos, o que tem aumentado a demanda por materiais e energia, ao mesmo tempo em que cria mais detritos. Quase três milhões de toneladas de resíduos plásticos são produzidas no Reino Unido a cada ano, a maioria embalagens (60 por cento). O plástico consiste em menos de um por cento de todos os detritos produzidos no Reino Unido em termos de peso, mais muito mais em volume. Ele é, em grande parte, não degradável e ao final de sua vida útil, a maioria dos produtos plásticos (mais de 80 por cento) são depositados em aterros”.(1)

Os plásticos oxodegradáveis são uma solução para este problema. Há outras, tais como os plásticos de origem biológica, os quais são produzidos a partir de fontes sustentáveis, como amido, e que também começam a ser utilizados. Contudo, o custo energético de sua produção é alto e a quantidade de hidrocarbonetos utilizada pode ser maior do que aquela necessária à fabricação das poliolefinas (2). Eles não são produtos neutros em termos de carbono. Por conseguinte, se os plásticos oxodegradáveis puderem se decompor totalmente, a produção de dióxido de carbono decorrente de seu ciclo de vida não será maior, e pode na verdade ser até menor, do que aquela resultante dos bioplásticos.

Então, os plásticos oxodegradáveis trazem benefícios ambientais, se comparados ao plástico comum não tratado, mesmo que se considere que todo o dióxido de carbono advindo da degradação seja liberado. Contudo, nossas pesquisas demonstram que uma parcela do carbono das poliolefinas degradáveis é convertida em biomassa quando tais materiais são degradados em sistemas biológicos.

A proporção de carbono incorporada à biomassa pode variar em diferentes condições. A eletromicrografia abaixo mostra polietileno oxodegradável após sua incorporação ao composto.



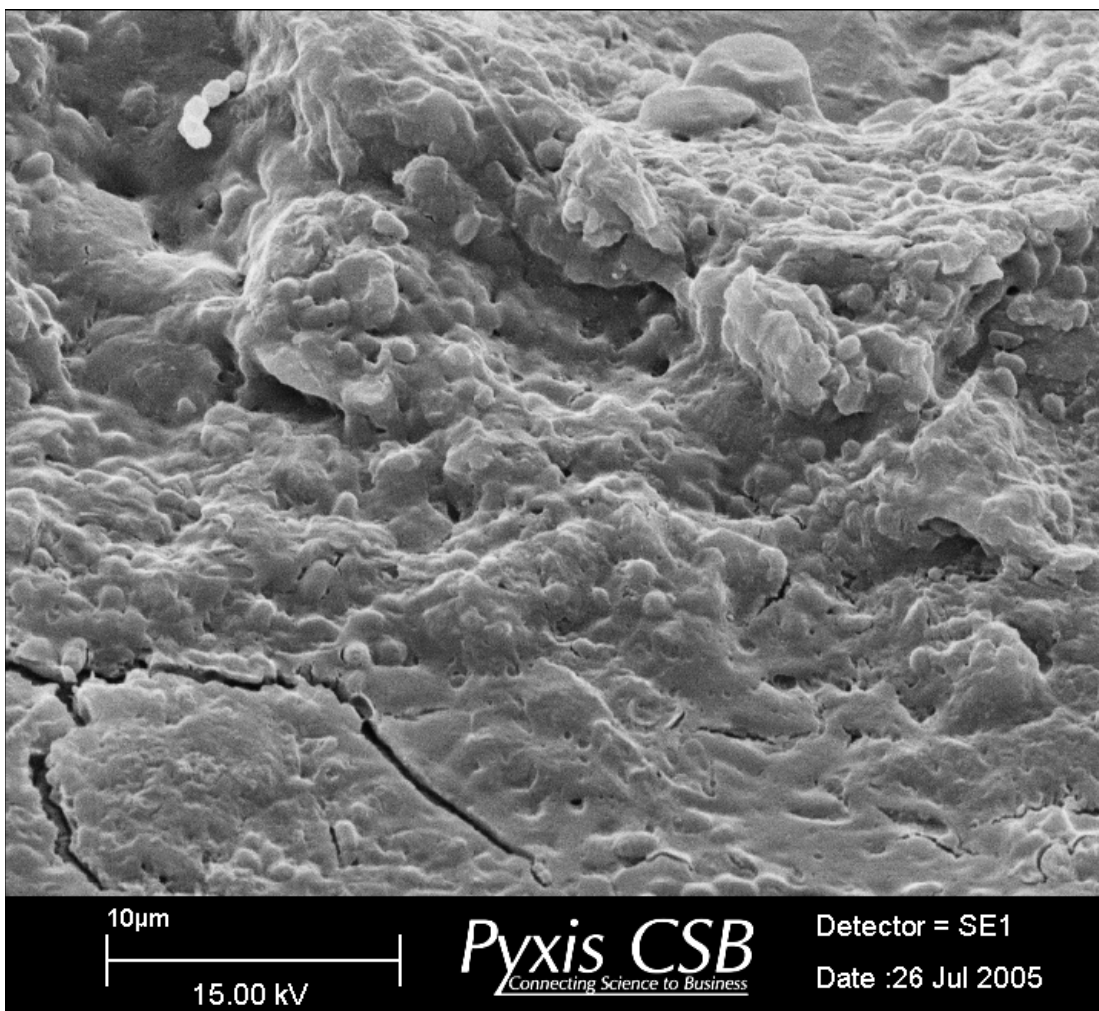
Uma densa população de bactérias cocci cresce sobre o filme de polietileno que contém catalisador de oxodegradação, o qual foi incorporado ao composto.

No entanto, algum dióxido de carbono será liberado na atmosfera, então por que não utilizar material de embalagem produzido a partir de substâncias biológicas, tais como papel e papelão ou recipientes reutilizáveis para líquidos?

Os plásticos são mais leves do que muitos outros materiais convencionais. Por exemplo, uma sacola de compras de papel pesa aproximadamente seis vezes mais do que uma sacola de plástico. Uma garrafa plástica de óleo, com capacidade para um litro, pesa apenas sete por cento de sua equivalente em vidro. Isto leva a uma redução no consumo de combustível e custos de transporte quando plásticos são utilizados (1).

Conseqüentemente, as necessidades econômicas levarão ao uso contínuo das poliolefinas em embalagens. As alternativas produzidas biologicamente também podem ostentar um equilíbrio de carbono pior. A humanidade parece ser incapaz de evitar jogar lixo em seu meio ambiente. Como biólogo, eu tenho que concluir que as poliolefinas oxobiodegradáveis constituem umas das

soluções “menos piores” para o problema do descarte de embalagens. Elas se degradarão no ambiente natural e seu efeito é muito menos danoso do que o das embalagens que duram décadas.



Biofilmes formados nos plásticos degradáveis. Biofilmes são polímeros complexos baseados em carbono os quais contêm colônias bacterianas e, o sistema como um todo protege as bactérias. O carbono do biofilme polimérico é obtido a partir do encurtamento das cadeias poliméricas que constituem o plástico através de oxidação.

4. Conclusões

Os plásticos degradáveis não são a melhor solução para o problema dos detritos plásticos e do lixo. Contudo, o melhor pode se tornar inimigo do bom!

Até que, como espécie, possamos ter disciplina suficiente para não jogar lixo em qualquer lugar, e como sociedade possamos conceber estratégias econômicas, que tornem a reutilização e reciclagem efetivas e universais, a utilização de catalisadores de oxodegradação nas poliolefinas continuará representando uma maneira eficaz para reduzir o impacto ambiental dos plásticos. Seus benefícios superam as desvantagens.

5. Referências

1. Plastics in the environment. 2001. United Kingdom Environment Agency. This report can be downloaded from: www.environment-agency.gov.uk/yourenv/issues/plásticos/1014085/?version=1&lang=_e
2. Gerngross, T U and Slater, S C. 2000. “How green are green plastics?”. Scientific American, August 2000.
3. Roger Angold PhD, MA, BSc, CBiol, MIBiol