

ANÁLISE DA BIODEGRADABILIDADE DE TINTA FLEXOGRÁFICA

R. DIAS¹, L. A. DA COSTA¹, R.A.F. MACHADO¹, J. WILMSEN¹, T. CZIZEWESKI¹

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos

E-mail para contato: rafael.dias@enq.ufsc.br

RESUMO – A crescente preocupação com questões ambientais tem gerado inovações, principalmente no ramo de embalagens, com o intuito de minimizar os impactos causados por sua difícil decomposição, desenvolvendo desta forma plásticos flexíveis biodegradáveis. Entretanto, não há trabalhos que avaliem a biodegradabilidade das tintas ou o impacto deste material na degradação de embalagens plásticas. A fragmentação e biodigestão da tinta pelos microrganismos, possivelmente diminuiria o tempo de desintegração da embalagem, tornando-a ainda mais sustentável. Este trabalho tem por objetivo avaliar a biodegradabilidade final e o grau de desintegração de uma tinta flexográfica através do método de análise por dióxido de carbono liberado, conforme ISO 14855-1. O método basicamente consiste em misturar amostras de tinta com terra rica em microrganismos e deposita-las em recipientes dispostos em um biorreator por seis meses. Os resultados deste experimento servirão de base para o desenvolvimento de uma tinta flexográfica biodegradável.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o trabalho de Cangemi et al. (2005), os plásticos e borrachas, ou seja, os polímeros são muito importantes na sociedade atual. Leves e resistentes, práticos e versáteis, duráveis e relativamente baratos, eles se tornaram parte do nosso dia-a-dia; sem exagerar, excetuando a nossa comida, o ar e a água, no restante, todas as coisas com as quais temos contato em nosso cotidiano, principalmente as embalagens, contêm plástico na sua constituição, seja na totalidade ou em algumas partes.

Mas é justamente uma das maiores virtudes do plástico, a durabilidade, que se tornou nas últimas décadas também o seu “calcanhar-de-aquiles”. Polímeros sintéticos puros são geralmente resistentes ao ataque microbiano devido a uma série de fatores, como dureza, absorção limitada de água e tipo de estrutura química. Ainda que os polímeros usados comercialmente possuam componentes como plastificantes, pigmentos, antioxidantes e lubrificantes (constituintes não poliméricos), que proporcionam ao material uma pequena suscetibilidade biológica, conforme trabalho de Reich e Stivalia (1971), quando se pensa em tempo de biodegradação isto não chega a ser significativo. Segundo Cangemi et al.(2005) o que se constata é que, depois de descartado, o plástico

permanece sem se degradar durante décadas, ou mesmo séculos, agravando um dos sérios problemas da sociedade atual: o descarte de lixo.

Neste contexto, a crescente preocupação com a preservação do meio ambiente reflete em mais pesquisa e desenvolvimento de produtos biodegradáveis, com o objetivo de diminuir o impacto ambiental causado por materiais que em condições normais demoram anos para se decompor. Para o segmento de embalagens flexíveis, produtos com essa característica são bastante explorados na área dos polímeros, principal componente e que conhecidamente possuem um tempo de decomposição muito elevado. Porém, sobre tintas utilizadas nestas embalagens, que em alguns casos representam até 10% do peso final de embalagens, não há registro de trabalhos científicos, apenas estudos preliminares. No Brasil, o desenvolvimento de tintas biodegradáveis é recente, mas já há resultados promissores. Em dois estudos distintos apresentados na Febrace (Feira Brasileira de Ciências e Engenharia) houve o desenvolvimento de tinta a partir de matrizes vegetais (repolho roxo e beterraba) com bons resultados, uma vez que as tintas formuladas apresentaram cor e consistência adequadas.

Como o desenvolvimento de tintas biodegradáveis é recente, não existem normas específicas para avaliação destes materiais. Todavia como as tintas são baseadas em matrizes poliméricas, uma alternativa para avaliação destes materiais é a norma ISO 14855-1. Esta norma relata um método para determinação da biodegradabilidade aeróbia de plásticos baseada em compostos orgânicos em condições controladas de compostagem, por medição do dióxido de carbono liberado e o grau de desintegração do plástico ao final do teste. Compostos orgânicos podem ser eventualmente biodegradados por microorganismos em condições favoráveis gerando dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O).

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o grau e a taxa de biodegradação aeróbia da tinta flexográfica utilizada atualmente na indústria. Os testes consistiram em monitorar a degradação de películas poliméricas em um ambiente controlado de compostagem, pela mistura de tinta com terra rica em microrganismos depositadas em recipientes dispostos em uma câmara de compostagem por seis meses.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle de Processos, nas dependências do departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, situado no Campus da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Para a realização do experimento utilizou-se como base a norma ISO 14855-1 (Determinação da biodegradabilidade aeróbia de materiais plásticos em condições de compostagem controladas - Método de análise por dióxido de carbono libertado).

A terra utilizada no teste é rica em material orgânico e foi coletada na fazenda agrícola da Universidade Federal de Santa Catarina localizada na cidade de Balneário Camboriú (SC). A relação carbono/nitrogênio foi igual a 10,8. Tal resultado atende a exigência da norma, que exige uma relação

C/N entre 10 e 40. O teor de umidade foi ajustado para 50% em relação à massa de sólidos segundo a norma e o teor de sólidos voláteis foi de 25%, sendo que a norma indica que não seja maior do que 30%. O pH da terra estava em 7.

A tinta flexográfica analisada é indicada para embalagens laminadas que utilizem filmes de poliéster (PET) e filmes de BOPP e PE. Dentre suas principais propriedades estão uma força de delaminação alta, menor teor de odor residual, além de possuir boa secagem e bom brilho. Sua formulação conta com as resinas nitrocelulose e poliuretânica, além do plastificante acetil tributil citrato e pigmentos orgânicos. O filme de tinta foi preparado e macerado, como mostrado na figura 1.

Foram dispostos nove recipientes com volume de 5 litros em uma câmara de compostagem, a qual pode ser vista na figura 2, sendo que três deles servem como branco negativo, contendo somente terra e outros três são utilizados como branco positivo nos quais, além da terra, foi adicionado celulose D microcristalina para avaliar o desempenho do experimento, uma vez que a celulose é facilmente biodegradada em ambiente que a favoreça. Nos demais recipientes há o material de teste, que é composto por 200 g da tinta macerada e 600 g de terra. A temperatura do meio foi mantida a 60°C pelo uso de resistências ligadas a um controlador de temperatura, e o ambiente livre de vapores inibidores de microrganismos.



Figura 1 - Amostra de tinta utilizada
(a) Filme de tinta (b) Filme de tinta macerado



Figura 2 – Câmara de compostagem
(a) Câmara fechada (b) Recipientes com amostra dispostos na câmara

O fluxo de ar foi feito através de ar comprimido e distribuído igualmente em todos os recipientes. A quantidade de dióxido de carbono liberado foi capturada em erlenmeyers contendo solução de Hidróxido de sódio 1M. Na presença do hidróxido o CO_2 liberado converte-se em bicarbonato de sódio (NaHCO_3). Este bicarbonato de sódio gerado em cada recipiente foi quantificado utilizando o equipamento Analisador Elementar Análise de TOC (Carbono Orgânico Total).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 10 dias de teste o inoculo produziu 88 mg de CO_2 por grama de sólidos voláteis, estando assim dentro do recomendado que é entre 50 e 150 mg. Dessa forma foi possível validar o experimento e dar continuidade com os testes.

A biodegradação da celulose contida no branco positivo foi calculada subtraindo a quantidade de CO_2 produzida pelo branco negativo, obtendo-se assim a quantidade de carbono gerado pela celulose. Em seguida calculou-se a porcentagem de biodegradação a partir da quantidade teórica total de CO_2 que a amostra pode gerar, esse valor foi especificado como 162,95g/ CO_2 . Os resultados obtidos podem ser encontrados na Tabela 1. Após 34 dias de experimento 60,74g CO_2 foram gerados, isto indica que 37% da celulose sofreu biodegradação, o que mostra a efetividade do meio. Porém com são necessários que 70% do branco positivo sejam biodegradados em 45 dias para que o experimento seja valido, os testes foram descontinuados.

Tabela 1 – Resultados da Biodegradação da celulose para validação do experimento.

Duração (dias)	Branco Negativo (gCO₂)	Branco Positivo (gCO₂)	Carbono Gerado (gCO₂)	Biodegradação (%)
03	4,67	6,64	1,97	1,21
06	7,25	14,72	7,47	4,58
10	13,22	22,38	9,16	5,62
15	18,78	42,29	23,51	14,43
20	24,37	72,55	48,18	29,57
27	31,91	89,34	57,43	35,25
34	38,22	98,96	60,74	37,28

Todavia, considera-se que apesar do experimento não atingir as condições mínimas para sua validação, foi suficiente para verificar que as tintas flexográficas atuais quando expostas a condições que favorecem a ação de microorganismos em decompor material orgânico, não sofrem modificação.

A biodegradação da tinta foi calculada da mesma maneira feita para a celulose, descontando-se a quantidade de CO₂ produzida pela terra e em seguida calculando a porcentagem de biodegradação a partir da quantidade teórica total de CO₂ que a amostra pode gerar. Os resultados obtidos podem ser encontrados na Tabela 2.

A tinta analisada neste experimento apresentou valores de decomposição muito baixos.

Na análise realizada torna-se difícil identificar os componentes da tinta que sofreram biodegradação, mas pela baixa biodegradação observada, 1,46% após 34 dias, constata-se que as resinas Nitro Celulose e Poliuretânica, principais componentes que compõe o sistema e que respondem por aproximadamente 45% do sólidos, não são biodegradáveis. Portanto, o foco do desenvolvimento de uma nova tinta será a substituição do sistema de resinas por materiais biodegradáveis.

Tabela 2 – Biodegradação da tinta.

Duração (dias)	Branco Negativo (gCO₂)	Tinta (gCO₂)	Carbono Gerado (gCO₂)	Biodegradação (%)
03	4,67	6,00	1,33	0,82
06	7,25	9,69	2,44	1,50
10	13,22	15,45	2,23	1,37
15	18,78	22,14	3,36	2,06
20	24,37	26,77	2,40	1,47
27	31,91	33,03	1,12	0,69
34	38,22	40,61	2,39	1,47

4. CONCLUSÕES

O experimento foi acompanhado por 34 dias e os resultados aqui foram apresentados. Nesse período, a tinta alcançou apenas 1,47% de biodegradação. De acordo com a norma, a amostra deve atingir 70% de biodegradação em 45 dias. Dessa forma, há indicativos que levam a tendência de estarmos diante de uma tinta que não poderá ser considerada biodegradável. Por conta disso, não foi dada continuidade no experimento, mas os resultados servirão de base para a formulação de um produto que atenda aos requisitos estabelecidos pela norma.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa ANJO QUÍMICA DO BRASIL LTDA. pelo fornecimento das amostras de tinta e apoio financeiro e ao Laboratório de Controle de Processos LCP/UFSC pela estrutura disponibilizada para a realização dos experimentos necessários na elaboração deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D6400: Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities

CANGEMI, M. J.; SANTOS, A. M.dos; NETO, S. C. Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos. *Química Nova na Escola*, n. 22, 2005.

CHANDRA, R.; RUSTGI, R. Biodegradable polymers. *Prog. Polym. Sci.*, New York, v. 23, p. 1273-1335, 1998

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14855-1: Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions, 2005.

REICH, L.; STIVALA, S.S. Elements of polymer degradation. *Nova Iorque: McGraw-Hill*, p. 76-78. 1971.

VIVEIROS, M. Bagaço vira plástico biodegradável. *Folha de São Paulo*. Caderno Ambiente, p. A15, 2003.

