

Relatório do PIC 2009



**Orientador:** Prof. Dr. Idécio Nogueira da Silva

**Aluna:** Oziliana Campos de Lacerda

Assis – SP  
2009

---

LACERDA, Oziliana Campos de

Reciclagem química e física de PET. Fundação Educacional do Município de Assis – Fema : Assis, 2009

13p.

Orientador: Idélcio Nogueira da Silva  
Programa de Iniciação Científica (PIC) – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis

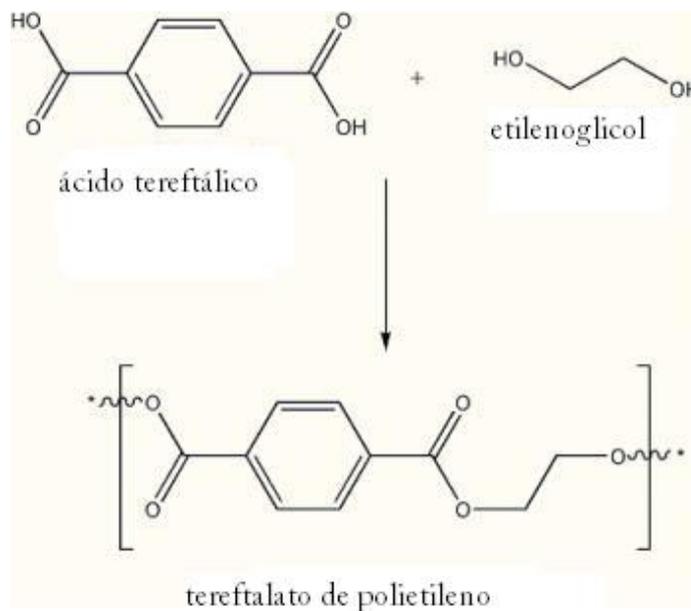
Palavras chave: 1. Reciclagem. 2. PET

CDD: 660

Biblioteca da FEMA

# 1 – Introdução

Tereftalato de polietileno (PET) é um polímero muito utilizado na indústria, principalmente na produção de garrafas, que são utilizadas na indústria alimentícia. PET também é utilizado na indústria têxtil e na produção de folhas de plástico e de filmes de áudio e de raios-X. Em geral, o PET é produzido pela reação de condensação entre o etilenoglicol com ácido tereftálico, conforme figura 1:



**FIGURA 1:** Reação de formação do PET.

A reciclagem de PET pode ser química ou física. Na reciclagem física, o material é separado por cor e lavado para retirar as impurezas presentes nas garrafas, por exemplo, cola proveniente de rótulos e em seguida moído. Os flocos resultantes deste processo podem ser utilizados para produzir novas garrafas, desde que estas não tenham utilidade alimentícia.

Atualmente no Brasil o percentual de PET reciclado sobre o consumo virgem é da ordem de 50%, sendo que o principal destino do material é na indústria têxtil (50,5%), extrusão em chapas (13,1%) e termoformados (12%)<sup>1</sup>.

Na reciclagem química, o polímero de PET é decomposto em seus monômeros iniciais ou em oligômeros<sup>2,3</sup>. Como são obtidos os monômeros que são purificados, estes podem ser utilizados na produção de garrafas PET com finalidade alimentícia. Este tipo de reciclagem é pouco utilizado no Brasil<sup>1</sup>.

O Polietilenotereftalato (PET) é um plástico de muita utilidade na confecção de garrafas, fibras têxteis e chapas de filmes. Devido a considerações econômicas e ecológicas, a reciclagem do PET tem recebido atenção crescente.

Como benefício à reciclagem do PET, pode-se citar<sup>4</sup>: redução do volume do lixo coletado, facilitando a decomposição da matéria orgânica, visto que os plásticos impermeabilizam as camadas em decomposição; economia em energia elétrica e petróleo, pois a matéria prima para a síntese nova de PET é o petróleo<sup>4</sup>.

O PET apresenta massa molecular na faixa de 15000 a 42000, índice de refração de 1,65 e densidade de 1,33 a 1,45 g/mL. Apresenta temperatura de fusão na faixa de 250 a 270 °C e temperatura de transição vítrea na faixa de 70 a 74 °C<sup>4</sup>.

## **2 – Objetivos**

**2.1. Objetivo Geral** – Estudar a reciclagem física e química do PET.

**2.2. Objetivo Específico** – Através da reciclagem física, construir lentes, prismas e utensílios de laboratório com PET.

Na reciclagem química, estudar a cinética de decomposição do PET em função da temperatura e do solvente empregado.

## 3 - Materiais e métodos

### 3.1. Materiais e Equipamentos

#### 3.1.1. Reciclagem Física

- vidro de relógio
- molde metálico (concha)
- mufla
- Balança analítica

#### 3.1.2. Reciclagem Química

- Etilenoglicol
- Acetato de zinco
- PET
- Tubo de ensaio com tampa rosqueável
- Balança analítica

### 3.2. Métodos, parte Física.

**Método 1** : foram pesados 4,01g de PET picotado, em um vidro de relógio e colocado na mufla. Após atingir temperatura de 280 °C a mufla foi deixada ligada por 30 minutos.

**Método 2** : foram pesados 4,01g de PET picotado, em um vidro de relógio e colocado na mufla em temperatura ambiente. Após atingir 300 °C, esperou-se 10 minutos e o vidro de relógio foi retirado.

**Método 3** : foram pesados 4,01g de PET moído, em uma concha forrada com papel alumínio e colocado na mufla em temperatura de 300 °C; após 10 minutos a concha foi retirada e mergulhada em uma bandeja contendo água gelada. O sólido foi retirado da concha e colocado em HCl 2,4 M por 2 horas.

### **3.2. Métodos, parte Química.**

**Método 1:** foi pesado 1g de PET picado em um tubo de ensaio com tampa rosqueável e adicionou 4g de etilenoglicol. Pesou-se 0,010 g de acetato de zinco. O tubo foi fechado e transferido para um microondas, que foi ligado em potência máxima 10 por 80 minutos.

## 4 – Resultados e Discussão

### 4.1. Reciclagem Física

Com a utilização do método 1, O PET solidificou no vidro de relógio ficando opaco, contendo regiões esbranquiçadas e amareladas, conforme figura 2.



**Figura 2:** PET obtido por fusão a 280 °C e solidificação lenta à temperatura ambiente.

Para verificar se a temperatura da mufla influenciava na aparência do PET fundido, decidiu-se testar a fusão a 300 °C, seguida de solidificação.

Inicialmente o PET estava incolor e líquido. Ao solidificar se tornou opaco e com algumas regiões amarronzadas, conforme a figura 3.



**Figura 3:** PET obtido por fusão a 300 °C e solidificação.

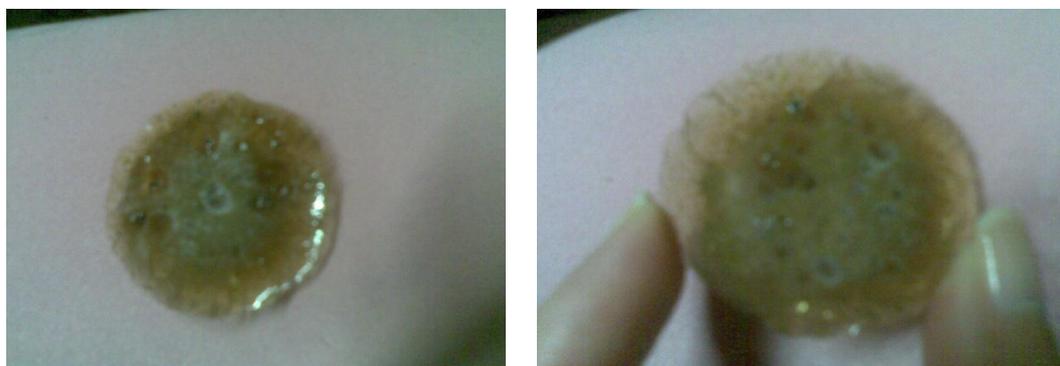
solidificação lenta à temperatura ambiente.

Estudos sobre moldagem de PET mostram que o escurecimento do PET durante a moldagem estava relacionado com a presença de oxigênio e a formação de regiões opacas estava relacionada com o tempo de resfriamento: quanto mais rápido, mais transparente o PET solidificado. Deste modo, para melhorar o aspecto do PET solidificado, resolveu-se evitar as bolhas de ar que surgiam entre as lâminas de PET durante a fusão. As lâminas de PET foram trituradas num moinho de facas, resultando num pó uniforme. Para forçar um resfriamento rápido do PET fundido decidiu-se utilizar uma concha como molde de lente convexa. A concha foi forrada com papel alumínio, para facilitar a retirada da lente. Após obtida a fusão do PET, a concha foi imediatamente mergulhada em água gelada (método 3). Após a solidificação, para remover o papel alumínio grudado no PET, a lente foi colocada em HCl 2,4 M. Foi obtida uma lente mais transparente nas bordas e mais opaca no centro, ainda apresentando regiões de coloração marrom, conforme a figura 4.



**Figura 4:** PET obtido por fusão do pó de PET a 300 °C e solidificação rápida através de mergulho em água gelada.

Usando-se banho com gelo, houve uma maior eficiência no resfriamento do PET fundido, resultando numa melhor aparência da lente, com diminuição de regiões opacas e amareladas e aumento na transparência, como mostra a figura 5.



**Figura 5:** PET obtido por fusão do pó de PET a 300 °C e solidificação rápida através de mergulho em água com gelo.

Apesar da melhora no aspecto das lentes, não foi encontrada nenhuma condição de produção de lente por moldagem em que não fosse observada a opacidade e o escurecimento, tornando este método inviável para a produção de lentes. Uma alternativa para a produção seria a utilização de um extrusor acoplado ao molde de lente.

## 4.2. Reciclagem Química

Na reciclagem química, aparas de garrafa PET de 1,0g foram transferidas para um tubo contendo 4,0g de etilenoglicol. O tubo foi fechado e transferido para um microondas, que foi ligado em potência máxima 10. A figura 6 A mostra o aspecto inicial do tubo.



**A**



**B**

**Figura 6:** Tubo de ensaio contendo PET e etilenoglicol antes da reação (A) e após 80 minutos na potência 10 (B).

Após os 80 minutos, observou-se que o PET foi decomposto pelo etilenoglicol, obtendo-se um líquido homogêneo (figura 10 B). Após alguns minutos, a mistura se solidificou, conforme figura 7.



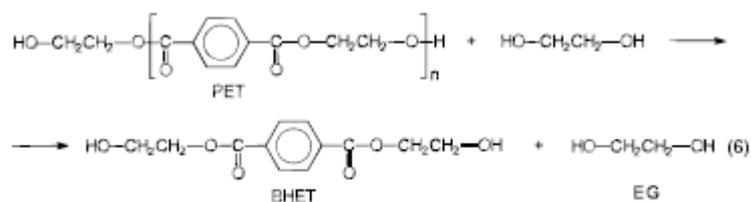
**Figura 7:** mistura resultante da decomposição do PET, inicialmente líquida e homogênea, solidifica após alguns minutos.

O tubo contendo sólido foi transferido para um banho Maria a 88 ° C e se observou a dissolução do sólido, indicando que os produtos da decomposição do PET precipitam em temperatura ambiente, sendo novamente dissolvidos com o aumento da temperatura.

Para isolar o sólido, o experimento de decomposição foi repetido. No final da irradiação de microondas adicionou-se 54g de etilenoglicol. A suspensão foi filtrada. O sólido obtido, após secagem na estufa teve massa de 0,080g.

Na reciclagem química do PET com etileno glicol se a quebra do polímero for completa obtém-se etileno glicol (EG) e tereftalato de bis(hidroxietila)<sup>3</sup> (BHET), conforme figura 8. Supondo a quebra completa, o produto que precipita é o BHET.

Foi obtida uma pequena massa de precipitado, comparando-se com a massa inicial de PET de 1,0g. É necessário um estudo complementar para verificar o motivo do baixo rendimento. A massa de BHET restante pode estar solubilizada no etilenoglicol.



**Figura 8:** Reação de glicólise do PET

## 5 - Conclusão

A reciclagem Física apresentou-se dificuldades relacionadas à solidificação do PET.

A moldagem de PET para construção de lentes (reciclagem física), através de sua fusão seguida de esfriamento num molde, resultou em lentes opacas. O esfriamento rápido diminuiu a opacidade, mas não a eliminou totalmente.

A reciclagem Química se mostrou promissora, pois o material obtido pode ser aproveitado para produzir resinas. É necessário um estudo para melhorar o rendimento de obtenção dos produtos de depolimerização.

Após o aquecimento dos dois tubos com etilenoglicol, passaram de sólido para líquido. Conclui-se que o composto proveniente da decomposição do PET precipita na temperatura ambiente. Um novo aquecimento redissolve o sólido.

## 6-Referencias Bibliográficas

1. Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET).  
<http://www.abipet.org.br/>  
Acesso em 05/12/08.
2. International Conference on Environmental Research and Technology (ICERT 2008). <http://www.usm.my/ICERT>. Acesso em 05/12/08.
3. Paszun, D.; Sychaj, T. Chemical Recycling of Poly(ethyleneterephthalate). *Ind. Eng. Chem. Res.* **1997**, 36, 1373.
4. Silva, Talita C.; Miranda, L. F. Estudo Comparativo do Politereftalato de Etileno Virgem e Reciclado. Disponível em:  
[www4.mackenzie.com.br/fileadmin/Graduacao/EE/Revista\\_on\\_line/Estudo\\_Comparativo\\_Poli.pdf](http://www4.mackenzie.com.br/fileadmin/Graduacao/EE/Revista_on_line/Estudo_Comparativo_Poli.pdf). Acesso 10/12/2008.