

# DESEMPENHO DE ALGUNS DEPRESSORES NA SEPARAÇÃO DE POLI(CLORETO DE VINILA) (PVC) E POLI(TEREFTALATO DE ETILENO) (PET) POR FLOTAÇÃO

**Ana Claudia Bezerra Barroso**

Bolsista de Inic. Científica, Eng. Química, UERJ

**Marisa Bezerra de Mello Monte**

Orientadora, Eng.<sup>a</sup> Química, D.Sc.

## RESUMO

*Neste trabalho foi estudado o desempenho de alguns depressores na flotabilidade diferencial do Poli(cloreto de vinila) (PVC) de Poli(tereftalato de etileno) (PET). O PET e o PVC apresentam flotabilidades similares em solução aquosa por serem materiais naturalmente hidrofóbicos. No entanto, a depressão do PET foi favorecida na presença de Lignosulfonato de ferro na concentração de  $10^{-3}$  % m/v e em  $pH=4$ , enquanto que a flotabilidade modificações na superfície desses plásticos.*

*do PVC permaneceu inalterada (80%). Os reagentes Monolaurato de polioxi-etileno sorbitana, Metafluorsilicato de sódio, Hidróxido de sódio e Polietileno glicol (Triton X-100), não apresentaram bom desempenho na depressão seletiva dos plásticos. Entretanto, ao utilizar o Triton X-100 na concentração de  $10^{-4}$  % m/v após um prévio condicionamento com Hidróxido de sódio  $10^{-2}$  % m/v, houve a depressão seletiva do PET em relação ao PVC (flotabilidade de 87%), devido a*

## 1. INTRODUÇÃO

O destino dos plásticos presentes nos resíduos sólidos urbanos representa uma grande preocupação para a sociedade moderna. Além de representar um problema ambiental, os rejeitos plásticos respondem por mais de 10% do volume do lixo urbano [1]. Um estudo mais recente sobre o potencial econômico e as vantagens de se recuperar materiais do lixo urbano revelou que um percentagem significativa (32%) de plásticos totais contidos no lixo urbano pode ser reciclada [2]. Embora a reciclagem de plásticos seja muito importante, estima-se que somente um pequena percentagem de plásticos é reciclado (entre 1 e 2 %) [3,4]. O fato de não se recuperar mais materiais plásticos está relacionado, principalmente, com problemas específicos de cada substância.

Em alguns casos, as limitações referem-se a aplicação de tecnologia de tratamento, e, em outros, estas provêm da dificuldade que os materiais recuperados apresentam em competir, quanto a pureza e preço, com as matérias naturais. Além disso, a presença de diferentes polímeros – geralmente incompatíveis entre si – nos artefatos descartados, exige um processo de seleção destas peças, que pode ser manual ou por intermédio de processo físico de separação por densidade, sob forma de fragmentos [5,6]. Existem, no entanto, polímeros com propriedades físicas muito semelhantes. O Policloreto de vinila (PVC) e o Poli(tereftalato de etileno) (PET), por exemplo, os mais usados mundialmente na confecção de embalagens, são quase impossíveis de separar por métodos tradicionais, por possuírem densidades específicas similares. O PVC e o PET por serem hidrofóbicos, são facilmente recuperados por flotação. Desta forma, para que ocorra a separação é necessário que um dos componentes torne-se hidrofílico, o que pode ser obtido, entre outros métodos, por meio da adsorção seletiva de depressores [7].

## 2. OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo a avaliação do desempenho de alguns depressores na flotabilidade diferencial do Poli(cloreto de vinila) (PVC) de Poli(tereftalato de etileno) (PET). Para tal finalidade foram utilizados os reagentes: Monolaurato de polioxietileno sorbitana, Meta fluorsilicato de sódio, Polietileno glicol (Triton X-100), Lignosulfonato de ferro e Hidróxido de

sódio. O efeito do pH e a concentração desses reagentes foram as variáveis estudadas.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Nos estudos de flotabilidade foram utilizados PVC e PET provenientes de garrafas plásticas descartáveis, previamente lavadas com água destilada e detergente e finalmente lavadas exaustivamente com água destilada e deionizada. A seguir, ambos os materiais foram moídos separadamente em um moinho de lâminas (facas) até se atingir a granulometria <1,5mm, considerada após um estudo preliminar, adequada para os ensaios de microflotação. No preparo das soluções para microflotação, foi utilizada água destilada e deionizada. Os depressores utilizados foram o Monolaurato de polioxiétileno sorbitana (POSM), Meta fluorsilicato de sódio (MFSi), Polietileno glicol (Triton X-100), Lignosulfonato de ferro (LSFe) e Hidróxido de sódio, todos de grau analítico.

Os ensaios de microflotação foram realizados em tubo Hallimond modificado. A amostra do plástico moído (cerca de 1,0 g de PVC ou PET) era condicionado na própria célula por 10 minutos, com o(s) reagente(s) selecionado(s). Após o condicionamento, seguia-se a passagem de ar com uma vazão de 1 ml.s<sup>-1</sup>, durante 2 minutos.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o desempenho do TRITON X-100, POSM, MFSi e NaOH na flotabilidade do PET e do PVC, para uma concentração de 0,01% m/v. Conforme pode ser observado, o MFSi e o POSM não induziram à separação de um dos plásticos, permanecendo a flotabilidade do PET e do PVC inalteradas. No que diz respeito ao Triton X-100 e ao reagente NaOH, nas concentração de 0,01% m/v, observa-se um efeito depressor nas partículas de PET e PVC, não podendo ser considerados seletivos para o sistema. Verifica-se também na Figura 1, que ambos os plásticos apresentam flotabilidades máximas em presença do Triton X-100 na concentração de 0,001% m/v.

A variação da flotabilidade do PET e do PVC em função da concentração de LSFe, em pH=4, é apresentada na Figura 2. Observa-se uma diminuição da

flotabilidade das partículas de PVC e PET com o aumento da concentração do LSFe e uma região de seletividade para uma concentração do reagente de 0,001% m/v.

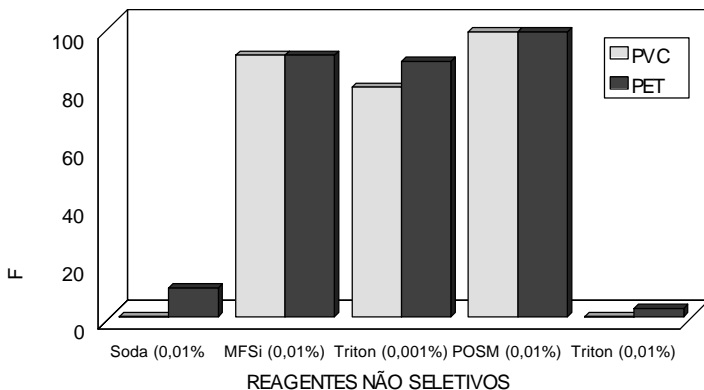


Figura 1 Reagentes não seletivos na flotação diferenciada do Poli(cloreto de vinila) (PVC) de Poli(tereftalato de etileno) (PET).

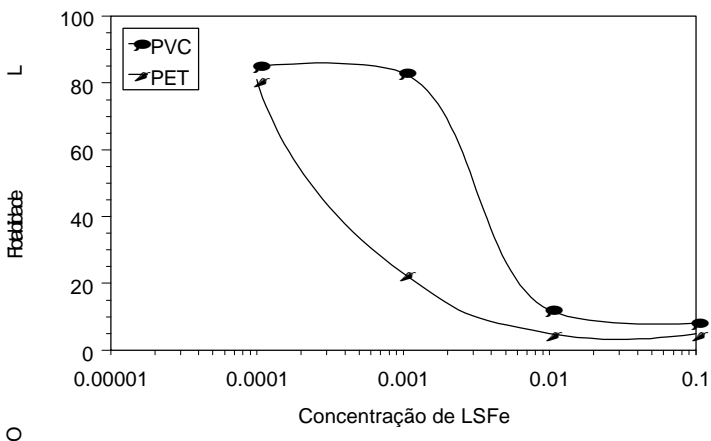


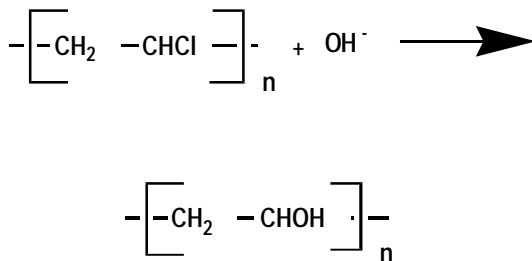
Figura 2 – Variação da flotabilidade do PVC e do PET em função da concentração de lignosulfonato de ferro (LSFe), em pH=4 [8]

A Figura 3 apresenta o efeito do pH na flotabilidade do PET e do PVC, para uma concentração de LSF<sub>e</sub> de 0,001% m/v. Verifica-se que a flotabilidade do PVC diminui a partir do pH=4, atingindo um mínimo em pH=8. Para o caso do PET, verifica-se que o efeito depressor é mais intenso com o aumento do valor do pH e presume-se que este efeito seja decorrente de uma adsorção mais efetiva do LSF<sub>e</sub> em sua superfície.

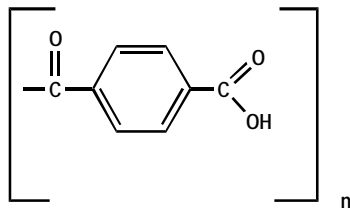
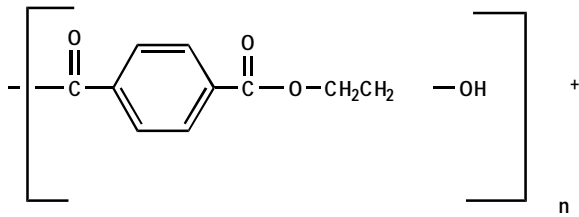
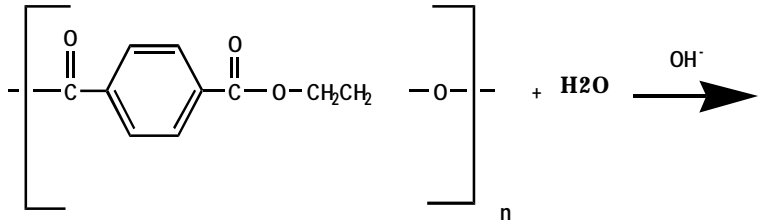
Conforme já mencionado, as partículas de PVC e PET apresentaram flotabilidades máximas, quando imersas em solução de Triton X-100, na concentração de 0,01% m/v [5]. Foi constatado, também, que o NaOH deprime ambas as partículas. No entanto, quando as mesmas foram previamente submetidas à ação do NaOH e a seguir, condicionadas com Triton X-100, obteve-se diferenças significativas nas flotabilidades desses plásticos. Conforme pode ser observado na Figura 4, o PVC mantém sua flotabilidade enquanto que para o PET, o condicionamento com Triton X-100 parece não vencer a ação do NaOH.

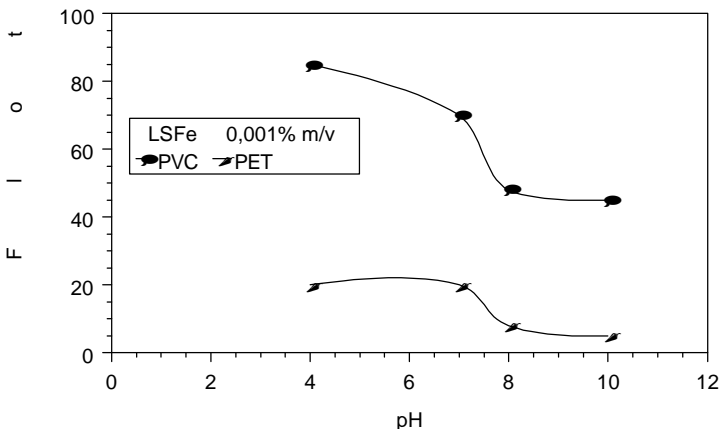
A ação depressora não seletiva do NaOH, poderia ser explicada pela sua atuação na superfície desses polímeros. O NaOH promove reações de hidrólise na superfície do PET; no PVC, reações de substituição nucleofílica, de acordo com as reações abaixo:

- Substituição nucleofílica no PVC



- Hidrólise no PET





**Figura 3 – Variação da flotabilidade do PVC e do PET em função do pH, para uma concentração de lignosulfonato de ferro (LSFê) de 10<sup>-3</sup>% m/v.**

Acredita-se que por causa da porosidade do PVC, o NaOH deva atuar de forma mais efetiva, formando em sua superfície grupamentos C-OH. No caso do PET, o processo de hidrólise resulta na formação de dois tipos de sítios ativos polares, os grupamentos COOH e C-OH, sendo o primeiro mais polar que o segundo. Por conseguinte, o efeito da NaOH na superfície do PET dificulta a atuação do composto apolar Triton X-100. Este fato é verificado quando o PET é condicionado com o Triton X-100 após a atuação do NaOH; conferindo à superfície do mesmo uma menor hidrofobicidade.

Conforme pode ser observado na Figura 5, o Triton X-100, após um condicionamento prévio com NaOH, assim como o LSFê, apresentaram resultados promissores na separação desses plásticos.

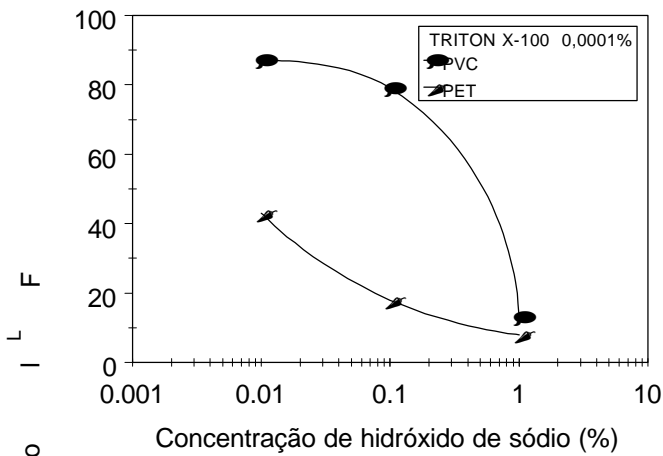


Figura 4 – Efeito da concentração de hidróxido de sódio na flotabilidade do PVC e do PET, na presença de Triton X-100.

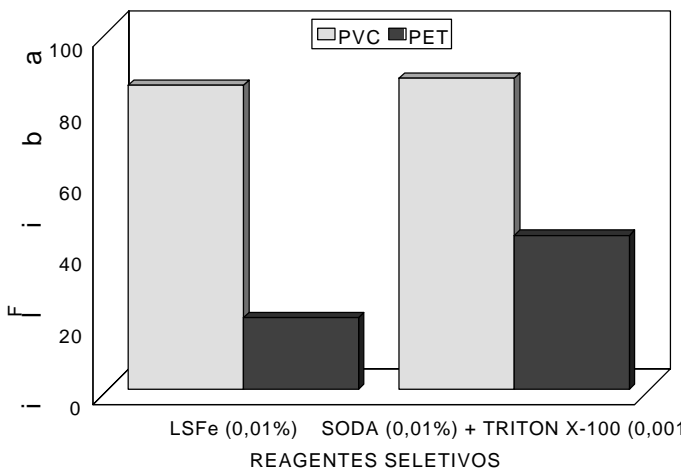


Figura 5 – Reagentes seletivos na flotação diferenciada do Poli(cloreto de vinila) (PVC) de Poli(tereftalato de etileno) (PET).



## 5. CONCLUSÕES

Dentre todos os depressores estudados, o Lignossulfonato de ferro e o Triton X-100 associado a um prévio condicionamento com NaOH, demonstraram ser depressores seletivos na concentração de 0,0001% m/v na flotação do PET e PVC. Nesta concentração, estes reagentes apresentam maior efeito depressor sobre o PET.

## Agradecimentos

Ao Gildeon Luiz dos Santos Filho e a Ellen Beatriz A. V. Pacheco pelas contribuições dadas na fase inicial dos ensaios experimentais. A Maria Helena de Abreu Braga, Ana(s), Fernando e Antonio Claudio pelo apoio e incentivo. A equipe do Laboratório de Química de Superfície do CETEM – funcionários e bolsistas – pelos auxílios prestados durante a execução dos trabalhos.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] BUCHAN, R., YARAR, B., 1996, "Application of mineral –processing technology to plastics recycling", *Mining Engineering*, november, p.68-72.
- [2] BUTT, E.P., GUY, J.A., MORSE, G.M., LESTER, J.N., 1998, Co-recycling of sludge and municipal solid waste: A cost-benefit analysis" *Environmental Technology*, V.19, n.12, p.1163-1175.
- [3] SHEN, H., PUGH, R.J., FORSSBERG, E., 1998, "A review of plastics waste recycling and the flotation of plastics", *submitted to the Journal of Resources Conservation & Recycling*.
- [4] World Wildlife Fund and the Conservation Foundation, Getting at the Source: Strategies for Reducing Municipal Solid Waste, 1991.
- [5] SANTOS, G.L.F., MONTE, M.B.M., 1998, "Separação de Policloreto de Vinila e Polietileno Tereftalato através do Processo de Flotação". *Série VI. Jornada de Iniciação Científica do CETEM*, (no prelo).
- [6] BUCHAN, R., YARAR, B., 1996, "Application of mineral-processing technology to plastics recycling". *Mining Engineering*, p.69-72, november.

- [7] FRAUNHOLEZ, N. e DALMIJN, W.L. Wetting mechanisms in the flotation of plastics. Proceedings of the XXIMPC , Aachen, n.21-26, p.329-340, september, 1997.