



# Decomposição Térmica do PVC e Detecção do HCl Utilizando um Indicador Ácido-Base Natural: Uma Proposta de Ensino Multidisciplinar

José Carlos Marconato e Sandra Mara M. Franchetti

Este artigo procura destacar aspectos conceituais sobre o PVC, seu uso e seus destinos, abordando as vantagens da reciclagem e as inconveniências da incineração. Abordam-se também conceitos relacionados a ácidos e bases e a propriedades de polímeros.

▶ experimentação, ensino de química, polímeros, PVC ◀

Recebido em 8/12/00, aceito em 28/6/01

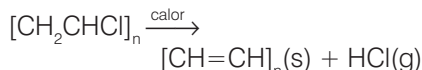
## Introdução

40

Os plásticos constituem um dos materiais mais utilizados em nosso cotidiano. Assim, os resíduos plásticos têm aumentado bastante e hoje representam 20% do total do volume de resíduos em lixões (Krupp e Jewell, 1992).

Reciclagem, combustão e depósito em aterros sanitários são os principais métodos de tratamento desses resíduos plásticos (Torikai e Hasegawa, 1999). Em aterros sanitários municipais, os filmes de cloreto de polivinila (PVC) são um dos plásticos mais encontrados, devido à sua ampla utilização em produtos domésticos variados. É interessante ressaltar que o PVC é um material instável em relação ao calor e à luz e que degrada a temperaturas relativamente baixas (aproximadamente 130 °C), com liberação de ácido clorídrico (HCl). Além de suas propriedades tóxicas, o HCl promove a redução das propriedades mecânicas de outros polímeros durante o processo de reciclagem. Por exemplo, o PVC presente na reciclagem de garrafas de politereftalato de etileno (PET) promove a quebra da cadeia

polimérica deste polímero, devido à presença de ácido clorídrico liberado durante a reciclagem (Paci e La Mantia, 1999). A incineração do PVC pode ser representada, simplificada, pela reação abaixo:



A queima do PVC, na presença de oxigênio do ar, produz também gás carbônico, água e fuligem.

Em solução, a presença de ácido clorídrico pode ser detectada com a utilização de indicadores ácido-base naturais, obtidos a partir de sucos de frutas e vegetais (amoras, cerejas, repolho roxo, cebola vermelha, etc). Essa classe de substâncias contém antocianinas e suas propriedades têm sido objeto de vários trabalhos sobre educação em química (Gepeq, 1995; Couto *et al.*, 1998; Alkema e Seager, 1982; Brouillard, 1988).

Este trabalho trata de uma demonstração experimental que ilustra a natureza ácida dos produtos de decomposição de um filme de PVC. Sendo assim, o trabalho desperta o interesse a respeito de resíduos plásticos

descartados, bem como dos produtos tóxicos gerados no ambiente.

## Material e métodos

Para a realização do experimento foram utilizados filmes comerciais de PVC, tubos de ensaio, bico de Bunsen e extrato de repolho roxo (indicador ácido-base).

A preparação do extrato foi bastante simples: as folhas de repolho foram picadas e trituradas em água, com o auxílio de um processador doméstico. O pigmento das folhas rapidamente dissolveu-se na água, formando uma solução de cor roxa. Essa solução foi filtrada e armazenada em frasco plástico, para ser utilizada como indicador ácido-base.

## Procedimento experimental

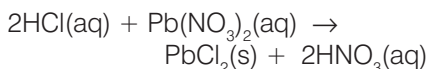
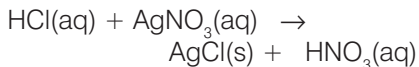
Na Figura 1 (A e B), as etapas inicial e final do experimento estão ilustradas: A) inicia-se a queima e a decomposição do PVC, com conseqüente liberação de ácido clorídrico (HCl); e B) o HCl liberado entra em contato com a solução do indicador (extrato de repolho roxo) contendo o pigmento antocianina, de cor roxa, reagindo e mudando a cor desta para vermelho. Uma fotografia ilustrativa do experimento é apresentada na Figura 2.

A mudança de cor do indicador deve-se à reação de deslocamento do

A seção "Experimentação no ensino de química" descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola. Neste número a seção apresenta dois artigos.

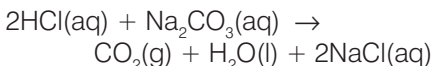
equilíbrio ácido-base do indicador, no sentido de formação do cátion flavílio (cor vermelha), conforme o Esquema 1 (Susuki, 1991).

A presença do íon cloreto no meio, proveniente da ionização do ácido clorídrico em meio aquoso, pode ser confirmada pelo borbulhamento do produto da decomposição em uma solução de nitrato de prata (0,1 mol/L) ou de nitrato de chumbo: a formação de um precipitado branco ( $\text{AgCl}$  ou  $\text{PbCl}_2$ ) nesses meios é a prova da presença do íon cloreto, conforme as reações abaixo:



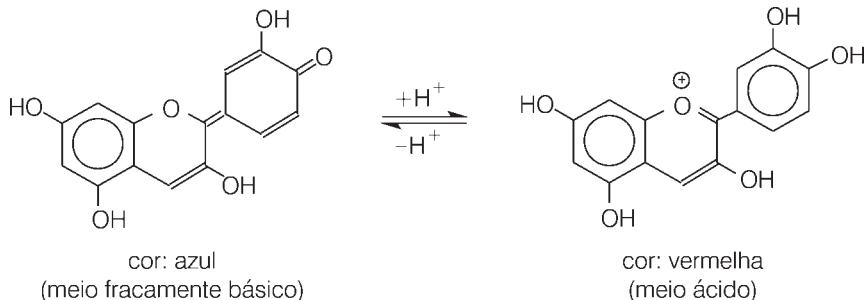
### Sugestões para aplicação e estudo

Substituindo-se a solução contendo o extrato de repolho roxo por outra contendo carbonato de sódio, é possível demonstrar o efeito dos ácidos sobre os carbonatos (reação abaixo) e, assim, discutir a poluição atmosférica e os problemas causados pela chuva ácida no meio ambiente.



O ácido clorídrico liberado na reação de decomposição também pode ser absorvido por uma solução diluída de  $\text{NaOH}$  (0,01 mol/L), na presença de extrato de repolho roxo. À medida que o ácido clorídrico neutraliza o hidróxido de sódio, ocorre a mudança de cor, que vai do verde, passando pelo azul, roxo e rosa, ao vermelho.

Utilizando soluções aquosas de ácidos clorídrico e acético na concentração 0,1 mol/L e algumas gotas do extrato de repolho roxo é possível



Esquema 1: Representação do equilíbrio entre duas formas da antocianina.

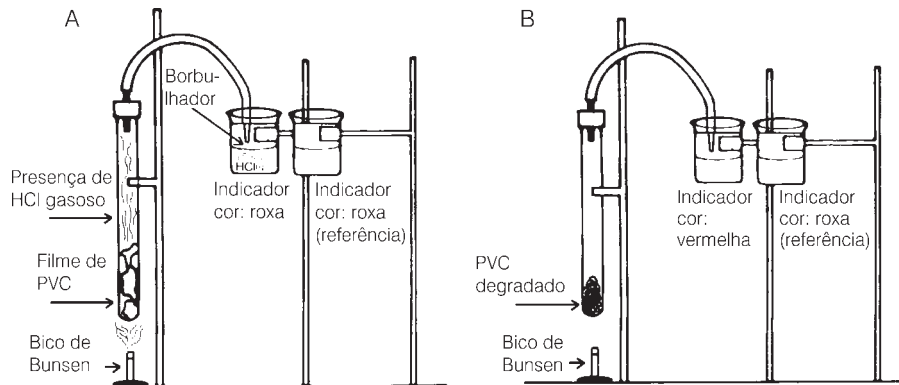


Figura 1: Representação do experimento demonstrativo. A - início da queima do filme de PVC; B - após a decomposição térmica do filme.

demonstrar e discutir o conceito de força de ácidos e bases. Como o ácido clorídrico é um ácido forte (aproximadamente 100% ionizado) e o ácido acético é um ácido fraco, a quantidade de íons  $\text{H}^+$  é maior na solução de ácido clorídrico. Assim, o meio que contém ácido clorídrico adquire uma cor vermelha mais intensa.

### Propostas de trabalho

A demonstração pode ser aplicada, em sala de aula, com alguns enfoques principais:

1. Introdução de aspectos do equilíbrio ácido-base (reações, conceito de pH, indicador ácido-base, natureza ácido-base dos produtos domésticos, bem como a força de ácidos e bases).

2. Introdução ao estudo dos polímeros, de seu descarte e dos problemas ambientais causados pelo processo de incineração.

3. Aspectos da degradação do PET pelo PVC, durante a reciclagem.

Essa demonstração experimental permite, portanto, trabalhar conceitos importantes nas áreas de química geral e mesmo de química ambiental, a partir de materiais simples e do cotidiano.

Em sala de aula, também pode ser realizado um debate sobre o tema "O que fazer com produtos de PVC usados?". Nesse debate, os alunos podem ser divididos em grupos que discutam as vantagens e desvantagens dos diferentes destinos para o plástico: incineração, aterro, lixão, lavagem e reutilização, moagem, fusão e moldagem. Vantagens e desvantagens podem ser então discutidas sob diferentes visões: ambiental, econômica, social, industrial etc.

### Nota

O ácido clorídrico é uma substância tóxica e muito corrosiva, provoca a destruição completa da pele e das

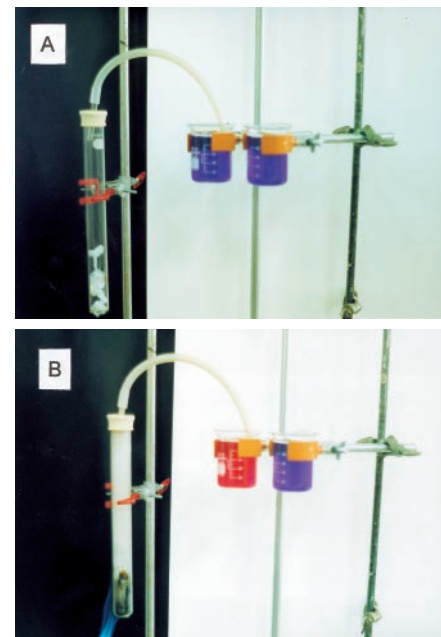


Figura 2: Fotografia do experimento. A - início: antes da queima do filme de PVC; B - durante a decomposição térmica do filme de PVC, com liberação de  $\text{HCl}$  e absorção em água contendo extrato de repolho roxo.

mucosas, causando sérios danos à saúde.

## Agradecimento

Agradecemos à Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) o apoio ao projeto Pró-Ciências “Polímeros – Aplicações e Reciclagem”, dentro do qual a experiência aqui relatada foi desenvolvida.

**José Carlos Marconato** (marconat@rc.unesp.br), bacharel e doutor em ciências (área de concentração: físico-química) pela Universidade Federal de São Carlos, é docente do Departamento de Bioquímica e Microbiologia (DBM) do Instituto de Biociências de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista (IBRC-Unesp). **Sandra Mara M. Franchetti** (samaram@rc.unesp.br), licenciada e bacharel em química pelo Instituto de Química da Unesp em Araraquara e doutora em ciências (área de concentração: físico-química) pelo Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), é docente do DBM/IBRC-Unesp.

## Referências bibliográficas

- ALKEMA, S. e SEAGER, S. The chemical pigments of plants. *Journal of Chemical Education*, v. 59, n. 3, p.183-186, 1982.
- BROUILLARD, R. Flavonoids and flower colour. In: *The Flavonoids*. Harborne, J.B. (Ed.). Londres: Chapman and Hall, 1988. p. 525-538.
- COUTO, A. B.; RAMOS, L.A.; e CAVALHEIRO, E.T.G. Aplicação de pigmentos de flores no ensino de química. *Química Nova*, v. 21, n. 2, p. 221-227, 1998.
- GEPEQ. Extrato de repolho roxo como indicador universal de pH. *Química Nova na Escola*, n.1, p. 32-33, 1995. (<http://www.foco.lcc.ufmg.br/ensino/qnesc/qnesc-01.html>)
- KRUPP, L.R. e JEWELL, W.J. Biodegradability of modified plastic films in controlled biological environments. *Environmental Science & Technology*, v. 26, p. 193-198, 1992.
- PACI, M. e LA MANTIA, F.P. Influence of small amounts of polyvinylchloride on the

recycling of polyethyleneterephthalate. *Polymer Degradation and Stability*, v. 63, p. 11-14, 1999.

SUZUKI, C. Making colorful patterns on paper dyed with red cabbage juice. *Journal of Chemical Education*, v. 68, n. 7, p. 588-589, 1991.

TORIKAI, A. e HASEGAWA, H. Accelerated photodegradation for poly(vinyl chloride). *Polymer Degradation and Stability*, v. 63, p. 441-445, 1999.

## Para saber mais

CANTO, E.L. *Plásticos: bem supérfluo ou mal necessário?* São Paulo: Editora Moderna, 1998.

EMSLEY, J. *The consumer's good chemical guide*. Oxford: W.H. Freeman, 1994. cap. 6 (PVC).

GEPEC – GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. *Livro de laboratório. Módulo I – Interações e transformações*. 3ª ed. São Paulo: Editora da USP, 1997.

**Abstract:** *Thermal Decomposition of PVC and Detection of the HCl Evolved Using a Natural Acid-Base Indicator: A Multidisciplinary Teaching Proposal* - This paper seeks to highlight conceptual aspects on PVC, its use and its destinies, touching on advantages of recycling and inconveniences of incineration. Concepts related to acids and bases, polymer properties are also valued.

**Keywords:** experimentation, chemistry teaching, polymers, PVC



Nos dias 18, 19 e 20 de outubro de 2001, em Santa Maria (RS), nas dependências do Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria, realizou-se o 21º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ). Com o tema *Educando em química com novas tecnologias*, os organizadores propuseram uma discussão das novas tendências no ensino da química face às novas tecnologias postas à disposição do ensino médio e superior.

Destacaram-se as conferências que abordaram o uso da Internet em situações de ensino-aprendizagem. Mas, na opinião de alguns participantes, “em algumas falas mostrou-se muito mais o quanto se pode conseguir mais conhecimentos, sem haver a preocupação de privilegiar o como fa-

zer educação com os conhecimentos adquiridos”. Contudo, ficou evidente a necessidade de mudança no ensino tradicional de química, de modo a incorporar a interatividade e o diálogo. Além disso, foi levantado que o uso da Internet pode ser “o espaço privilegiado de acesso ao conhecimento sistematizado”.

Na sessão de encerramento, foi destacada a excelência da organização e a participação maciça de estudantes no Encontro. Contabilizaram-se 632 inscrições, das quais 165 foram de professores do ensino médio e fundamental e 52 do ensino superior. Participaram 384 alunos de graduação e 22 de pós-graduação.

Dos participantes, 581 eram gaúchos, sendo que os demais eram provenientes de SC, PR, MG, RJ, SP e

PA, com dois ilustres representantes do Uruguai. As presenças ativas, no evento, do Presidente da Sociedade Brasileira de Química, Eliezer J. de Lacerda Barreiro (UFRJ) e do Diretor da Divisão de Ensino de Química da SBQ, Eduardo F. Mortimer (UFMG), bem como do Diretor Científico da Fapergs, Dalcídio Moraes Claudio, demonstraram a importância desse encontro para o ensino e a ciência e tecnologia do Estado.

O próximo encontro (em 2002) será realizado na Univates – Centro Universitário, em Lajeado (RS), e, em 2003, a UPF – Universidade de Passo Fundo será a instituição anfitriã. O 21º EDEQ foi encerrado em um apoteótico ambiente de confraternização e camaradagem – o que, de certo modo, é uma espécie de garantia de sucesso para o próximo evento.

(Ayrton Martins – UFSM)