



ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO DO PET POR PVC DURANTE O PROCESSO DE RECICLAGEM

Leandro Simão¹ e Ronaldo Câmara Cozza^{1,2*}

1 – Departamento de Polímeros, CEETEPS – Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”, Faculdade de Tecnologia – FATEC-Mauá, Mauá, SP.

2 – Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI – Fundação Educacional Inaciana “Padre Sabóia de Medeiros” (FEI), Av. Humberto de Alencar Castelo Branco, 3972 – 09850-901, São Bernardo do Campo, SP.

ronaldo.cozza@fatec.sp.gov.br, rcamara@fei.edu.br

RESUMO

No Brasil, com o surgimento das empresas interessadas em utilizar PET reciclado, surgiram, também, alguns problemas técnicos, sendo que, o principal deles é a contaminação de PET reciclado. Na realidade, a contaminação de polímeros termoplásticos durante o processo de reciclagem está presente em qualquer tipo de material que venha a ser recondicionado, mas, no caso do PET, a contaminação é ainda mais difícil de ser identificada pelos profissionais que conduzem este tipo de trabalho. Isso ocorre porque, na maioria das embalagens de PET, estão presentes outros tipos de materiais poliméricos termoplásticos que compõem a embalagem, como, por exemplo, o PVC, além de cola, papel, metais e contaminantes diversos. Com isso, verificando-se a importância deste assunto no setor industrial, o objetivo deste trabalho é estudar a contaminação de PET por PVC, em matéria-prima reciclada. Para isso, inicialmente, foi elaborado um ensaio laboratorial de contaminação, que consistiu em contaminar, intencionalmente, o PET com quantidades variadas e conhecidas de PVC, de forma a padronizar o nível de contaminação provocado. Foi utilizado PET virgem – cor laranja e, como material contaminante, flake de PVC cristal, sob diferentes níveis de contaminação: 0,1%, 0,25%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, 3,5%, 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% e 7% de PVC em massa. Após, o PET e o PVC foram misturados sob estas diferentes proporções mássicas e aquecidos em uma estufa, de forma a atingir, propositalmente, a degradação do PVC. Os resultados mostraram que, mesmo para a menor concentração de PVC (0,1% de PVC em massa), foi possível detectar o mesmo sob a condição de contaminante, seguindo-se um padrão visual estabelecido. Em importância de aplicação industrial, os padrões visuais estabelecidos neste trabalho podem ser adotados por quaisquer empresas recicladoras de PET ou empresas que venham a adquirir matéria-prima reciclada.

Palavras-chave: PET, PVC, polímero, contaminação, reciclagem.

INTRODUÇÃO

O PET (Polietileno Tereftalato) é um dos materiais poliméricos mais utilizados no mundo, devido a sua resistência mecânica, baixa densidade, estabilidade química, propriedades de barreira contra gases e odores, além de proporcionar transparência, brilho, otimização no transporte e reciclabilidade.

Estas propriedades e características fizeram com que o PET se tornasse uma matéria-prima adotada com grande amplitude na indústria de embalagens, ocupando o espaço em que o vidro e o PVC (Policloreto de Vinila) eram dominantes. Estima-se que, aproximadamente, 90% da produção de PET seja destinada a fabricação de embalagens dos segmentos de bebidas carbonatadas, sucos, isotônicos, água, óleos comestíveis, cosméticos, produtos farmacêuticos, produtos domissanitários, filmes e bandejas para alimentos. Além destas aplicações, a adoção do PET também se expandiu para outros mercados, como, por exemplo, nas indústrias química, automotiva, têxtil, transportes e de artigos para residências^(1,2).

Em 1989, o PET chegou ao Brasil para substituir as garrafas de refrigerante que, até então, eram fabricadas em garrafas de vidro. Porém, em 1993, a sua produção atingiu larga escala fazendo com que a reciclagem do mesmo se tornasse necessário, visto o acúmulo excessivo de tal material em aterros sanitários, rios e matas⁽¹⁾.

Como vantagens técnicas, o PET é um material 100% reciclável, podendo ser reciclado até três vezes, sem perder, de forma significativa, suas propriedades e características e sem comprometer a qualidade do produto final obtido. Em relação às vantagens financeiras e econômicas, cita-se que a reciclagem do PET consome, apenas, 30% de energia em relação a sua obtenção a partir de resina virgem, fazendo com que surgissem, no país, empresas focadas e direcionadas à reciclagem deste material.

Entretanto, com as instalações destas empresas no Brasil, surgiram, também, alguns problemas, sendo, o principal, a contaminação do próprio PET reciclado. Dentre as possíveis contaminações, a mais comum é a contaminação por PVC, em que uma pequena quantidade deste pode inutilizar um lote inteiro de PET reciclado.

O problema de contaminação do “PET reciclado” por “PVC” apresenta precedente já na produção dos próprios produtos poliméricos. Embora tenha-se, como referência, a Norma NBR 13230⁽³⁾ – que trata da fabricação de objetos termoplásticos, por não ser uma Lei, muitos dos próprios produtos termoplásticos são fabricados em desconformidade a esta Norma ⁽³⁾, dificultando, conseqüentemente, a identificação do tipo de polímero nas usinas de reciclagem. Com isso, sem a devida identificação dos materiais termoplásticos, fica praticamente impossível a correta identificação e conseqüente separação entre PET e PVC nas usinas de reciclagem, uma vez que tais materiais são muito parecidos e esta separação é conduzida manualmente em esteiras rolantes, sendo facilmente confundidos pelos separadores. Dessa forma, o PVC é caracterizado como PET, causando a contaminação do lote e, por muitas vezes, a inutilização do mesmo.

Observando-se este problema, o objetivo deste trabalho foi elaborar um procedimento laboratorial de forma a mensurar o nível de contaminação de PET por PVC.

MATERIAIS E MÉTODOS

Ensaio Laboratorial de Contaminação

Para mensurar os níveis de contaminação do PET por PVC, foi elaborado um ensaio laboratorial, que consiste em contaminar, intencionalmente, o PET com quantidades variadas e conhecidas de PVC.

Utilizou-se PET virgem – cor laranja, de forma a garantir que não houvesse interferências de possíveis outros materiais contaminantes. Para contaminar o PET, foi utilizado flake de PVC cristal.

Uma base de vidro com dimensões de 400 mm x 400 mm foi dividida em 16 (dezesseis) áreas iguais. Em cada região delineada e nomeada de *Área 1*, *Área 2*, *Área 3*, ..., *Área 15* e *Área 16* foram inseridas as seguintes quantidades de massas de PET e PVC (Tabela 1):

Tabela 1. Massas de PET e PVC definidas para o ensaio laboratorial de contaminação, assim como os respectivos níveis de contaminação.

Área 1	⇒	19,6 g de PET + 0,020 g de PVC	Nível de contaminação:	0,1% PVC – em massa
Área 2	⇒	19,6 g de PET + 0,049 g de PVC	Nível de contaminação:	0,25% PVC – em massa
Área 3	⇒	19,6 g de PET + 0,098 g de PVC	Nível de contaminação:	0,5% PVC – em massa
Área 4	⇒	19,6 g de PET + 0,196 g de PVC	Nível de contaminação:	1% PVC – em massa
Área 5	⇒	19,6 g de PET + 0,294 g de PVC	Nível de contaminação:	1,5% PVC – em massa
Área 6	⇒	19,6 g de PET + 0,392 g de PVC	Nível de contaminação:	2% PVC – em massa
Área 7	⇒	19,6 g de PET + 0,490 g de PVC	Nível de contaminação:	2,5% PVC – em massa
Área 8	⇒	19,6 g de PET + 0,588 g de PVC	Nível de contaminação:	3% PVC – em massa
Área 9	⇒	19,6 g de PET + 0,686 g de PVC	Nível de contaminação:	3,5% PVC – em massa
Área 10	⇒	19,6 g de PET + 0,784 g de PVC	Nível de contaminação:	4% PVC – em massa
Área 11	⇒	19,6 g de PET + 0,882 g de PVC	Nível de contaminação:	4,5% PVC – em massa
Área 12	⇒	19,6 g de PET + 0,980 g de PVC	Nível de contaminação:	5% PVC – em massa
Área 13	⇒	19,6 g de PET + 1,078 g de PVC	Nível de contaminação:	5,5% PVC – em massa
Área 14	⇒	19,6 g de PET + 1,176 g de PVC	Nível de contaminação:	6% PVC – em massa
Área 15	⇒	19,6 g de PET + 1,274 g de PVC	Nível de contaminação:	6,5% PVC – em massa
Área 16	⇒	19,6 g de PET + 1,372 g de PVC	Nível de contaminação:	7% PVC – em massa

A Tabela 2 mostra, esquematicamente, a distribuição das massas de PET e PVC nas Áreas 1, 2, 3, ..., 15 e 16.

Tabela 2: Distribuições das massas de PET e PVC nas Áreas 1, 2, 3, ..., 15 e 16.

Área 1 19,6 g de PET + 0,020 g de PVC (Nível de contaminação: 0,1% PVC – em massa)	Área 2 19,6 g de PET + 0,049 g de PVC (Nível de contaminação: 0,25% PVC – em massa)	Área 3 19,6 g de PET + 0,098 g de PVC (Nível de contaminação: 0,5% PVC – em massa)	Área 4 19,6 g de PET + 0,196 g de PVC (Nível de contaminação: 1% PVC – em massa)
Área 5 19,6 g de PET + 0,294 g de PVC (Nível de contaminação: 1,5% PVC – em massa)	Área 6 19,6 g de PET + 0,392 g de PVC (Nível de contaminação: 2% PVC – em massa)	Área 7 19,6 g de PET + 0,49 g de PVC (Nível de contaminação: 2,5% PVC – em massa)	Área 8 19,6 g de PET + 0,588 g de PVC (Nível de contaminação: 3% PVC – em massa)
Área 9 19,6 g de PET + 0,686 g de PVC (Nível de contaminação: 3,5% PVC – em massa)	Área 10 19,6 g de PET + 0,784 g de PVC (Nível de contaminação: 4% PVC – em massa)	Área 11 19,6 g de PET + 0,882 g de PVC (Nível de contaminação: 4,5% PVC – em massa)	Área 12 19,6 g de PET + 0,980 g de PVC (Nível de contaminação: 5% PVC – em massa)
Área 13 19,6 g de PET + 1,078 g de PVC (Nível de contaminação: 5,5% PVC – em massa)	Área 14 19,6 g de PET + 1,176 g de PVC (Nível de contaminação: 6% PVC – em massa)	Área 15 19,6 g de PET + 1,274 g de PVC (Nível de contaminação: 6,5% PVC – em massa)	Área 16 19,6 g de PET + 1,372 g de PVC (Nível de contaminação: 7% PVC – em massa)

A Figura 1 apresenta a organização final dos materiais.



Figura 1: PET distribuído nas cavidades com os diferentes níveis de contaminação por PVC.

Após, uma estufa foi aquecida à 200°C e a base de vidro contendo o PET contaminado com PVC foi inserido na mesma, permanecendo por 30 min. Passado este tempo, os materiais foram retirados da estufa e resfriados naturalmente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, antes do aquecimento dos materiais, reportou-se que, o contaminante PVC, por ser translúcido, praticamente desapareceu em meio ao PET virgem. Em uma situação real de reciclagem, seria praticamente impossível distinguir os dois materiais sob esta condição.

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos em função dos diferentes níveis de contaminação, após a saída dos materiais da estufa e posterior resfriamento sob condições naturais. Conduzindo-se uma análise visual dos resultados obtidos, as regiões mais escuras referem-se ao contaminante PVC.

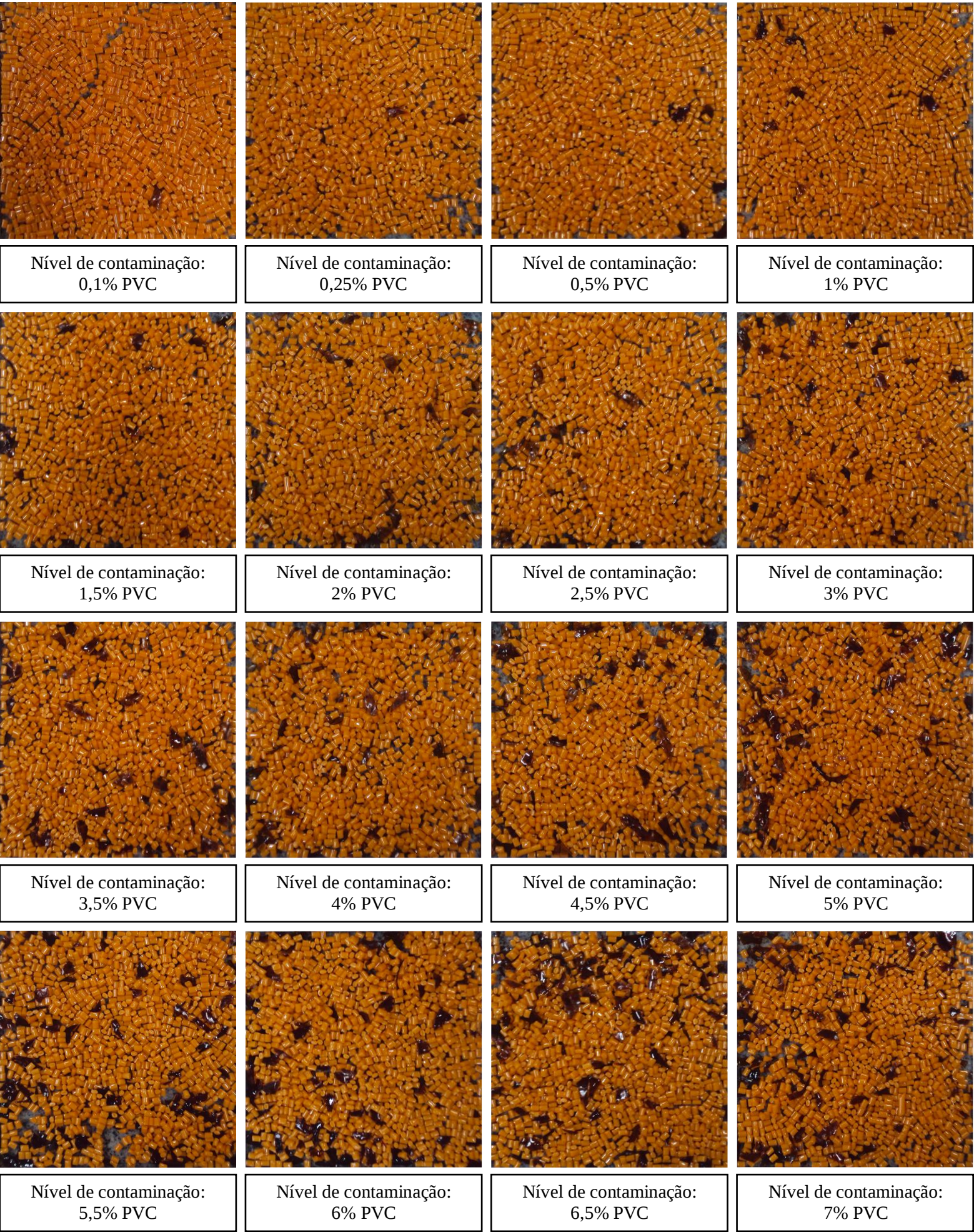


Figura 2: Resultados obtidos para os diferentes níveis de contaminação do PET por PVC.

Com o ensaio laboratorial de contaminação executado foi possível detectar a presença de PVC contaminando o PET sob um nível de 0,1% de contaminação – em massa. Em termos práticos, esta porcentagem pode ser comparada a uma condição em que seja possível distinguir 1 (um) “Objeto X” fabricado em PVC junto a 10^3 (mil) “Objetos X” fabricados em PET. Ou, em 10^3 kg de PET reciclado, é possível detectar 1 kg de PVC contaminando o mesmo.

Com isso, as imagens do ensaio laboratorial de contaminação proposto sugerem um padrão visual comparativo que pode ser utilizado para a identificação do índice de contaminação em situações industriais, em que uma simples e rápida metodologia prática seja necessária.

CONCLUSÕES

A partir do ensaio laboratorial de contaminação procedimentado, foi possível detectar a presença de PVC em meio ao PET sob um nível de contaminação de 0,1% – em massa. Adicionalmente, a partir deste ensaio, em setores industriais, é possível determinar o grau de pureza do PET pós-consumo através da degradação do PVC, estabelecendo-se, assim, um padrão visual que pode ser adotado por qualquer empresa recicladora de PET ou empresas que venham a adquirir a matéria-prima reciclada – a análise visual comparativa deve ser conduzida entre o padrão estabelecido na Figura 2 e a amostra coletada no lote de PET.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ABIPET – Associação Brasileira da Indústria do PET. Aplicações para o PET reciclado. Disponível em:
<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarConteudo&id=108>.
- (2) Guia Log – Logística Reversa: aspectos importantes para a administração de empresas. Disponível em:
<http://www.guialog.com.br/ARTIGO402.htm>.
- (3) Associação Brasileira de Norma Técnicas – ABNT. Norma NBR 13230: simbologia indicativa de reciclabilidade e identificação de materiais plásticos. Rio de Janeiro, 8p. (2006).

ANALYSIS OF THE PET CONTAMINATION BY PVC DURING THE RECYCLING PROCESS

ABSTRACT

The purpose of this work is to study PET contamination caused by PVC. To accomplish this, a contamination laboratory test was conducted with the purpose of intentionally contaminating PET with varied and known quantities of PVC in order to standardize the level of contamination caused. Virgin PET was used – orange color and, as a contaminating material, crystal PVC flakes, under different levels of contamination. Directly after, PET and PVC were mixed and heated inside a greenhouse. The results showed that with the lower level of contamination it was possible to detect this, under an established visual standard.

Keywords: PET, PVC, polymer, contamination, recycling.