

MONITORAMENTO COMPARATIVO DA COMBUSTÃO DE RESÍDUOS TERMOPLÁSTICOS

Lety P. F. C. de Lima^{1*}, Alex P. Ascón², Luigi A. Baca², Ruth M. C. Santana¹

^{1*} Laboratório de Materiais Poliméricos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre - RS
mpolett1@ucs.br

² Engenharia Ambiental – Universidad Nacional de Trujillo – UNT, Trujillo – Perú

Resumo – O grande aumento volume de resíduo plástico gerado diariamente é um dos problemas da sociedade moderna, cuja alternativa de solução é a sua reciclagem, nas diversas formas (mecânica, química e energética), sendo o mais usado a reciclagem mecânica. Por outro lado, a prática de queima de resíduos municipais em alguns lugares ou até mesmo em lixões é uma prática ainda usada para evitar a proliferação de vetores, porém a emissão dos poluentes gerados origina um impacto ambiental tanto na saúde humana como do meio ambiente. Neste sentido o objetivo de este trabalho foi realizar um estudo comparativo dos poluentes de maior proporção gerados na queima de embalagens plásticas pós-consumo. Foram usados copos descartáveis de poliestireno de alto impacto (HIPS) e polipropileno (PP) os quais foram queimados em sistema aberto. O teor de poluentes gerados da queima (CO₂, CO e cinzas) foram monitorados. Os resultados do teor de CO₂ gerado da queima mostraram que as amostras de HIPS geraram até 70 vezes mais do que o PP; assim como um alto teor de particulados, até 9 vezes mais.

Palavras-chave: Copos descartáveis, quantidade de fuligem, poluentes gerados.

Introdução

A indústria dos plásticos está em desenvolvimento constante, com o surgimento de tecnologias para atender às novas demandas que surgem a cada dia, e não é surpresa que a produção mundial de plástico tenha chegado aos 265 milhões de toneladas em 2010 [1]. Os plásticos são materiais produzidos a partir do petróleo, matéria-prima bastante explorada no mundo, baratos, duráveis e versáteis, o que facilita o desenvolvimento de produtos e beneficia a sociedade em diversas maneiras. Os plásticos podem, inclusive, diminuir o consumo energético e as emissões de gases de efeito estufa em diversas circunstâncias (extração da matéria prima e processos de transformação) em comparação com as alternativas do mercado, ou fazerem isso independentemente da concorrência, como no caso de isolamentos térmicos e aplicações em sistemas de geração de energia solar e fotovoltaica [1].

No Brasil, a reciclagem tem crescido 15% ao ano, sendo que a produção anual brasileira de plásticos é de cerca de 2,2 milhões de toneladas, das quais 40% destinam-se à indústria de embalagens. [2] Os EUA produzem cerca de 50 milhões de toneladas de plásticos por ano, sendo um terço desse material usado na indústria de capas, malas, embalagens, recipientes e bandejas descartáveis [3]. Estima-se que cada brasileiro descarta 10 kg de lixo plástico por ano, cada norte-americano 70 kg e cada europeu 38 kg [4].

O consumo de artigos plásticos é cada vez maior, sendo o setor de embalagens descartáveis os mais utilizados pela sociedade moderna, porém esse crescimento origina por consequência um grande volume de resíduos plásticos, que pela baixa densidade ocupam muito espaço dos aterros sanitários e lixões, além do longo tempo de decomposição. Para evitar a proliferação de vetores, em alguns lugares é queimado os resíduos municipais, prática perigosa, pois a emissão dos poluentes gerados; origina problemas na saúde humana como a do meio ambiente [5-6]. Uma alternativa de solução para estes resíduos é a reciclagem, seja esta mecânica, química e energética. A reciclagem mecânica dos plásticos é o processo mais simples e viável economicamente e contribui com a preservação do meio ambiente. [7].

A reciclagem energética esta despertando interesse, pelo sucesso em países de longos períodos de frio, porém o problema é o impacto ambiental dos poluentes gerados da queima é grande se não for aplicado à tecnologia adequada e eficiente para o tratamento de estes [8]. Recuperação de energia através do tratamento térmico aplicado aos resíduos plásticos distingue-se da simples incineração, pois utiliza os resíduos plásticos como combustível na geração de energia elétrica. A energia contida em 1 kg de plásticos é equivalente à contida em 1 kg de óleo combustível. Com a reciclagem energética de plásticos, pudesse economizar até 88% de energia elétrica, quando comparada com a produção a partir de derivados de petróleo. [7].

Neste sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar os poluentes emitidos ao médio ambiente pela queima de polímeros commodities usados em embalagens descartáveis de PP e HIPS, assim como realizar um estudo comparativo das diferenças da natureza e teor de poluentes entre esses dois polímeros termoplásticos avaliados.

Parte Experimental

Materials

Os materiais utilizados foram 5 copos descartáveis de Poliestireno de alto impacto (HIPS) e 5 de Polipropileno (PP) como mostrado na tabela 1. Na montagem do sistema de queima, os materiais utilizados foram uma malha de metal, folha de alumínio e papel filtro.

Tabela 1: Massa dos corpos de prova usados na queima.

Amostra	HIPS (g)	PP (g)
1	0,7775	0,989
2	0,8098	1,4964
3	0,7326	1,1023
4	0,8687	1,2750
5	0,7797	1,0737

Montagem do sistema de queima

O sistema de queima foi montado na forma cilíndrica composta de uma malha de metal, que foi forrada por dentro com papel alumínio. Em este sistema foi inserido um orifício a uma altura de 10cm da base. Colocou-se o cilindro num suporte em posição vertical como mostrado na Figura 1. Para a queima das amostras, a preparação dos corpos de prova consistiu em dividir em duas partes os copos descartáveis de HIPS e PP; seguidamente mede-se a massa dos corpos de provas, assim como dos papéis filtros.

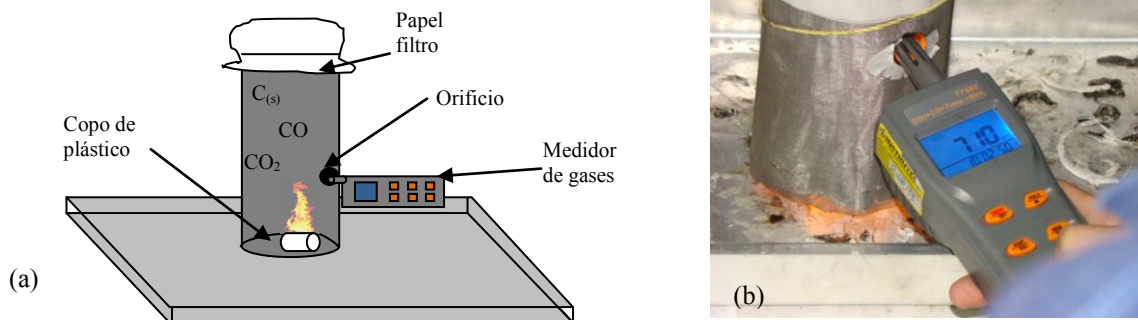


Fig. 1 - Sistema de queima: (a)Esquema e (b) Imagens do ensaio.

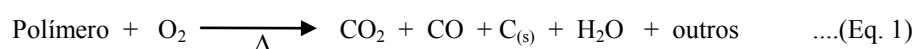
Caracterização

Os teores de poluentes gerados da combustão das amostras avaliadas foram caracterizados através do monitoramento de teor de dióxido de carbono (CO₂) e monóxido de carbono (CO), nos primeiros 7, 14 e 21 segundos da queima, com o uso de um medidor digital de CO₂ e CO modelo 77597 da INSTRUTEMP, assim como um termohigrômetro para monitoramento da umidade e temperatura do meio ambiente do experimento. O teor de cinzas (C_(s)) foi monitorado por gravimétrica nos 21 segundos da queima.

Resultados e Discussão

Poluentes gasosos monitorados (CO₂ e CO)

Na queima (combustão) de resíduos plásticos é produzido calor, produto desejado que pode ser transformado em energia elétrica; por outro lado, os produtos gerados da reação de combustão incompleta de hidrocarbonetos (oxigênio insuficiente), produtos indesejados (saúde humana e impacto ambiental pela grande influencia no efeito estufa) tais como o dióxido de carbono (CO₂) e monóxido de carbono (CO), particulado (C_(s)) e vapor de água, entre os mais importantes. Como mostrado na Equação 1:



Nas Figuras 2, 3 e 4 são mostrados os resultados dos poluentes emitidos das amostras selecionadas 1 e 2 de PP; e 2 e 5 do HIPS, por apresentar diferenças no teor de CO₂ e CO emitido. Cabe mencionar que todos esses resultados correspondem ao monitoramento na queima até 21 segundos.

Na Figura 2-a são mostrados os resultados comparativos do monitoramento de CO₂, gerado pela queima incompleta das amostras citadas nas Tabela 1, onde pode-se observar que a amostra do HIPS apresentou teores superiores do que o PP, atingindo 70 vezes mais (7000%) nos primeiros 21 segundos. Avaliando essas diferenças consideráveis entre ambos polímeros, na Fig. 2 (b) são mostrados uma progressão em escala logarítmica, ajustada (quadrática) da cinética da queima de ambos materiais poliméricos testados.

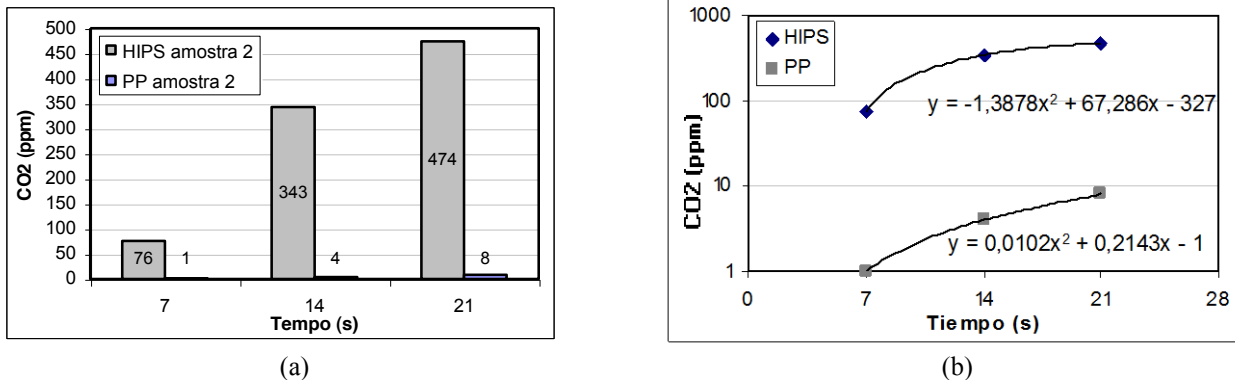


Fig. 2 - Resultados comparativos do monitoramento de CO₂ nos termoplásticos HIPS (amostra 2) vs PP (amostra 2) avaliados: (a) Em 21 segundos e (b) Progressão ajustada.

Conforme a Figura 3 (a) pode-se observar que o polímero HIPS apresentou maior concentração de CO₂, 9 vezes mais (900%) do que o polímero PP. Nos resultados apresentados na Figura 3 (b) de uma progressão ajustada é possível verificar que ambos polímeros têm uma tendência de aumentar a concentração.

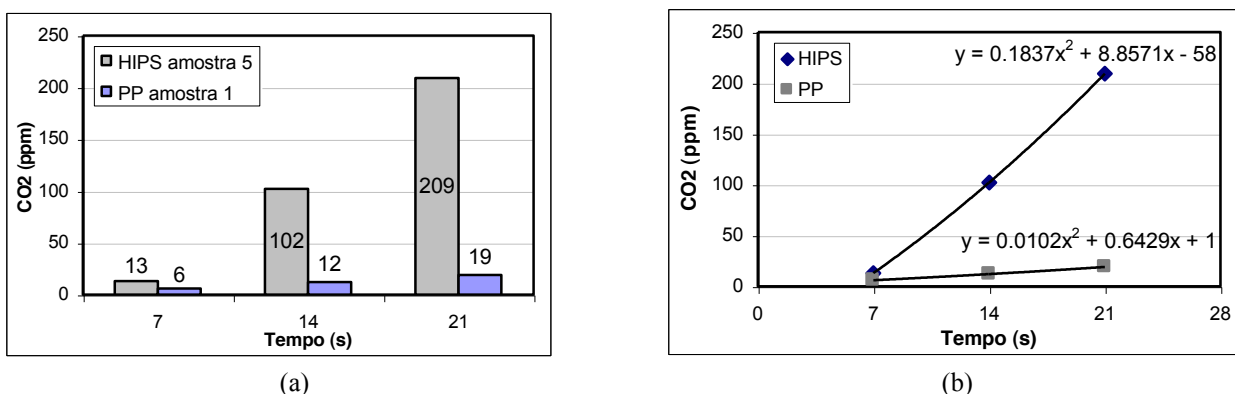


Fig. 3 - Resultados comparativos do monitoramento de CO₂ nos termoplásticos HIPS (amostra 5) vs PP (amostra 1) avaliados: (a) Em 21 segundos. (b) Progressão ajustada.

Em relação ao outro poluente gasoso monitorado (CO), observa-se na Figura 4 que só as amostras de HIPS apresentaram teores de monóxido de carbono atingindo a 5 ppm em 21 s. Já nas amostras de PP não foi possível ser detectado a presença de CO em níveis de ppm, acredita-se que foi gerado mas na ordem de ppb. Segundo a Resolução do CONAMA no 03 do 28/06/90, o teor de CO para o padrão de qualidade do ar, deve ser de 9ppm em 8h e que esse evento não deve ser excedido mais que uma vez ao ano, já que um maior teor de CO pode apresentar efeitos devastadores a saúde humana levando ao óbito.

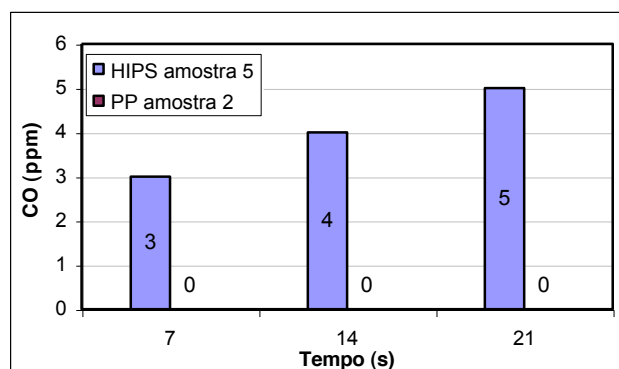


Fig. 4 - Resultados comparativos do monitoramento de CO do HIPS vs PP avaliados em 21 s.

Poluentes particulados monitorados

Um outro poluente gerado na combustão incompleta de um hidrocarboneto é a fuligem (cinzas) como demonstrado na Equação 1. Um exemplo desse fato é mostrado na Figura 5-a, onde verifica-se que a amostra de HIPS gerou 2,2 vezes mais (220%) de teor de cinzas do que a amostra de PP, este fato pode ser devido ao grupo aromático lateral da macromolécula do PS. Cabe mencionar que estes resultados são comparativos entre ambas as amostras, já que não correspondem a massa total gerada de cinzas por amostra, pois houve perda de particulado pelo orifício do sistema de medida e pela impregnação nas partes internas da coluna do sistema de queima.

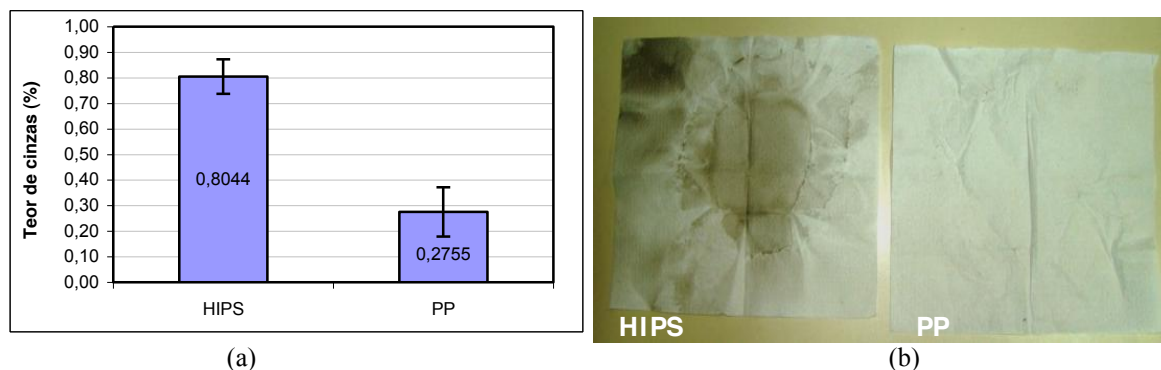


Fig 5 - Resultados comparativos do teor de cinzas (particulados) gerados após a queima das amostras de HIPS e PP: (a) Porcentagem de teor de cinzas, e (b) Amostras dos papéis de filtro após o ensaio da queima das amostras.

Conclusão

Com os dados obtidos podemos verificar que os copos descartáveis de HIPS, ao serem queimados geram uma quantidade superior de CO_2 , CO e particulados quando comparados aos copos descartáveis de PP. A partir dos resultados de este estudo conclui-se que deve-se conscientizar a população, para evitar queimar estes resíduos a céu aberto, pois ocasiona grande impacto ambiental (efeito estufa) e à saúde humana, entre os mais importantes. Embora a reciclagem energética é uma prática muito usada nos países do primeiro mundo, a aplicação nos países de terceiro mundo ainda esta engatinhando, pois é necessário um sistema de tratamento seguro e eficaz para o tratamento dos poluentes da queima antes de ser emitidos ao meio ambiente. Portanto a reciclagem mecânica é a recomendável.

Agradecimentos

Os autores agradecem a UFRGS e ao projeto BRASKEM-UFRSG-2012.

Referências

1. Brant, M. Gestão de Resíduos Plásticos Pós - Consumo: Perspectivas para a reciclagem no Brasil, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, p.2-3, Março, 12, (2012).
2. Canto, E.L. Plástico: bem supérfluo ou mal necessário? São Paulo: Editora Moderna, (1999).
3. Yabannavar e Bartha, Appl. Enviroment Microbiol. 3608-3614, (1994).
4. Canto, E.L. Plástico: bem supérfluo ou mal necessário? São Paulo: Editora Moderna, (1999).
5. HUANG, S.J. Polymer waste management - biodegradation, incineration and recycling. J.M.S.- Pure Appl. Chem., V. 32, p. 593-597, (1995).
6. AMASS, W.; AMASS, A.E. e TIGHE, B. A review of biodegradable polymers: uses, current developments in the synthesis and characterization of biodegradable polyesters, blends of biodegradable polymer and recent advances in biodegradation studies. Polymer International, v. 47, p. 89-144, (1998).
7. ANON, M.C. Curso básico intensivo de plásticos (C.B.I.P.). Jornal de Plásticos. Niterói, (1997).
8. Da Silva, C. M.; Santana, R.M.C. Panorama Da Reciclagem Energética No Brasil. Congresso Interamericano de Resíduos Sólidos-2013, realizado em Lima-Perú.
9. CONAMA.In: www.mma.gov.br/port/conama/ Acesso em 04/05/2013.