

## CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS POLIMÉRICOS INGERIDOS POR PINGUINS-DE-MAGALHÃES (*SPHENISCUS MAGELLANICUS*) NO LITORAL NORTE E MÉDIO LESTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Daiane Tomacheski<sup>1\*</sup>, Priscila Moraes da Silva<sup>2</sup>, Maurício Tavares<sup>2</sup>, Ruth Marlene Campomanes Santana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Materiais Poliméricos - DEMAT-UFRGS - RS (daitomacheski@gmail.com)

<sup>2</sup> Setor de Reabilitação e Setor de Coleções - CECLIMAR/IB/UFRGS - RS

**Resumo:** O grande consumo de embalagens descartáveis e a falta de conscientização da população aliados a falhas no sistema de limpeza urbana tem gerado altos níveis de poluição. Os resíduos não atingem somente o meio urbano, mas se espalham pelos rios, chegando aos mares, prejudicando a vida marinha através da ingestão de resíduos sólidos. Neste trabalho foram caracterizados os resíduos poliméricos presentes no sistema digestório de 33 espécimes de pinguins-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*), encontrados mortos no litoral norte e médio leste do Rio Grande do Sul. Os resíduos poliméricos foram separados e identificados através de ensaios físico-químicos, tais como densidade, solubilidade, características de queima e aspecto físico. Através das técnicas empregadas foi possível identificar 98,3% dos resíduos poliméricos, sendo o de maior ocorrência o PEAD, representando em massa 42,3% do total, seguido de PP (32,8%), elastômeros vulcanizados (12%), PEBD (11,9%) e 0,03% de outros.

**Palavras-chave:** Aves marinhas, caracterização de polímeros, poluição marinha, resíduos sólidos.

### Introdução

O consumo de transformados plásticos chegou a R\$ 59 bilhões em 2012, representando um crescimento de 8,5% em relação aos R\$ 54,4 bilhões somados em 2011 [1]. Esse aumento da produção e da utilização de produtos a partir de novos materiais sintéticos, que possuem alto tempo de persistência no ambiente, aliado a falta de planejamento urbano, resultou no aumento do volume dos dejetos produzidos pelas atividades humanas. Estima-se que somente 20% dos plásticos produzidos sejam reciclados no Brasil [2], outra parte é destinada a aterros e muito se perde pelo caminho, se espalhando pelas ruas, rios e conseqüentemente mares.

A descarga de lixo no ambiente marinho pode ocorrer de forma acidental ou deliberadamente através de atividades humanas, sendo que os resíduos também chegam até os oceanos a partir dos continentes pelos ventos e cursos d'água. Alguns dos impactos nas espécies marinhas podem ocorrer através do enredamento em redes e outros objetos de origem antrópica, ou pela ingestão de materiais sintéticos [3]. Várias espécies de diferentes grupos taxonômicos são afetadas: peixes, tartarugas marinhas, mamíferos marinhos e diversas espécies de aves marinhas, incluindo o pinguim-de-magalhães.

O pinguim-de-magalhães, *Spheniscus magellanicus* (Forster, 1781) (Figura 1A), é a espécie de pinguim mais abundante em regiões temperadas. Contudo, flutuações populacionais nas últimas décadas levaram a espécie a ser classificada como Quase Ameaçada pela lista vermelha da "International Union for Conservation of Nature". Esta redução populacional pode estar relacionada a uma série de ameaças, como o turismo desordenado, a redução da disponibilidade de alimento devido à pesca comercial e a poluição dos oceanos [4], já que muitas "ilhas de lixo" se formam em alto mar, devido às correntes marinhas (Figura 1B).



Figura 1. (A) Pinguim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) [arquivo pessoal – Priscila da Silva] e (B) poluição nos oceanos [5].

## 12° Congresso Brasileiro de Polímeros (12°CBPol)

Estudos já realizados sobre a ecologia alimentar da espécie no litoral brasileiro analisaram os resíduos sólidos através de caracterização visual, levando em conta somente características mecânicas e a cor, essa metodologia é subjetiva e pode superestimar ou subestimar a presença de alguns materiais [6]. Dentro destes resíduos sólidos nota-se uma proporção maior de materiais poliméricos, sendo que uma ferramenta básica para identificação de polímeros são os códigos impressos nas embalagens, conforme ABNT 13230:2008, todavia em muitos casos, devido ao tipo de amostra esta caracterização não é possível, sendo necessários outros ensaios de identificação tais como a correlação produto-polímero, aspecto físico, comportamento mecânico, características de queima, solubilidade, densidade e análises instrumentais tais como DSC e infravermelho [7].

Neste sentido este trabalho objetiva caracterizar os materiais poliméricos encontrados no trato gastrointestinal de indivíduos de pinguins-de-magalhães, através de ensaios físicos, mecânicos e químicos, classificando-os em PET (polietileno tereftalato), PEAD (polietileno de alta densidade), PVC (policloreto de vinila), PEBD (polietileno de baixa densidade), PP (polipropileno), PS (poliestireno) e outros. A informação obtida pode ser uma ferramenta para o monitoramento do grau de contaminação dos oceanos, pois através dos materiais encontrados pode-se estudar a origem da poluição.

### Parte Experimental

Foram coletados 75 de pinguins-de-magalhães, encontrados mortos entre a cidade de Torres (29°19'S; 49°43'W), litoral norte do Rio Grande do Sul (RS) e a barra da Lagoa do Peixe, no município de Tavares (31°15'S; 50°54'W), litoral médio leste do RS, de 2009 a 2012.

As amostras encontradas no sistema gastrointestinal são na sua maioria, fragmentadas, pequenas (< 10 mm) e na forma de filmes. Devido ao tamanho e quantidade das amostras optou-se pela identificação dos materiais através da diferença de densidade, utilizando o comportamento ao fogo e solubilidade como técnicas complementares. Os fragmentos foram identificados individualmente, sendo anotada a massa antes da imersão em uma sequência de soluções alcoólicas e salinas. O fluxograma da Fig. 2 resume o passo-a-passo da caracterização.

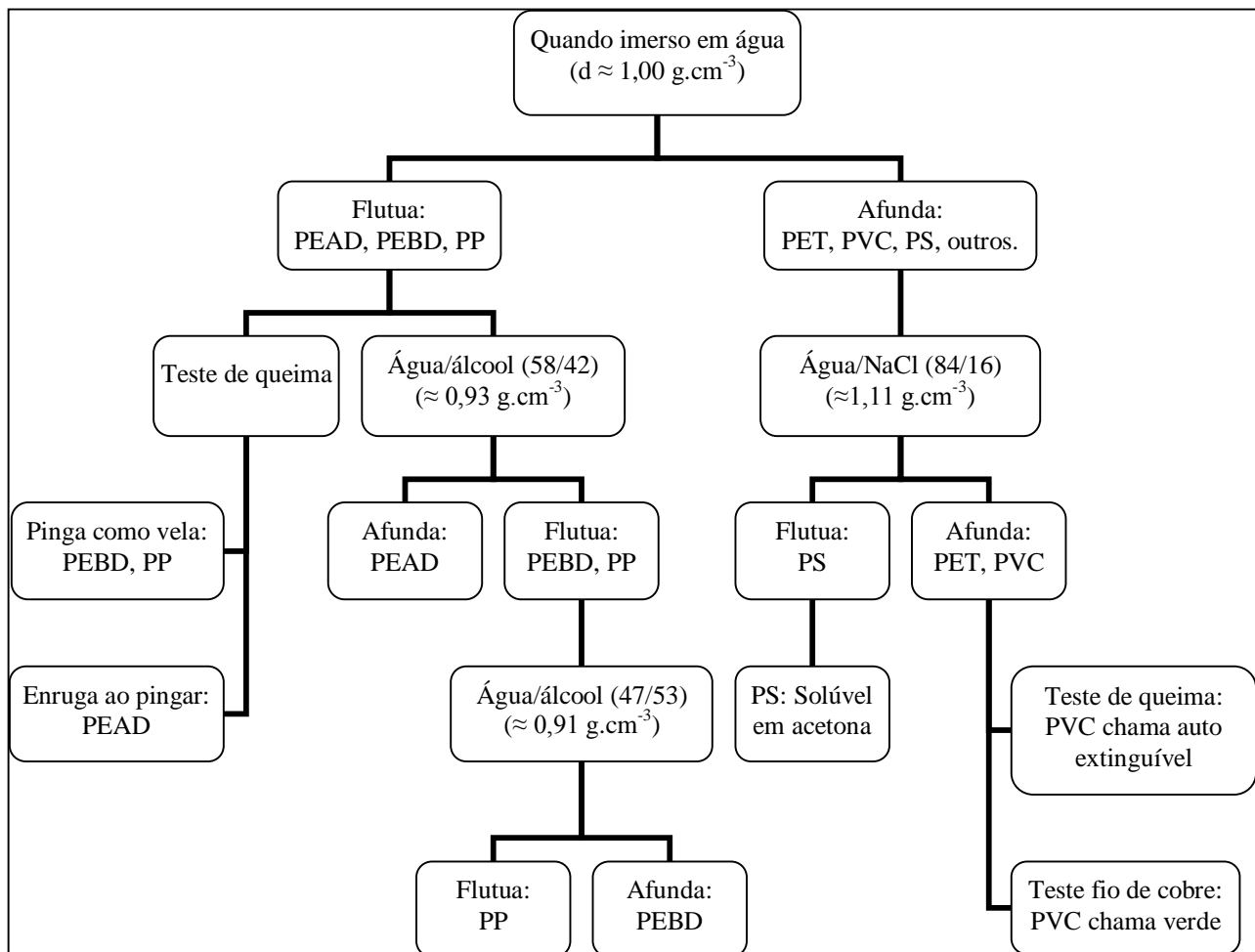


Figura 2. Fluxograma de caracterização [adaptado de 8,9].

As características de cada polímero tomados como referência e que foram essenciais para a realização destes ensaios de identificação são mostradas na Tabela 1.

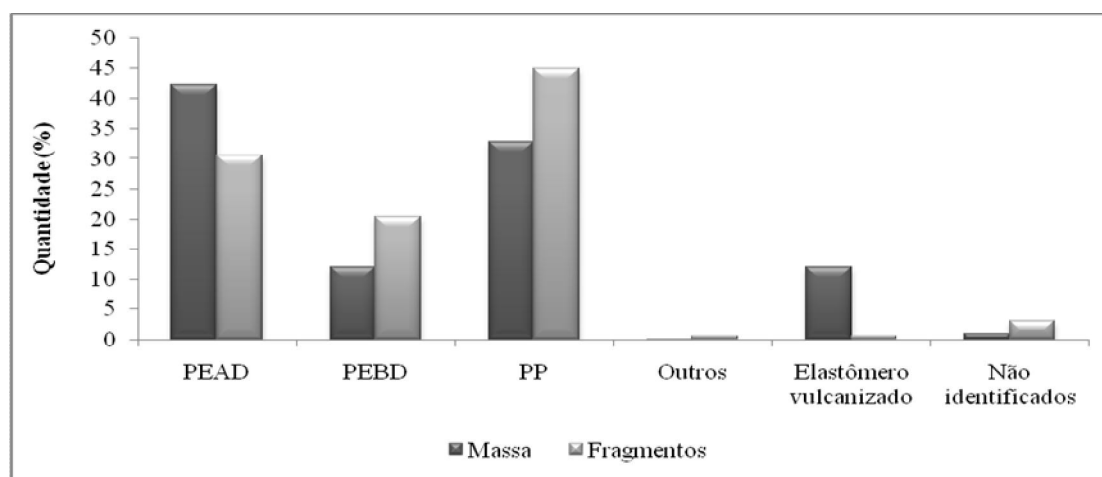
**Tabela 1. Características dos polímeros [adaptado 7, 9].**

Código ABNT	Sigla	Densidade (g.cm <sup>-3</sup> )	Teste de chama e comportamento
1	*PET	1,33-1,39	Pode ser auto extingüível
2	PEAD	0,94-0,96	Enruga ao pingar
3	*PVC	Flexível: 1,16-1,35 Rígido: 1,35-1,45	Auto-extingüível
4	PEBD	0,91-0,93	Pinga como vela
5	PP	0,89-0,91	Pinga como vela
6	*PS	1,04-1,09	Crepita ao queimar
Outros	PA	1,04-1,16	Forma fibra e bolinhas na ponta

\* Materiais não encontrados durante a caracterização.

## Resultados e discussão

Das 75 aves analisadas foram encontrados resíduos sólidos no sistema gastrointestinal de 33 espécimes, em um total de 130 fragmentos considerados poliméricos. Através das técnicas empregadas (Figura 2) foi possível identificar 98,3% dos resíduos poliméricos. A Figura 3 apresenta os resultados da composição gravimétrica absoluta e por número de fragmentos dos resíduos encontrados.



**Figura 3. Composição dos resíduos encontrados.**

Resultados gravimétricos mostram que o PEAD representa 42,3% dos resíduos encontrados, seguido de PP com 32,8%; 12,0% de elastômero vulcanizado (identificado por seu comportamento borrachoso) e PEBD com 11,9%. Na categoria “não identificados”, aproximadamente 1% das amostras, estão materiais que não foram possíveis de caracterizar pelas técnicas aplicadas, exigindo técnicas mais avançadas como análise por infravermelho ou calorimetria exploratória diferencial (DSC).

Observa-se também que os números vão de encontro à porcentagem de venda destes materiais: em uma lista considerando PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS e mistos, PEAD representa 16,3% das vendas, seguido por PP com 15,5% e PEBD 7,3% [10].

Embora na proporção de fragmentos o PP esteja em maior quantidade, este se apresentou em segundo lugar na fração mássica por ser um dos polímeros, dentre dos avaliados, o de mais baixa densidade.

Acredita-se que alguns desses resíduos possam sejam ingeridos de forma indireta, junto às presas capturadas (aves, mamíferos e peixes), que contenham partículas plásticas em seu trato digestório ou de forma direta, confundindo suas presas com o plástico que flutua na superfície da água [11,12].

Estudos realizados sobre a extensão dos efeitos da ingestão de resíduos sólidos sugerem que pode haver uma redução no volume funcional do aparelho digestório, diminuição do estímulo alimentar e redução da eficiência digestiva, o que pode afetar a reserva de energia durante a migração [13,14]. Neste estudo 87% dos resíduos encontrados são poliolefinas, que são materiais inertes e não tóxicos, mas com longo tempo de decomposição e difícil digestão.

## Conclusão

Apesar dos efeitos prejudiciais não é possível relacionar a morte das aves encontradas com a ingestão dos resíduos poliméricos, contudo a grande incidência de material antrópico ingerido pelos pinguins-de-magalhães reflete a poluição dos oceanos em diferentes regiões ao longo da distribuição de ocorrência desta espécie.

Os resíduos encontrados neste estudo são em sua maioria poliolefinas (polímeros inertes e com tempo de decomposição muito longo), utilizadas principalmente em embalagens alimentícias descartáveis e sacolas de mercado, o que reflete a necessidade de conscientização da população litorânea do RS para que se reduza o consumo de descartáveis e destine corretamente os resíduos sólidos em locais de fácil coleta pelo sistema de limpeza pública, além de cobrar dos gestores municipais políticas de reciclagem.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a UFRGS, ao Laboratório de Águas e Sedimentos, Setor de Coleções e ao Setor de Reabilitação do CECLIMAR/IB/UFRGS, ao Grupo de Estudos de Mamíferos Aquáticos do Rio Grande do Sul (GEMARS), ao CNPq (processo nº - 572180/2008-0) e a CAPES.

## Referências

1. Consumo de plástico cresce 8,5% em 2012, disponível em [http://www.abiplast.org.br/noticias/consumo-de-plastico-cresce-85-em-2012/20130226110106\\_P\\_824](http://www.abiplast.org.br/noticias/consumo-de-plastico-cresce-85-em-2012/20130226110106_P_824), acesso em 7 de Março de 2013.
2. Compromisso Empresarial para a Reciclagem – CEMPRE, disponível em [http://cempre.org.br/ft\\_plastico.php](http://cempre.org.br/ft_plastico.php), acesso em 18 de Março de 2013.
3. I. R. Santos, J. A. B. Neto, M. Wallner-Kersanach in *Poluição Marinha*, J. A. B. Neto, M. Wallner-Kersanach, S. Patchineelam, Ed.; Interciência, Rio de Janeiro, 2008; 309-330.
4. IUCN. *Red list of Threatened Species. 2012. Spheniscusmagellanicus*. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/106003863/0>, acesso em 16 de Abril de 2013.
5. *A ilha de lixo do Pacífico*. Disponível em <http://www.colunazero.com.br/2009/11/ilha-de-lixo-do-pacifico.html>, acesso em 23 de Abril de 2013.
6. P. S. Tourinho, J. A. I. do Sul, G. Fillmann *Mar. Pollut. Bull.* 2010, 60, 396.
7. S. Manrich, G. Frattini, A. C. Rosalini, *Identificação de plásticos: uma ferramenta para reciclagem*, UFSCar, São Carlos, 1997.
8. M. A. da S. Spinacé; M. A. De Paoli *Quim. Nova* 2005, 28, 65.
9. A. M. Piva; H. Wiebeck, *Reciclagem do Plástico*, Artliber, 2004.
10. Compromisso Empresarial para a Reciclagem – CEMPRE, disponível em [http://cempre.org.br/ciclosft\\_2012.php](http://cempre.org.br/ciclosft_2012.php), acesso em 06 de Abril de 2013.
11. N. Huin, J. P. Croaxall *Mar. Ornithol.* 1996, 24, 19.
12. E. J. Carpenter, K. L. Smith *Surf. Sci.* 1972, 175, 1240.
13. P. G. Connors, K. G. Smith *Mar. Pollut. Bull.* 1982, 13, 18.
14. P.G. Ryan *Mar. Pollut. Bull.* 1988, 3, 125.