



***Pellets* plásticos na praia de Santa Cruz dos Navegantes, Guarujá (SP), durante evento de frente fria no inverno de 2019**

Victor Vasques Ribeiro¹; Vitória Rocha Dos Santos¹

✉ victorvasquesribeiro@outlook.com

1. Centro Universitário São Judas – Campus Unimonte – Santos, SP – Brasil.

Histórico do Artigo:

Recebido em: 16 de dezembro de 2019

Aceito em: 28 de abril de 2020

Publicado em: 30 de abril de 2020

Resumo: A praia de Santa Cruz dos Navegantes está localizada no município do Guarujá, na porção central do litoral do estado de São Paulo. Próximo a esta praia está o Canal do Porto de Santos, configurado como uma fonte emissora de *pellets* plásticos para os ambientes marinhos. Em praias arenosas próximas a fontes emissoras, principalmente no inverno e após eventos de entrada de frente fria, as quantidades de *pellets* são elevadas. Este estudo teve o objetivo de determinar a influência de um evento de entrada de frente fria do inverno de 2019 na quantidade de *pellets* encontrados na praia de Santa Cruz dos Navegantes, além de supor a proximidade das fontes emissoras. Durante seis campanhas de coletas consecutivas, sendo três anteriores e três posteriores ao pico de entrada de frente fria, 30,0 m² de sedimentos superficiais foram amostrados a cada campanha. Essa praia foi considerada ideal para este tipo de pesquisa, pois a quantidade de *pellets* foi de Baixa (0,679) a Muito Alta (5,105) após o pico da entrada de frente fria, com fontes emissoras consideradas próximas e baixa incidência de fatores que podem soterrar os *pellets* nos sedimentos e subestimar os valores obtidos. A continuidade da aplicação dos métodos presentes neste estudo é imprescindível para o monitoramento e avaliação dos *pellets* em praias arenosas, principalmente naqueles locais próximos a fontes emissoras destes grânulos.

Palavras-chave: *Pellets*, Microplásticos, Praia Arenosa, Guarujá.

Plastic pellets on santa cruz dos navegantes beach, guarujá (sp), during a cold front event in the winter of 2019

Abstract: The Santa Cruz dos Navegantes beach is located in the city of Guarujá, in the central portion of the coast of the state of São Paulo. Next to this beach is the Channel of the Port of Santos, configured as a source of plastic pellets for marine environments. On sandy beaches near the sources, especially during the winter and after cold front entrance events, the amounts of pellets are high. This study aimed to determine the influence of a cold front entry event of the winter of 2019 on the amount of pellets found on Santa Cruz dos Navegantes beach, besides assuming the proximity of the sources. During six consecutive collection campaigns, three of which were previous and three after the cold front entry peak, 30,0 m² of surface sediments were sampled each campaign. This beach was considered ideal for this type of research, because the amount of pellets was from Low (0,679) to Very High (5,105) after the peak of cold front entry, with nearby sources and low incidence of factors that can bury the pellets in the sediments and underestimate the values obtained. The continuity of the application of the methods present in this study is essential for the monitoring and evaluation of pellets on sandy beaches, especially in those places near sources of these granules.

Keywords: *Pellets*, Microplastics, Sandy Beach, Guarujá.

Pellets de plástico en la playa de santa cruz dos navegantes, guarujá (sp), durante el evento de frente frío al invierno 2019

Resumen: La playa de Santa Cruz dos Navegantes se encuentra en la ciudad de Guarujá, en la parte central de la costa del estado de Sao Paulo. Junto a esta playa se encuentra el Canal del Puerto de Santos, configurado como fuente de *pellets* de plástico para ambientes marinos. En las playas de arena cerca de las fuentes, especialmente durante el invierno y después de eventos fríos de entrada frontal, las cantidades de *pellets* son altas. Este estudio tenía como objetivo determinar la influencia de un evento de entrada frente al frío del invierno de 2019 en la cantidad de *pellets* encontrados en la playa de Santa Cruz dos Navegantes, además de asumir la proximidad de las fuentes. Durante seis campañas consecutivas de recolección, tres de las cuales fueron anteriores y tres después del pico de entrada frontal frío, se muestrearon 30,0 m² de sedimentos superficiales en cada campaña. Esta playa fue considerada ideal para este tipo de investigación, ya que la cantidad de *pellets* era de Baja (0,679) a Muy Alta (5,105) después del pico de entrada frente fría, con fuentes de emisión consideradas cercanas e de baja incidencia de factores que pueden enterrar pellets en sedimentos y subestimar los valores obtenidos. La continuidad de la aplicación de los métodos presentes en este estudio es esencial para el seguimiento y evaluación de *pellets* en playas de arena, especialmente en aquellos lugares cercanos a fuentes de estos gránulos.

Palabras clave: *Pellets*, Microplásticos, Playa de Arena, Guarujá.

INTRODUÇÃO

As praias arenosas são ambientes naturais que sofrem com a contaminação por diversos resíduos de origem antropogênica, principalmente o plástico (ALLSOPP *et al.*, 2005; ABDILI *et al.*, 2018).

Os *pellets* plásticos (Figura 1) são grânulos utilizados como matéria-prima na produção de plásticos (CUNHA, 2017), que podem ser perdidos aos ambientes marinhos em locais que os produzem, transportam, armazenam e distribuem (PEREIRA, 2011; PEREIRA *et al.*, 2014; FALCÃO, 2015; RYAN *et al.*, 2018).

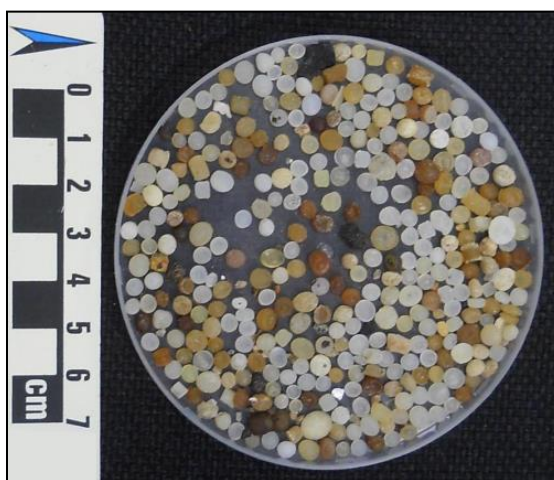


Figura 1. *Pellets* plásticos coletados em praias do estado de São Paulo, Brasil
Fonte: FALCÃO; SOUZA, 2011.

As maiores quantidades de *pellets* são encontradas em praias arenosas próximas a estes locais que os perdem. Durante o inverno e após eventos de entrada de frente fria, devido à hidrodinâmica dos ambientes marinhos, são encontrados ainda mais *pellets* nessas praias (EPA, 1992; MANZANO, 2009; TURRA *et al.*, 2014; GOUVÊA, 2015; MOREIRA *et al.*, 2016a; ALVES *et al.*, 2018).

Os *pellets* são facilmente visualizados e coletados durante maré baixa, ocasião que expõe a linha de deixa da maré alta antecessora. O trânsito de veículos, a limpeza da praia e a movimentação de banhistas podem soterrar os *pellets* nos sedimentos, subestimando os valores obtidos (TURRA *et al.*, 2014; MOREIRA *et al.*, 2016b; HIRATA, 2017; FANINI, 2018).

Devido ao seu peso, densidade e composição, esses grânulos são amplamente transportados nos oceanos, sendo degradados morfológicamente e quimicamente (BOURNE, 1982; IVAR DO SUL *et al.*, 2009; FALCÃO; SOUZA, 2011; ANDRADY, 2011; FERNANDINO *et al.*, 2015; MOREIRA *et al.*, 2016a; MOREIRA *et al.*, 2016b; VEERASINGAM *et al.*, 2016a; HIRATA, 2017; FANINI, 2018).

Quanto maior o tempo de permanência destes grânulos nos oceanos, maior sua degradação, causada pela ação da luz solar e o intemperismo. Resulta-se em *pellets* de colorações amareladas e escuras e sem formato identificável (ANDRADY, 2000; KARAPANAGIOTI & KLONTZA, 2007; KARAPANAGIOTI & KLONTZA, 2008; FOTOPOULOU & KARAPANAGIOTI, 2012; VEERASINGAM *et al.*, 2016b; LOURO & WIDMER, 2017; KARLSSON *et al.*, 2018).

Os *pellets* podem atuar como vetor para diversos poluentes orgânicos persistentes (POPs) e metais (MATO *et al.*, 2001; TAKADA, 2006; OGATA *et al.*, 2009; HESKETT *et al.*, 2012; HARATSARIS, 2018; GORMAN *et al.*, 2019), afetando a biodiversidade, a economia e o turismo (BLIGHT & BURGER, 1997; BROWNE *et al.*, 2008; COLABUONO *et al.*, 2010; ALMEIDA, 2011; ENDO *et al.*, 2013; ANDRADE, 2014; NOBRE *et al.*, 2015; MIRANDA & CARVALHO-SOUZA, 2016).

No Brasil, existem diversas fontes emissoras de *pellets* para os ambientes aquáticos, presentes num conjugado logístico junto à costa, com a atuação de mais de 30 portos e diversas indústrias petroquímicas e empresas logísticas. Destes 30 portos, 14 importam e exportam *pellets*, com destaque para o porto de Santos (PEREIRA, 2011; PEREIRA *et al.*, 2014).

O presente estudo teve como objetivo determinar se um evento de entrada de frente fria pode influenciar a quantidade de *pellets* plásticos na praia de Santa Cruz dos Navegantes. Além disso, buscou-se supor a proximidade das fontes emissoras destes *pellets*.



MATERIAL E MÉTODOS

Santa Cruz dos Navegantes, no município do Guarujá, na porção central do litoral do estado de São Paulo (GUIMARÃES, 2008; SILVA, 2011; FERREIRA & LOPES, 2013), está situada próxima ao Porto de Santos (Figura 2), o maior da América Latina. Diversas indústrias e empresas na região podem atuar como fontes emissoras de *pellets* (PEREIRA, 2011; PEREIRA *et al.*, 2014).



Figura 2. Santa Cruz dos Navegantes e Canal do Porto de Santos e Guarujá.
Fonte: DALMO DUQUE DOS SANTOS, 2014 *apud* RIBEIRO, 2019.

Foram realizados os seguintes procedimentos metodológicos: i) consulta para determinação do pico de entrada de frente fria, ii) trabalhos de campo e verificação de fatores que podem soterrar os *pellets*, iii) Índice de Poluição por *Pellets* (IPP), iv) análise de tendência e v) classificação morfológica.

i) Pico de entrada de frente fria

Para selecionar o período de coleta, objetivando três campanhas anteriores e três campanhas posteriores ao evento de pico de entrada de frente fria, o mesmo foi consultado no Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas (NPH) da Universidade Santa Cecília (Unisantia).

ii) Trabalhos de campo e Fatores que soterram os *pellets*

Durante maré baixa (MARINHA DO BRASIL, 2019), as campanhas de coleta foram direcionadas para o sedimento superficial da linha de deixa de maré (MANZANO, 2009; GOUVÊA, 2015; HIRATA, 2017; ALVES *et al.*, 2018; RIBEIRO, 2019), local onde os resíduos foram recentemente depositados.

Foram amostrados 30,0 m² a cada campanha. Para que fosse possível selecionar os 30,0 m² na sinuosa linha de deixa de maré, 30 quadrantes de 1,0 m² foram amostrados, acompanhando tal linha (Figura 3). Manualmente, os *pellets* visíveis foram coletados, devidamente armazenados e etiquetados.



Figura 3. Quatro quadrantes a serem amostrados

Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

Durante as campanhas, caso fossem avistados veículos ou a realização da limpeza da praia, os colaboradores seriam abordados, de forma amigável e dialógica (BOHM, 2005; MÓNICO *et al.*, 2017), para responderem qual a periodicidade em que transitam pelo sedimento ou o limpam. Além disso, buscou-se em campo, observar a movimentação de banhistas em comparação com praias movimentadas, como as de Santos (SP), próximas ao local estudado.

iii) Índice de poluição por *Pellets* (IPP)

A caracterização física da poluição por *pellets* na praia de Santa Cruz dos Navegantes foi calculada através do IPP (FERNANDINDO *et al.*, 2015; ALMEIDA, 2018):

$$IPP = [a(pellets)/v(m^2)].p$$

onde a é abundância de *pellets* coletados, v é o volume de sedimento analisado, em m^2 , e p é o coeficiente de correção do IPP ($p = 0,02$). Portanto, variando de 0,0 a maior de 3,0, o IPP é classificado de Muito Baixo a Muito Alto (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação do Índice de Poluição por *Pellets* (IPP)

IPP	Classificação
$0,0 < IPP < 0,5$	Muito Baixo
$0,5 < IPP < 1,0$	Baixo
$1,0 < IPP < 2,0$	Moderado
$2,0 < IPP < 3,0$	Alto
$IPP > 3,0$	Muito Alto

Fonte: Adaptado de FERNANDINO *et al.*, 2015 e ALMEIDA, 2018

iv) Análise de Tendência

A Análise de Tendência foi aplicada utilizando o Modelo de Tendência Quadrático do suplemento Action Stact do *software* Excel, que considerou as densidades médias (*pellets*/ m^2) encontradas a cada coleta. Este método estatístico foi escolhido devido a sua capacidade de demonstrar variações físicas na linha de costa (QUEIROZ *et al.*, 2016), sendo aplicado no presente artigo, de forma apenas gráfica, para determinar a sinergia entre a quantidade de *pellets* e a entrada de frente fria.

v) Classificação Morfológica

O tempo de permanência dos *pellets* em ambientes marinhos foi determinado a partir da adaptação dos estudos de Manzano (2009), Gouvêa (2015), Hirata (2017), Alves *et al.* (2018) e Ribeiro (2019).

Foram analisados 1.200 *pellets*, sendo 200 de cada campanha de coleta, escolhidos ao acaso, utilizando três categorias de separação: Recentemente produzidos (de cores semitransparentes e brancas, com exceção dos sem formato identificável), Desgastados (de cores cobre claro e escuro, somados àqueles sem formato identificável de todas as cores) e Indefinidos (coloridos e pretos, com formato identificável).

Para classificar as formas dos *pellets* encontrados, oito formatos pré-determinados foram buscados entre as amostras, sendo estes: a) retangular, b) cúbico, c) cilíndrico grosso, d) cilíndrico fino, e) cilíndrico achatado, f) esférico achatado, g) ovoide e, por último, h) disforme, que não se enquadra em nenhuma das anteriores (HIRATA, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

i) Pico de entrada de frente fria

Na região, durante o período de inverno ocorre um aumento da frequência, intensidade e velocidade de deslocamento de frentes frias. As maiores alturas de onda são encontradas nesse período, alcançando entre 2,0 e 3,0 metros (STEIN, 2018).

O pico da frente fria selecionado no presente estudo foi o mais intenso do inverno de 2019, que ocasionou ventos intensos, mar agitado, ondulações elevadas, de 2,9 metros e nível do mar acima da tábua de marés prevista na Baía de Santos em 03/08/19, às 4h (NPH, 2019a; NPH, 2019b). Portanto, o período selecionado para as campanhas de coleta de *pellets* se deu entre 31 de julho e 05 de agosto de 2019, compreendendo três campanhas de coletas anteriores e três posteriores ao evento de pico.

ii) Trabalhos de campo e Fatores que soterram os *pellets*

Durante o período de coleta, foram avistados quatro veículos transitando pelo sedimento. Todos os motoristas abordados afirmaram que passam brevemente pelo sedimento. Os dois motoristas que atuam como vendedores de companhias de gás (Figura 4A e 4B) afirmaram que transitam pelo sedimento em aproximadamente duas vezes por semana.

O vendedor autônomo de frutas (Figura 4C) afirmou que transita pelo sedimento uma vez por semana, aos domingos. O colaborador que realiza a limpeza da praia de forma manual e

Pellets plásticos na praia de Santa Cruz dos Navegantes, Guarujá (SP), durante evento de frente fria no inverno de 2019

com rastelo e carrinho de mão e sacos de lixo (Figura 4E) afirmou que a faz todos os dias pela manhã, e destacou ainda que o caminhão de coleta de resíduos (Figura 4D), no recolhimento de sacos de lixo, entra em apenas uma parte do sedimento, não chegando a linha de deixa de maré.



Figura 4. Fatores que podem soterrar os *pellets*

Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

A movimentação de banhistas, caracterizada de forma visual, foi baixa na praia de Santa Cruz dos Navegantes. Em praias próximas, como as de Santos, além da massiva movimentação de banhistas (MANZANO, 2009), a limpeza da praia é diária e faz uso de caminhões e tratores que transitam por diversas ocasiões em grande parte do sedimento, inclusive na zona de deixa de maré. Portanto, a praia de Santa Cruz dos Navegantes pode ser considerada ideal na região para valores mais precisos quanto à quantificação de *pellets* plásticos.

iii) Índice de Poluição por *Pellets*

Nos 180 m² de sedimento analisados, ao longo de seis campanhas de coleta, foram encontrados 19.833 *pellets*. Na campanha inicial, em 31 de julho, foi encontrada a menor quantidade de *pellets* (33,93 *pellets*/m²) e, conseqüentemente, menor IPP (0,679), considerado Baixo. Na campanha de coleta após o evento de pico de entrada de frente fria foi encontrada a maior quantidade de *pellets* (255,23 *pellets*/m²), e conseqüentemente, maior IPP (5,105), considerado Muito Alto. Então, tal quantidade entrou em declínio, até a média de 114,03

pellets/m² na última campanha de coleta, em 05 de agosto de 2019, porém, ainda com IPP classificado como Alto (Tabela 2).

Tabela 2. Densidade de *pellets*, IPP e classificação a cada campanha de coleta

Data (2019)	<i>Pellets</i> /m ² (Média da campanha)	IPP	Classe	Período	<i>Pellets</i> /m ² (Média do período)	IPP (Média do período)	Classe
31.07	33,93	0,679	Baixo	Antes do pico de frente fria	49,77	0,995	Baixo
01.08	51,77	1,035	Moderado				
02.08	63,63	1,273	Moderado				
03.08	255,23	5,105	Muito Alto	Após o pico de frente fria	170,59	3,412	Muito Alto
04.08	142,50	2,850	Alto				
05.08	114,03	2,281	Alto				

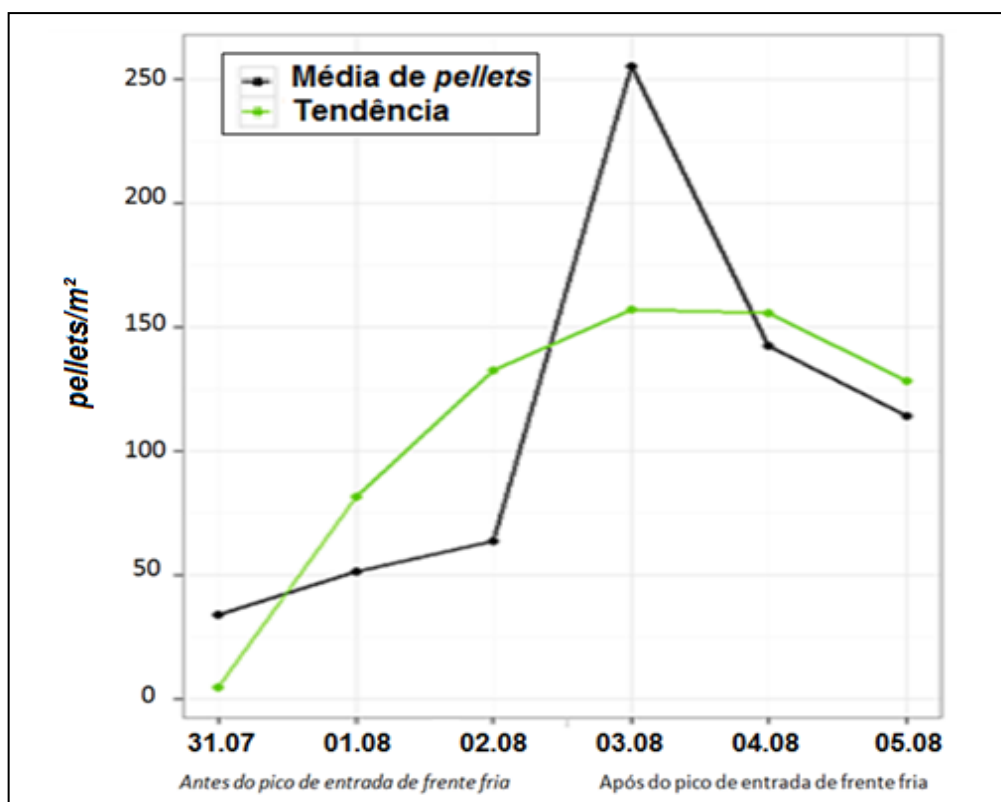
Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

Ao considerar o período anterior ao evento de pico de entrada de frente fria, ou seja, as três campanhas de coleta anteriores, a média de *pellets* (49,77 *pellets*/m²) teve IPP classificado como Baixo (0,995). No período após tal evento, ou seja, as três campanhas de coleta posteriores, a média de *pellets* (170,59 *pellets*/m²) teve IPP classificado como Muito Alto (3,412). Portanto, este é o primeiro indicativo observado que tal evento pode influenciar na quantidade de *pellets* encontrados na praia de Santa Cruz dos Navegantes, aumentando-a significativamente.

iv) Análise de Tendência

A Análise de Tendência de Modelo de Tendência Quadrático foi apresentada no Gráfico 1, revelando o que foi explanado no cálculo do IPP: que a quantidade média de *pellets* aumenta significativamente em conformidade com a chegada do pico de entrada de frente fria, e logo após, entra em declínio (Gráfico 1). Portanto, foi confirmado estatisticamente que tal evento foi capaz de aumentar significativamente a quantidade de *pellets* depositados na praia de Santa Cruz dos Navegantes.

Gráfico 1. Análise de Tendência de Modelo Quadrático das médias de *pellets*



Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

A utilização deste método estatístico foi satisfatória, pois atendeu o objetivo de determinar a tendência da média de *pellets* durante um evento de pico de entrada de frente fria. Entretanto, em um estudo com mais campanhas de coleta, durante outras estações e eventos de entrada de frente fria, este método poderia ser ainda mais preciso. Ainda assim, este método pode subsidiar replicações em estudos futuros realizados nesta e em outras praias.

v) Classificação Morfológica

Foram analisados 1.200 *pellets* morfolologicamente, sendo, 200 grânulos escolhidos aleatoriamente de cada uma das campanhas de coleta. Foram encontradas oito cores e formatos distintos, sendo estes: semitransparente; branco; cobre claro; cobre escuro; preto; cinza; azul; verde; e retangular; cúbico; cilíndrico grosso; cilíndrico fino; cilíndrico achatado; esférico achatado; ovoide; e disforme (Figura 5).



Figura 5. Cores e formatos de *pellets*

Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

De acordo com Hirata (2017), bem como observado no presente estudo, alguns *pellets* amostrados podem apresentar suas superfícies recobertas por outro material, geralmente de cor preta, que impossibilita a identificação de sua cor original. Todos os grânulos de colorações pretas foram classificados como indefinidos. Tendo em vista que a metodologia adotada não possibilita a suposição do tempo de permanência em ambientes marinhos de *pellets* de colorações como preto cinza, verde e azul, estes também foram classificados como indefinidos.

Os *pellets* brancos, semitransparentes e com formato identificável, ou seja, recentemente produzidos, representaram 56,42% das amostras (Tabela 3). Portanto, as fontes emissoras foram, em sua maioria, classificadas como próximas e que perderam os grânulos ao ambiente marinhos recentemente. Nas praias do Brasil, a maioria dos estudos constatou a presença de *pellets* de cor branca e transparente, com presenças baixas de outras colorações de grânulos (PIANOWSKI, 1997; BARBIERI, 2009; COSTA *et al.*, 2010; GOUVÊA, 2015; ALVES *et al.*, 2018).

Tabela 3. Classificação morfológica dos *pellets*

Formato	Semi trans.	Branco	Cobre claro	Cobre escuro	Preto	Cinza	Azul	Verde	Total	(%)
Retangular	6	1	2	1	0	0	0	0	10	0,83
Cúbico	12	0	3	2	0	0	0	0	17	1,42
Cil. grosso	36	11	14	6	15	1	0	0	83	6,92
Cil. fino	42	6	19	9	13	0	0	0	89	7,42
Cil. ach.	197	75	33	26	24	4	1	1	361	30,08

Pellets plásticos na praia de Santa Cruz dos Navegantes, Guarujá (SP), durante evento de frente fria no inverno de 2019

Esf. ach.	204	79	52	37	19	6	2	1	400	33,33
Ovoide	8	0	1	0	1	0	0	0	10	0,83
Disforme	6	31	79	68	46	0	0	0	230	19,17
Total (%)	Recentes*		Desgastados**		Indefinidos***					
	677*		435**		88***					
	56,42*		36,25**		7,33***					

Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

*Branco e Semitransparentes somados, com exceção dos disformes

**Cobre claros e escuros somados aos disformes de todas as cores

***Preto+cinza+azul+verde, com exceção dos disformes

No verão de 2019, Ribeiro (2019) constatou que os grânulos disformes representavam 24% das amostras na praia de Santa Cruz dos Navegantes. No presente estudo, no inverno, essa porcentagem foi de 19,17%. Portanto, as condições meteoceanográficas mais intensas do inverno foram capazes de depositar maior quantidade de *pellets* recentemente produzidos nesta praia.

Segundo Manzano (2009), nas praias de Santos e São Vicente (SP), a maioria dos grânulos encontrados foi de colorações amareladas, ou seja, desgastados. Portanto, os *pellets* recentes podem ter como destino de deposição a praia de Santa Cruz dos Navegantes, ao invés das praias de Santos e São Vicente, confirmando novamente o potencial desta praia para pesquisas deste tipo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A determinação do período de coleta foi satisfatória, e englobou três campanhas de coleta anteriores e três posteriores ao pico de entrada de frente fria. Os fatores que podem soterrar os *pellets* foram classificados como baixos, quando comparados a outras praias da região, como São Vicente, e principalmente, Santos. Portanto, a praia de Santa Cruz foi considerada ideal para este tipo de pesquisa na região. Ainda assim, estes fatores podem ter subestimado a quantidade de *pellets* encontrada.

O Índice de Poluição por *Pellets* (IPP) foi de Baixo (0,679) a Muito Alto (5,105), divergindo dos estudos mundiais, que encontraram a maioria de valores Muito Baixos e Baixos. O evento de pico de entrada de frente fria influenciou significativamente a quantidade de *pellets* encontrada, evidenciando novamente a potencialidade desta praia para este tipo de pesquisa.

A classificação morfológica dos *pellets* encontrados confirmou a influência do Porto de Santos na deposição desses grânulos e, principalmente na deposição da maioria de grânulos recentemente produzida e perdida aos ambientes aquáticos. A continuidade de estudos que apliquem tais métodos é imprescindível para o monitoramento e a avaliação deste tipo de lixo marinho nesta e em outras regiões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIDLI, S.; ANTUNES, J.; FERREIRA, J.; LAHBIB, Y.; SOBRAL, P.; EL MENIF, N.. Microplastics in sediments from the littoral zone of the north Tunisian coast (Mediterranean Sea). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 205, p. 1-9, 2018.
- ALLSOPP, M.; WALTERS, A.; SANTILLO, D.; JOHNSTON, P. **Plastic debris in the world's oceans**. Amsterdam: Greenpeace International, 2005. 44 p.
- ALMEIDA, D. M. **Presença de microplástico no conteúdo estomacal de peixes de importância econômica em Salvador - BA**. 2011. Monografia (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Católica do Salvador, Salvador.
- ALMEIDA, C. C. ***Pellets* plásticos em praias arenosas em duas áreas portuárias do estado do Ceará**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- ALVES, F. A.; VIANA, E.; UENO, M. H.; SIMÕES, F. A.; FONSECA, H. F. Caracterização de *pellets* plásticos em praias do litoral norte do estado de São Paulo. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 300-314, 2018.
- ANDRADE, G. F. N. **Ocorrência, distribuição e grau de poluição por *pellets*, lixo de praia e lixo bentônico nas praias do município de Salvador, Bahia, Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- ANDRADY, A. L. Plastics and their impacts in the marine environment. In: INTERNATIONAL MARINE DEBRIS CONFERENCE, Honolulu, 2000.
- ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 8, p. 1596-1605. 2011.
- BARBIERI, E. Occurrence of plastics particles in *Procellariiforms*, South of São Paulo state (Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 2, p. 341-348, 2009.
- BLIGHT, L. K.; BURGUER, A. E. Occurrence os plastic particles in seabirds from the Eastern North Pacific. **Marine Pollution Bulletin**, v. 34, n. 5, p. 323-325, 1997.
- BOHM, D. **Diálogo: comunicação e redes de convivência**. São Paulo: Palas Athena, 2005. 178 p.
- BOURNE, W. R. P.; IMBER, M. J.. Plastic pellets collected by a prion on Gough Island, central South Atlantic Ocean. **Marine Pollution Bulletin**, v. 13, n. 1, p. 20-21, 1982.
- BROWNE, M. A.; DISSANAYAKE, A.; GALLOWAY, T. S.; LOWE, D. M.; THOMPSON, R. C. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). **Environmental Science & Technology**, v. 42, n. 13, p. 5026-5031, 2008.
- COLABUONO, F. L.; TANIGUSHI, S.; MONTONE, R. C. Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in plastics ingested by seabirds. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 4, p. 60-64, 2010.

Pellets plásticos na praia de Santa Cruz dos Navegantes, Guarujá (SP), durante evento de frente fria no inverno de 2019

COSTA, M. F.; DO SUL, I. J. A.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; ARAÚJO, M. C. B.; SPENGLER, A.; TOURINHO, P. S. On the importance of size of plastic fragments and pellets on the strandline: a snapshot of a Brazilian beach. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 168, p. 299-304, 2010.

CUNHA, L. C. Poluição marinha por plásticos: uma questão de direito internacional. **Revista do Instituto do Direito Brasileiro**, v. 2, n. 12, p. 14473-14500, 2017.

ENDO, S.; MASAKI, Y.; HIDESHIGE, T. Desorption kinetics of hydrophobic organic contaminants from marine plastic pellets. **Marine Pollution Bulletin**, v. 74, n. 1, p. 125-131, 2013.

EPA. **Plastics Pellets in the Aquatic Environment: Sources and recommendations**. Environmental Protection Agency. 1992. Disponível em: <http://www.globalgarbage.org/13%20EPA%20Plastic%20Pellets.pdf>. Acessado em 29 dez 2019.

FALCÃO, P. M.; SOUZA, C. R. G. Avaliação do conhecimento sobre a presença de grânulos plásticos (*pellets*) em áreas litorâneas do mundo: 1970-2011. In: XIII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, São Paulo, 2011.

FALCÃO, P. M. **Panorama da poluição costeira por *pellets* de plástico em praias de SP (Brasil): uma contribuição aos estudos de geografia do litoral**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

FANINI, L. Dynamics of plastic resin pellets deposition on a microtidal sandy beach: Informative variables and potential integration into sandy beach studies. **Ecological Indicators**, v. 89, p. 309-316, 2018.

FERNANDINO, G.; ELLIFF, C. I.; SILVA, I. R. E.; BITTENCOURT, A. C. S. P. How many pellets are too many? The pellet pollution index as a tool to assess beach pollution by plastic resin pellets in Salvador, Bahia, Brazil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 15, n. 3, p. 325-332, 2015.

FERREIRA, M.L., LOPES, M.A. Análise quali-quantitativa do lixo na praia de Santa Cruz dos Navegantes – Guarujá-SP-Brasil. **Revista Ceciliana**, v. 5, n. 1, p. 30-35, 2013.

FOTOPOULOU, K.; KARAPANAGIOTI, H. K. Surface properties of beached plastic pellets. **Marine Environmental Pollution**, v. 81, p. 70-77, 2012.

GORMAN, D.; TAVARES M. F.; TURRA, A.; RIBEIRO, F. F.; COMBI, T.; BICEGO, M.; MARTINS, C. (2019). Organic contamination of beached plastic pellets in the South Atlantic: Risk assessments can benefit by considering spatial gradients. **Chemosphere**, v. 223, p. 608-615, 2019.

GOUVÊA, C. S. C. **Caracterização de *pellets* presentes na praia de Cibratel I, Itanhaém, e sua problemática no ambiente marinho**. 2015. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

GUIMARÃES, A. R. S. **Uso e significado de fitoterápicos em uma comunidade litorânea, município de Guarujá, SP**. 2008. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade Católica de Santos, Santos.

HARATSARIS, V. M. **PCBs e DDTs em grânulos de plástico depositados em praias do litoral paulista**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

HESKETT, M.; TAKADA, H.; YAMASHITA, R.; YUYAMA, M.; ITO, M.; GEOK, Y.B.; OGATA, Y.; KWAN, C.; HECKHAUSEN, A.; TAYLOR, H.; POWELL, T.; MORISHIGE, C.; YOUNG, D.; PATTERSON, H.; ROBERTSON, B.; BAILEY, E.; MERMOZ, J. Measurement of persistent organic pollutants (POPs) in plastic resin pellets from remote islands: Toward establishment of background concentrations for International Pellet Watch. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 2, p. 445-448, 2012.

HIRATA, G. L. Caracterização e taxa de entrada de *pellets* plásticos na Praia do Tombo no município de Guarujá – SP. **Revista Internacional de Ciências**, v. 7, n. 2, p. 202-216, 2017.

IVAR DO SUL, I. J. A.; SPENGLER, A.; COSTA, M. F. Here, there and everywhere. Small plastic fragments and *pellets* on beaches of Fernando de Noronha (Equatorial Western Atlantic). **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, p. 1229-1244, 2009.



KARAPANAGIOTI, H. K.; KLONTZA, I. Investigating the properties of plastic resin pellets found in the coastal areas of Lesbos Island. **Global Nest Journal**, v. 9, n.1, p. 71-76, 2007.

KARAPANAGIOTI, H. K. & KLONTZA, I. Testing phenanthrene distribution properties of virgin plastic pellets and plastic eroded pellets found on lesbos island beaches (Greece). **Marine Environmental Research**, v. 65, p. 283-290, 2008.

KARLSSON, T. M.; ARNEBORG, L.; BROSTRÖM, G.; ALMROTH, B. C.; GIPPERTH, L.; HASSELLÖV, M. The unaccountability case of plastic pellet pollution. **Marine Pollution Bulletin**, v. 129, p. 52-60, 2018.

LOURO, P., WIDMER, W. M. Plastic Pellets on Campeche Beach (Santa Catarina Island, Brazil): A Seasonality and Composition Study. **Environment and Ecology Research**, v. 5, n. 4, p. 302-311, 2017.

MANZANO, A. B. **Distribuição, taxa de entrada, composição química e identificação de fontes de grânulos plásticos na Enseada de Santos, SP, Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARINHA DO BRASIL. **Tábuas de Maré – Porto de Santos, Torre Grande (Estado de São Paulo)**. MARINHA, 2019. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/dados_de_mare/santos_torre_grande_2019.pdf. Acessado em 21 abr 2019.

MATO, Y.; HERNANDEZ-MILIAN, G.; O'BRIEN, J.; BERROW, S.; O'CONNOR, I.; OFFICER, R. Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. **Environmental Science & Technology**, v. 35, n. 2, p. 318-324, 2001.

MIRANDA, D.; CARVALHO-SOUZA, G. Are we eating plastic-ingesting fish?. **Marine Pollution Bulletin**, v. 103, n. 2, p. 109-114, 2016.

MÓNICO, L.S.; VALENTIN, R.A.; CASTRO, P.A. A. Observação Participante enquanto metodologia de investigação qualitativa. **Investigação Qualitativa em Ciências Sociais**, v. 3, p. 724-733, 2017.

MOREIRA, F. T.; PRANTONI, A. L.; MARTINI, B.; ABREU, M. A.; STOIEV, S. B.; TURRA, A. Smallscale temporal and spatial variability in the abundance of plastic pellets on sandy beaches: methodological considerations for estimating the input of microplastics. **Marine Pollution Bulletin**, v. 102, n. 1, p. 114-121, 2016a.

MOREIRA, F. T.; BALTHAZAR-SILVA, D.; BARBOSA, L.; TURRA, A. Revealing accumulation zones of plastic pellets in sandy beaches. **Environmental Pollution**, v. 218, p. 313-321, 2016b.

NOBRE, C. R.; SANTANA, M. F. M.; MALUF, A.; CORTEZ, F. S.; CESAR, A.; PEREIRA, C. D. S.; TURRA, A. Assessment of microplastic toxicity to embryonic development of the sea urchin *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea). **Marine Pollution Bulletin**, v.92, p. 99-104, 2015.

NPH. **NPH-Unisanta informa: Previsão de ressaca a partir desta sexta (2/8) com o pico na madrugada do sábado**. NÚCLEO DE PESQUISAS HIDRODINÂMICAS, 2019a. Disponível em: <https://noticias.unisanta.br/ciencia-tecnologia/nph-unisanta-informa-previsao-de-ressaca-a-partir-desta-sexta-2-8-com-o-pico-na-madrugada-do-sabado>. Acessado em 02 ago. 2019.

NPH. **Previsão de mar agitado e maré acima do normal se mantêm até a madrugada de 5/08**. NÚCLEO DE PESQUISAS HIDRODINÂMICAS, 2019b. Disponível em: <https://noticias.unisanta.br/ciencia-tecnologia/nph-unisanta-atualizacao-previsao-de-mar-agitado-e-mare-acima-do-normal-se-mantem-ate-a-madrugada-de-segunda-5-08>. Acessado em 03 ago. 2019.

OGATA, Y.; TAKADA, H.; MIZUKAWA, K.; HIRAI, H.; IWASA, S.; ENDO, S.; MATO, Y.; SAHA, M.; OKUDA, K.; NAKASHIMA, A.; MURAKAMI, M.; ZURCHER, N.; BOOYATUMANONDO, R.; ZAKARIA, M. P.; DUNG, L. Q.; GORDON, M.; MIGUEZ, C.; SUZUKI, S.; MOORE, C.; KARAPANAGIOTI, H. K.; WEERTS, S.; McCLURG, T.; BURREN, E.; SMITH, W.; VAN VELKENBURG, M.; LANG, J. S.; LANG, R. C.; LAURSEN, D.; DANNER, B.; STEWARDSON, N.; THOMPSON, R. C. International Pellet Watch: Global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal Waters. I. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, n. 10, p. 1437-1446, 2009.

Pellets plásticos na praia de Santa Cruz dos Navegantes, Guarujá (SP), durante evento de frente fria no inverno de 2019

PEREIRA, F. C.; OLIVEIRA, A. L.; TURRA, A. A Gestão de Resíduos Sólidos no Ambiente Marinho: *Pellets* Plásticos. In: V Simpósio Brasileiro de Oceanografia, São Paulo, 2011.

PEREIRA, F. C. **Microplásticos no ambiente marinho: mapeamento de fontes e identificação de mecanismos de gestão para minimização da perda de *pellets* plásticos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

PIANOWSKI, F. **Resíduos sólidos e esférulas plásticas nas praias do Rio Grande do Sul – Brasil**. 1997. Monografia (Graduação em Oceanologia) – Universidade do Rio Grande, Rio Grande.

QUEIROZ, H. A. A.; DIAS, S. O.; GONÇALVES, M. R.; PEREIRA, P. S. Comparação entre dois modelos polinomiais para avaliar a tendência da linha de costa. *Revista Brasileira Geomática*, v. 4, n. 3, p.160-167, 2016.

RIBEIRO, V. V. Densidade, taxa de entrada e análise morfológica de *pellets* plásticos na praia de Santa Cruz dos Navegantes, Guarujá – SP. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 29, p. 9-17, 2019.

RYAN, P. G.; PEROLD, V.; OSBERNE, A.; MOLONEY, C. L. Consistent patterns of debris on South African beaches indicate that industrial pellets and other mesoplastic items mostly derive from local sources. **Environmental Pollution**, v. 238, p. 1008-1016, 2018.

SILVA, C.A.N. A poluição visual causada pelos quiosques na faixa de areia da praia da enseada – Guarujá. **Revista Eletrônica de Divulgação Científica**, v. 4, 2011.

STEIN, L. P. **Morfodinâmica e eventos de sobrelavagem: praias da baía de Santos, SP**. 2018. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Geológica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

TAKADA, H. Call for pellets! International Pellet Watch Global Monitoring of POPs using beaches plastic resin pellets. **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, n. 12, p. 1547-1548, 2006.

TURRA, A.; MANZANO, A. B.; DIAS, R. J. S.; MAHIQUES, M. M.; BARBOSA, L.; BALTHAZAR SILVA, D.; MOREIRA, F. T. Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms. **Scientific Reports**, v. 4, 2014.

VEERASINGAM, S.; MUGILARASAN, R. M.; VENKATACHALAPATHY, P.; VETHAMONY, P. Influence of 2015 flood on the distribution and occurrence of microplastic pellets along the Chennai coast, India. Mar. **Marine Pollution Bulletin**, v. 109, n. 1, p. 196-204, 2016a.

VEERASINGAM S.; MAHUA, V. S.; SUNEEL, P.; VETHAMONY, A. C. R.; SOURAV B.; NAIK, B. G. Characteristics, seasonal distribution and surface degradation features of microplastic pellets along the Goa coast, India. **Chemosphere**, v. 159, p. 496-505, 2016b.