



Uc Lisboa Ciências ULisboa hidrográfico

MONITORIZAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DO MEIO MARINHO COM MICROPLÁSTICOS

Vanessa Morgado
22 de novembro de 2019

1

CONTEÚDO

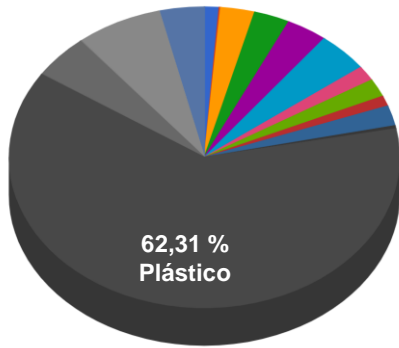
- ◆ Lixo marinho
- ◆ Microplásticos
- ◆ Fontes de contaminação
- ◆ Impactos do lixo marinho
- ◆ Propósito da investigação de microplásticos no meio marinho
- ◆ Procedimento de análise dos microplásticos
- ◆ Identificação e caracterização de microplásticos
- ◆ Conceitos sobre a qualidade na análise de microplásticos

2

2

LIXO MARINHO

◊ Qualquer material sólido persistente, manufaturado ou processado, que foi depositado, eliminado ou abandonado no ambiente marinho e costeiro (D10, MSFD).



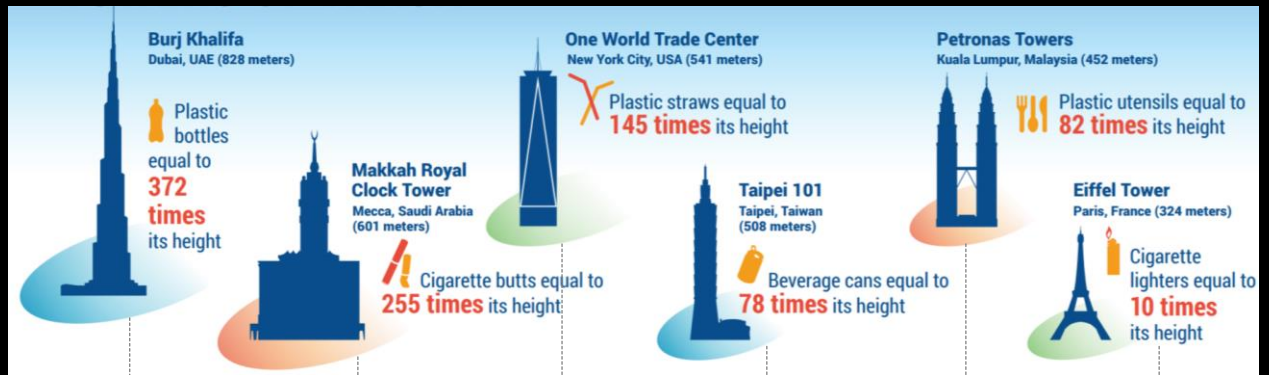
- Biotic
- Fisheries (metal)
- Fisheries
- Glass/ceramics
- Metal
- Timber
- Cigarette buds
- Plastic
- Plastic fibers
- Styrofoam
- Miscellaneous types
- Paper/cardboard
- Rope
- Textiles/fabrics
- Plastic film
- Fisheries (plastic)
- Plastic pellets
- Other

TOP 10

Items collected	2016 ^[1]	2017 ^[2]
Cigarette Butts	1863838	2412151
Plastic Beverage Bottles	1578834	1569135
Plastic Bottle Caps	822227	1091107
Food Wrappers	762353	1739743
Plastic Grocery Bags	520900	757523
Plastic Lids	419380	624878
Straws/Stirrers	409087	643562
Glass Beverage Bottles	390468	-
Other Plastic Bags	368655	746211
Foam Take Out/Away Containers	365584	580570



[1] International Coastal Cleanup, *Together for our Ocean*, 2017 Report.
 [2] International Coastal Cleanup, *Building a Clean Swell*, 2018 Report.
 [3] <https://litterbase-awi.de/>.

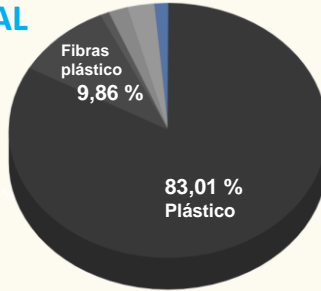


[1] International Coastal Cleanup, *Together for our Ocean*, 2017 Report.

LIXO MARINHO | MICRO LIXO

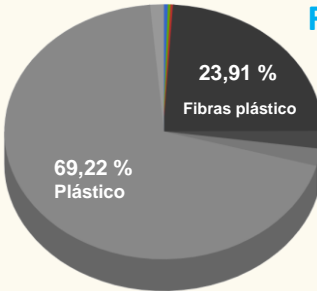
ÁGUA SUPERFICIAL

- Biotic
- Rope
- Plastic
- Plastic fibers
- Plastic film
- Fisheries (plastic)
- Plastic pellets
- Styrofoam
- Other



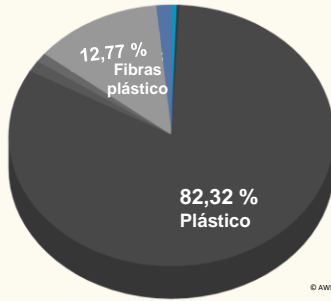
FUNDO OCEÂNICO

- Biotic
- Rope
- Textiles/fabrics
- Plastic fibers
- Plastic pellets
- Plastic film
- Plastic
- Styrofoam
- Other



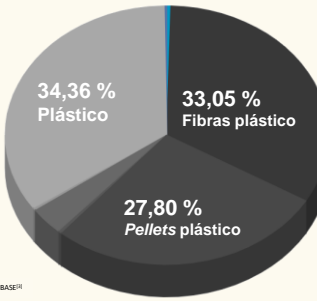
COLUNA ÁGUA

- Biotic
- Miscellaneous types
- Plastic film
- Plastic
- Plastic pellets
- Styrofoam
- Plastic fibers
- Other



PRAIAS

- Biotic
- Glass/ceramics
- Miscellaneous types
- Plastic fibers
- Plastic pellets
- Plastic film
- Styrofoam
- Fisheries (plastic)
- Plastic
- Other

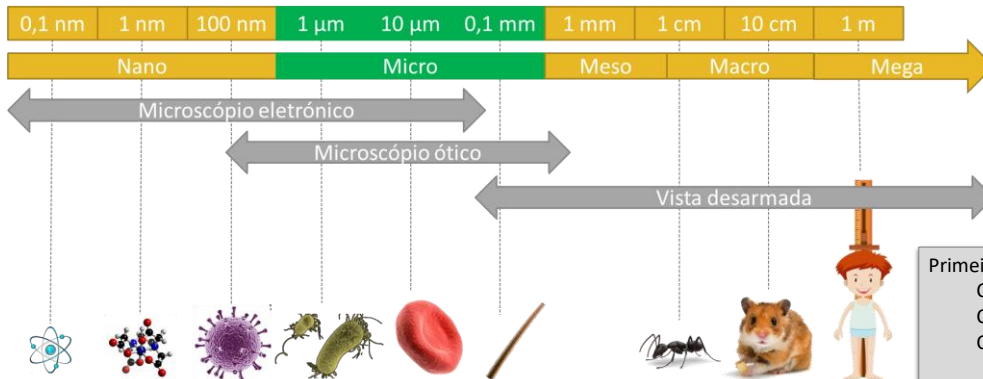


[3] <https://litterbase.awi.de/>

© AWI LITTERBASE®

MICROPLÁSTICOS

- ◆ Partículas de plástico com dimensões inferiores a 5 mm.
- ◆ Podem ser encontrados a flutuar à superfície ou em suspensão na coluna de água, nos fundos e ao longo da linha de costa.



Primeiras publicações:
 Carpenter & Smith (1972)
 Carpenter *et al.* (1972)
 Colton & Knapp (1974)
 (...)

MICROPLÁSTICOS

◆ Moore (1997)



GIROS OCEÂNICOS

- 1) Pacífico Norte
- 2) Oceano Índico
- 3) Pacífico Sul
- 4) Atlântico Sul
- 5) Atlântico Norte

O Giro do Pacífico Norte, “Grande Ilha de Lixo do Pacífico”, é a maior zona offshore de acumulação de plástico no mundo.

1,6 milhões km²



[4] <https://theoceancleanup.com/great-pacific-garbage-patch/>

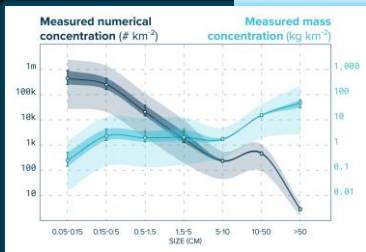


Pacífico Norte

- ◆ Entra [1,2 – 2,4] MT por ano
- ◆ 80 000 T acumulados
- ◆ [1,1 – 3,6] trilião fragmentos

OCEANOS

- ◆ Produção plástico > 300 MT
- ◆ Entra [4,6 – 12,7] MT por ano
- ◆ 150 MT acumulados

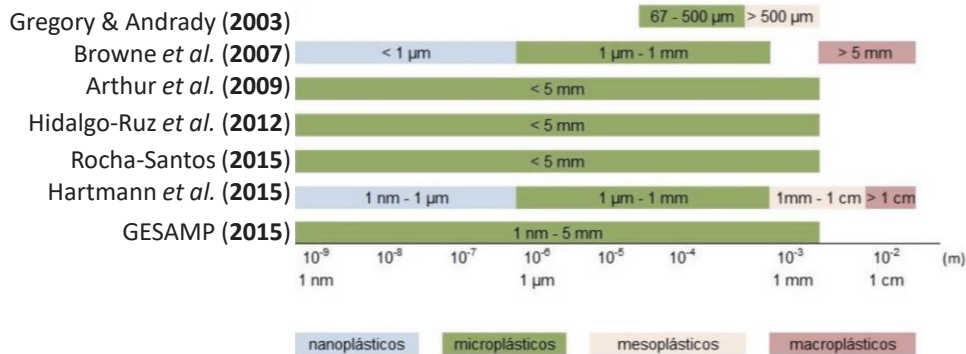


Uma fralda descartável ou uma garrafa de plástico pode levar cerca de 500 anos a degradar-se em micropartículas.



[4] <https://theoceancleanup.com/great-pacific-garbage-patch/>
 [5] Boucher, J. and Friot D. (2017). Gland, Switzerland: IUCN. 43pp.

MICROPLÁSTICOS



◆ Frias & Nash (2019)

“Microplastics are any synthetic solid particle or polymeric matrix, with regular or irregular shape and with size ranging from 1 µm to 5 mm, of either primary or secondary manufacturing origin, which are insoluble in water”.

[6] Olivatto, G. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil, 2017.

[7] Frias and Nash, Marine Pollution Bulletin 138 (2019) 145–147.

MICROPLÁSTICOS

PRIMÁRIOS

Plásticos fabricados para serem de tamanho microscópico.

São libertados diretamente no ambiente sob a forma de :

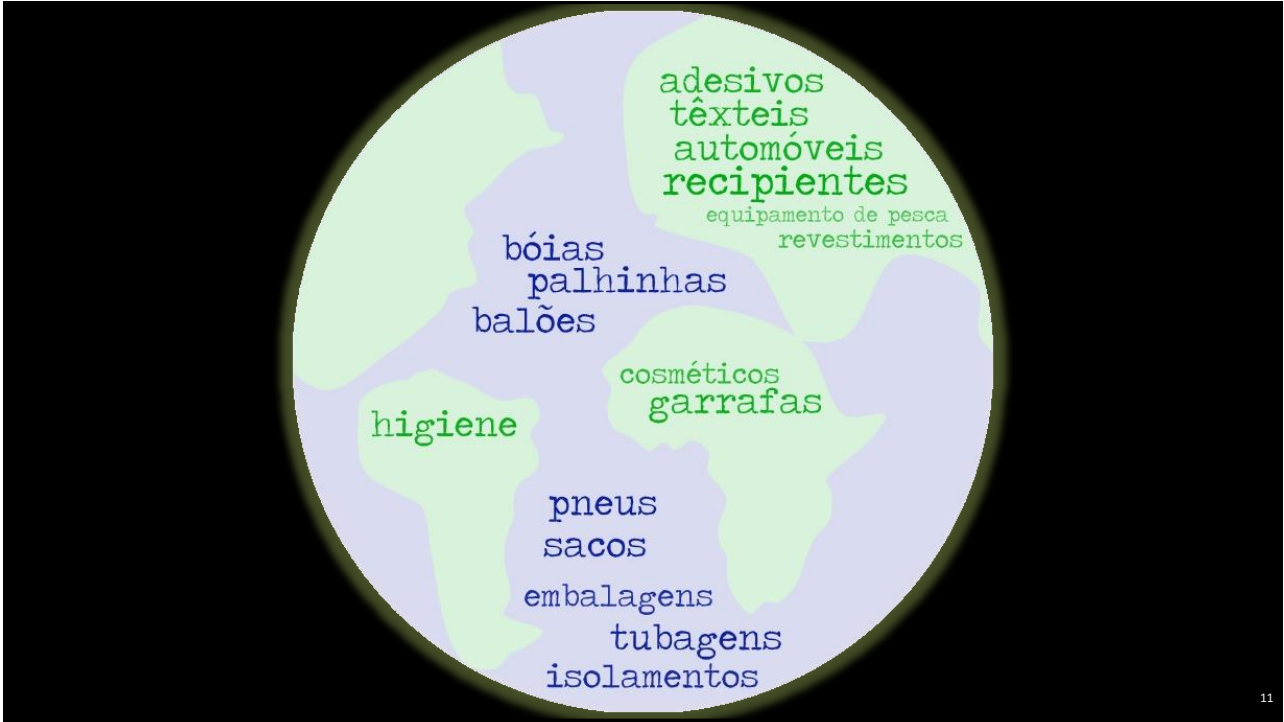
- ◆ Partículas que servem de matéria prima para a manufatura de produtos de plástico
- ◆ Partículas adicionadas voluntariamente a produtos como agentes de limpeza
e.g. higiene pessoal e cosmética
- ◆ Abrasivos de peças de plásticos durante a manufatura, utilização ou manutenção
e.g. erosão de pneus ou têxteis sintéticos durante a lavagem

SECUNDÁRIOS

Descritos por pequenos fragmentos de plástico que resultam da degradação de plásticos de maiores dimensões.

A degradação dos macrolásticos pode ter origem em:

- ◆ Agentes físicos
e.g. fricção das ondas, abrasão pela areia, vento
- ◆ Agentes químicos
e.g. processos de fotodegradação (radiações UV solares), elevadas temperaturas
- ◆ Agentes biológicos
e.g. atividade microbiana



11



12

FONTES DE CONTAMINAÇÃO



- ◆ Fenómenos ambientais
- ◆ Turismo e náutica de recreio
- ◆ Indústria petrolífera (*offshore*)
- ◆ Transporte (comércio e pessoas)

MEIO AQUÁTICO

- ◆ Pesca
- ◆ Aquacultura

MEIO TERRESTRE

- ◆ Fenómenos ambientais
- ◆ Más práticas de gestão de resíduos

- ◆ Eliminação de lixo
- ◆ Agricultura
- ◆ Construção
- ◆ Esgotos

13

13

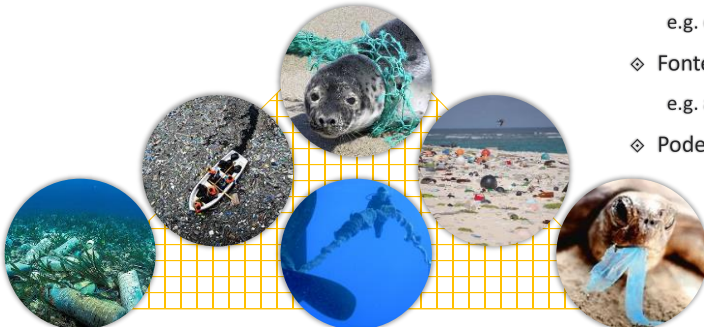
IMPACTOS DO LIXO MARINHO

SOCIOECONÓMICOS

- ◆ Turismo
e.g. poluição de praias
- ◆ Pesca e náutica de recreio
- ◆ Danos em embarcações
- ◆ Risco na navegação

ECOSSISTEMAS MARINHOS

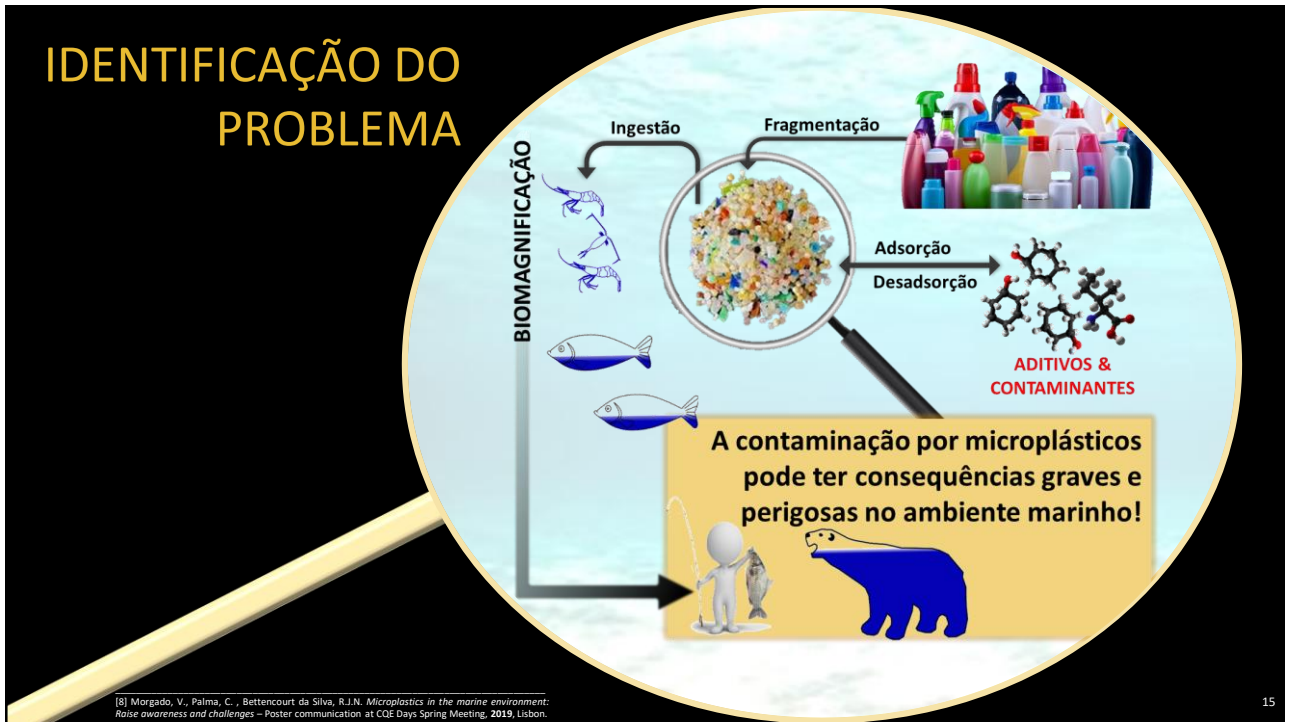
- ◆ Deterioração dos habitats
e.g. recifes de corais
- ◆ Prejudicam fauna dos ecossistemas
e.g. emaranhamento e ingestão pelos animais
- ◆ Transporte de espécies para novos habitats
e.g. espécies invasivas
- ◆ Fonte primária de contaminantes
e.g. aditivos
- ◆ Podem funcionar como “reservatório” de contaminantes



14

14

IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA



15

MATRIZES

- ◊ **SEDIMENTO** (praia, oceânicos, estuários, rios)
- ◊ **ÁGUAS** (superficial, coluna, fundo)
- ◊ **BIOTA**



Mytilus edulis



Gobio gobio



Littorina littorea



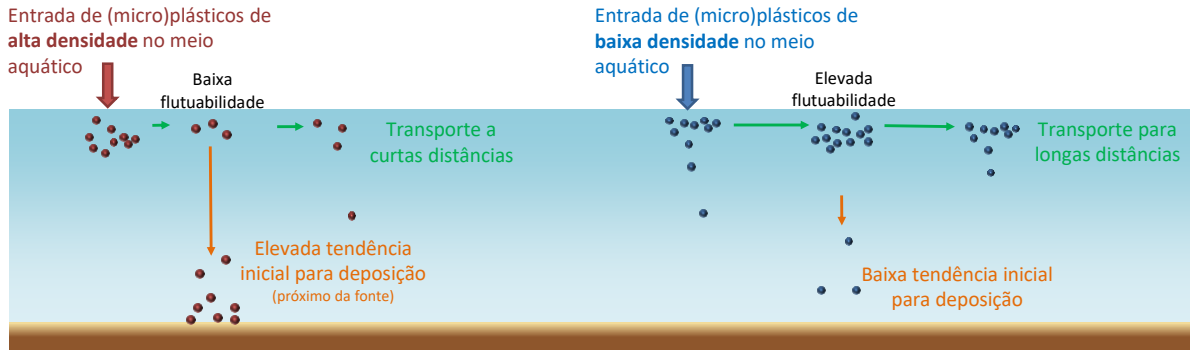
Lepidochelys olivacea



16

16

PROCESSOS DE DISPERSÃO

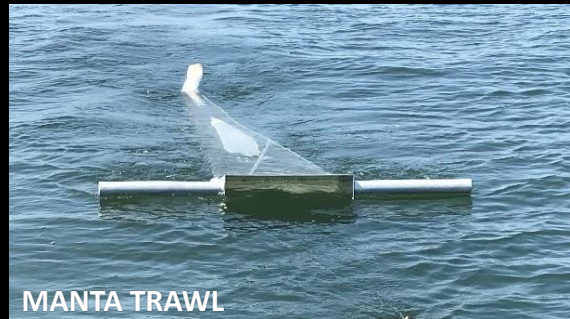


- ◆ Relacionado com a **densidade específica** do plástico.
- ◆ **Erosão** e **biofilme** provoca uma diminuição e aumento da densidade específica, respetivamente, afetando o transporte e acumulação na água e sedimento.
- ◆ **Correntes oceânicas** provocam a deslocação para longas distâncias da fonte, levando a pontos de acumulação específicos - *oceanic gyres* (giros oceânicos).

17

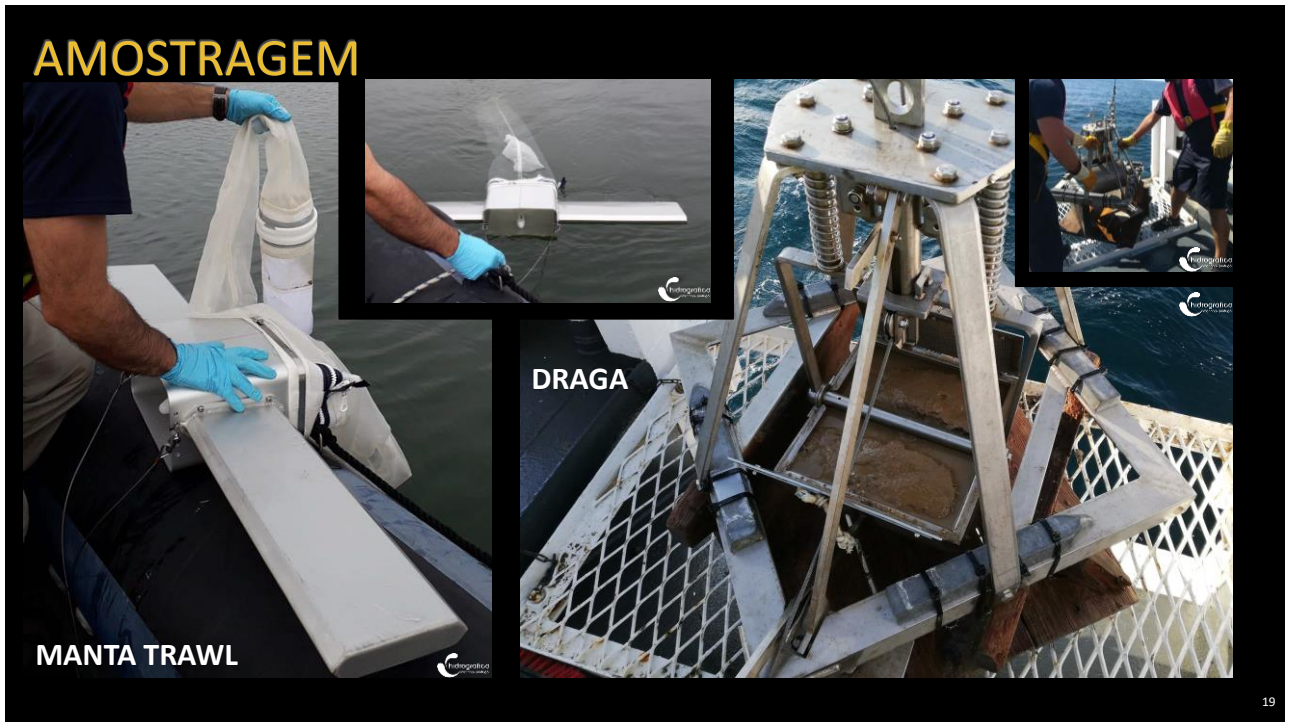
17

AMOSTRAGEM



18

18



19

EM LABORATÓRIO...



1 PENEIRAÇÃO

- ◆ Separação seletiva da amostra por tamanho.
 - ◆ Utilização de crivos com malhas definidas (e.g. ≤ 5 mm).
 - ◆ Aplicação em amostras de água, sedimento e biota.
- As amostras de biota, geralmente, são sujeitas a uma etapa de dissecação prévia.

2 EXTRAÇÃO/DIGESTÃO

- ◆ Extração das partículas microplásticos matriz da amostra.
- ◆ Destruição da matéria orgânica (interferência em análise por IV).
- ◆ Digestões ácidas (HNO_3), básicas (KOH), redox (H_2O_2) e enzimáticas.

3 SEPARAÇÃO POR DENSIDADES

- ◆ Procedimento efetivo de fracionamento dos microplásticos das partículas inorgânicas.
- ◆ Utilização de soluções salinas saturadas (e.g. NaCl, NaI, ZnCl_2).
- ◆ A diferença de densidades permite a flutuabilidades ou precipitação das partículas.

20

20

MÉTODOS DE ANÁLISE

- ◆ Microscopia Óptica Convencional
- ◆ Microscopia Eletrônica de Varrimento (SEM)
- ◆ Microscopia Eletrônica de Varrimento – Espectroscopia Energia Dispersiva de Raios X (SEM-EDS)
- ◆ Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)
- ◆ Espectroscopia de Raman
- ◆ Pirolise-Cromatografia Gasosa-Espetrometria de Massa (Pyr-GC-MS)
- ◆ Espectroscopia de Massa por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-MS)



21

21

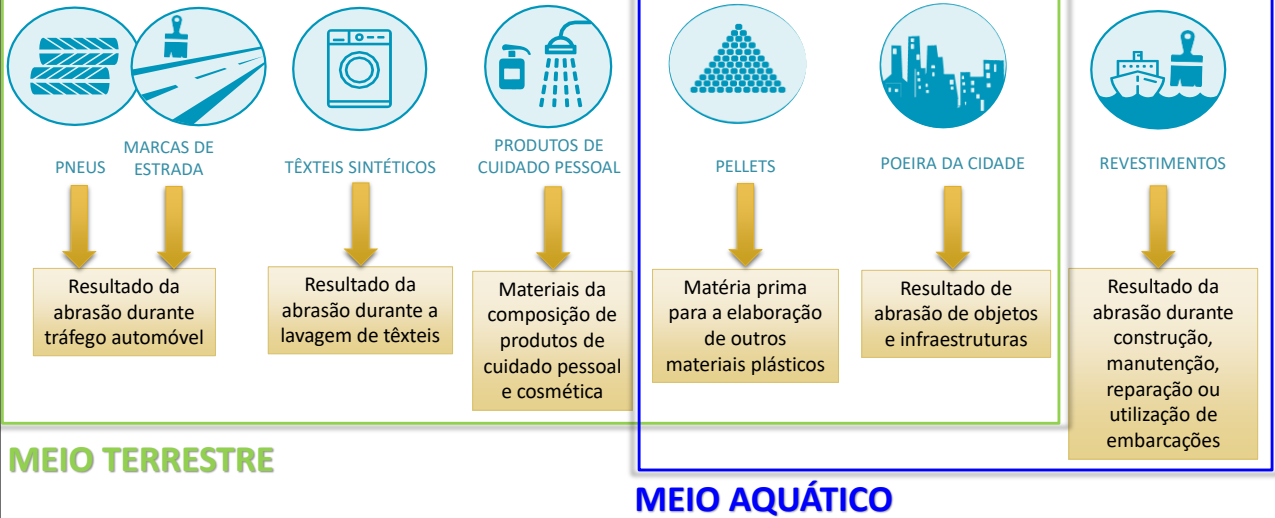
MICROPLÁSTICOS ID

- ◆ Fonte
- ◆ Propriedades físicas
- ◆ Propriedades químicas
e.g. Tipo de polímero
- ◆ Erosão (se possível)

22

22

FONTES DE MICROPLÁSTICOS



[5] Boucher, J. and Friot D. (2017). Gland, Switzerland: IUCN. 43pp.

23

23

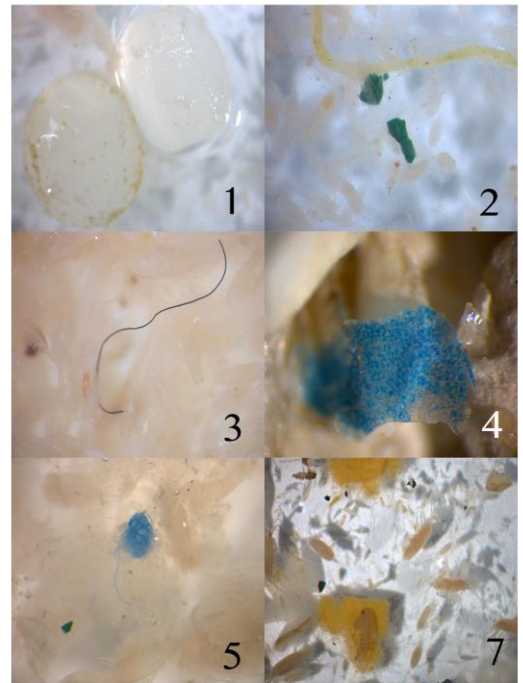
PROPRIEDADES FÍSICAS

◇ FORMATO

1. Pellets
2. Fragmentos
3. Fibras
4. Filmes
5. Cordas ou filamentos
7. Esponjas/Espumas

◇ COR E ASPETO

- e.g. Branco, Azul, Vermelho, Incolor, etc.
e.g. Opaco, Cristalino, Pigmentação, etc.



[9] Frias et al., (2018). IPI-Oceans BASEMAN project. (Image credits: João Frias)

24

PROPRIEDADES FÍSICAS

◇ TAMANHO

Macro plásticos	> 2,5 cm
Meso plásticos	0,5 cm – ≤ 2,5 cm
Microplásticos grandes	1 mm – ≤ 5 mm
Microplásticos pequenos	1 μm – ≤ 1000 μm
Nano plásticos	1 nm – ≤ 1 μm

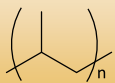
[9] Frias et al., (2018). JPI-Oceans BASEMAN project.

25

25

TIPO DE POLÍMERO

Polipropileno (PP)



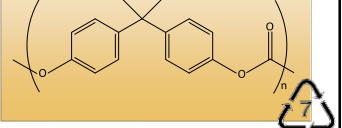
Polietileno (PE)



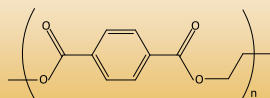
Policloroeteno (PVC)



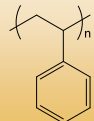
Policarbonato (PC)



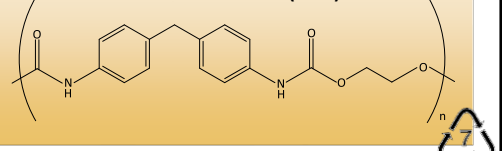
Polietileno tereftalato (PET)



Poliestireno (PS)



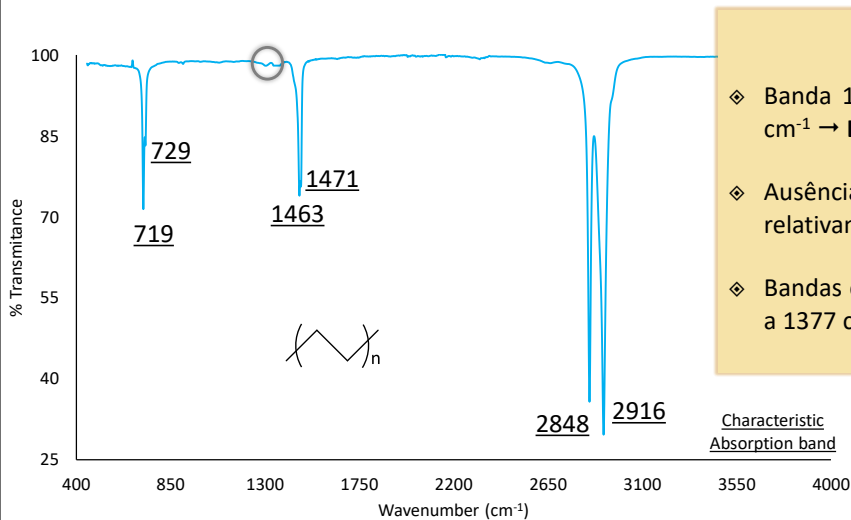
Poliuretano (PU)



26

26

EXEMPLO 1 | LDPE OU HDPE?



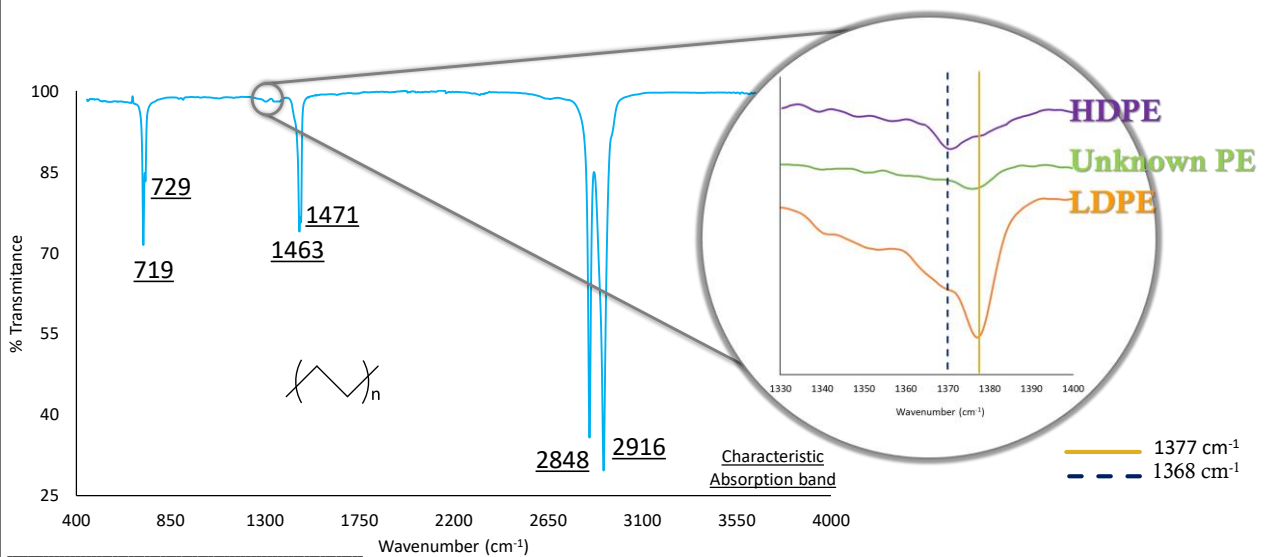
[10] Jung, M., et al., Mar. Pollut. Bull. 127 (2018) 704–716.

[11] Morgado, V., Palma, C., Silva, R. B. Microplastics in the marine environment: A rigorous analysis by FTIR – Poster communication at 4th ECU, 2019, Lisbon.

27

27

EXEMPLO 1 | LDPE OU HDPE?



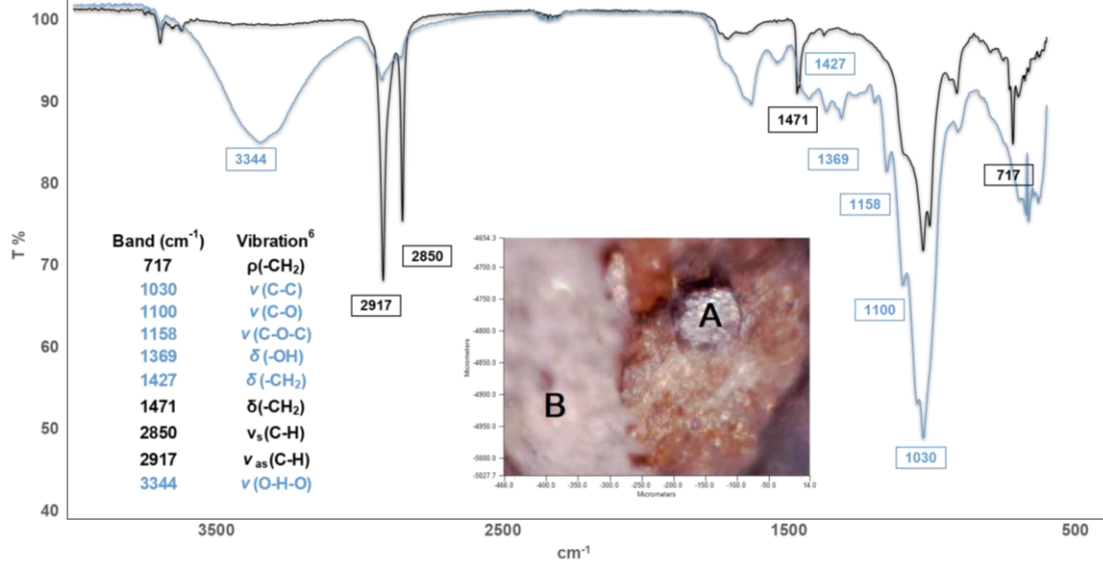
[10] Jung, M., et al., Mar. Pollut. Bull. 127 (2018) 704–716.

[11] Morgado, V., Palma, C., Silva, R. B. Microplastics in the marine environment: A rigorous analysis by FTIR – Poster communication at 4th ECU, 2019, Lisbon.

28

28

EXEMPLO 2 | ONE PARTICLE, TWO SITES



[12] Brás, G., Morgado, V., Bettencourt da Silva, R.J.N., Palma, C. Preliminary data on the polymer type identification from estuarine environmental samples – Poster communication at μ MED Conference, 2019, Capri.

— A (Polyethylene) — B (Cellulose)

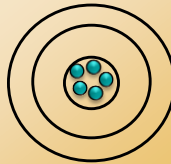
29

29

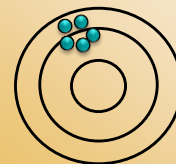
VALIDAÇÃO DE PROCEDIMENTOS

- ◆ Seletividade
- ◆ Gama de calibração
- ◆ Limiares analíticos
- ◆ **Precisão**
- ◆ **Veracidade**
- ◆ Incerteza

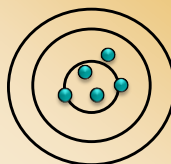
Efeitos aleatórios reduzidos
Efeitos sistemáticos reduzidos



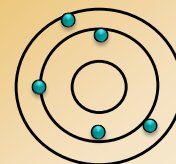
Efeitos aleatórios reduzidos
Efeitos sistemáticos relevantes



Efeitos aleatórios relevantes
Efeitos sistemáticos reduzidos



Efeitos aleatórios relevantes
Efeitos sistemáticos relevantes

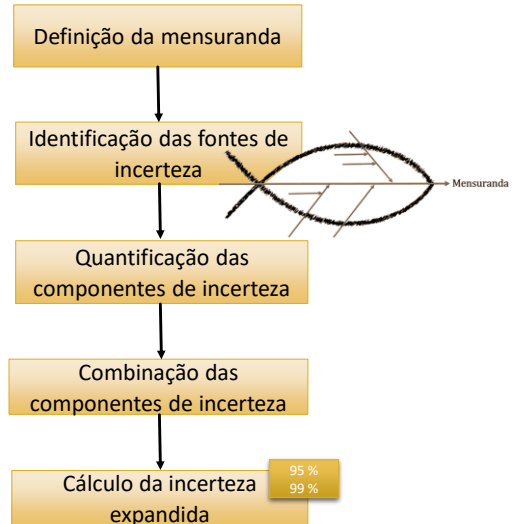


30

30

VALIDAÇÃO DE PROCEDIMENTOS

- ◊ Seletividade
- ◊ Gama de calibração
- ◊ Limiares analíticos
- ◊ Precisão
- ◊ Veracidade
- ◊ **Incerteza**

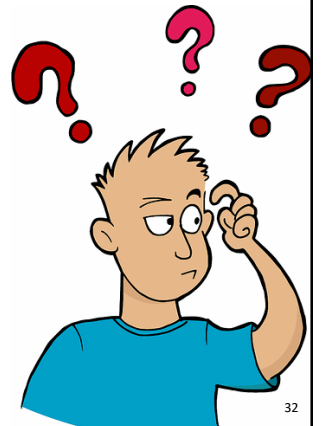


31

31

DIFICULDADES OU DESAFIOS

- ◊ Ausência de uma definição *universal* do conceito e classificação dos microplásticos.
- ◊ Necessidade de procedimentos padronizados de amostragem e tratamento de amostras para uma análise de tendências espaciais e temporais e consequente comparação entre diferentes estudos.
- ◊ Falta de consenso na expressão dos resultados:
 - e.g. **g/m²**, **partículas/m²**, **g/kg**, **partículas/kg** – sedimentos
 - g/m²**, **partículas/m²** ou **partículas/m³** – águas



32

32

DIFICULDADES OU DESAFIOS



OSPAR Commission, 2010



HELCOM, 2015

Marine litter action plan



25.6.2008

EN

Official Journal of the European Union

L 164/19

DIRECTIVE 2008/56/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
of 17 June 2008

establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive)

(Text with EEA relevance)

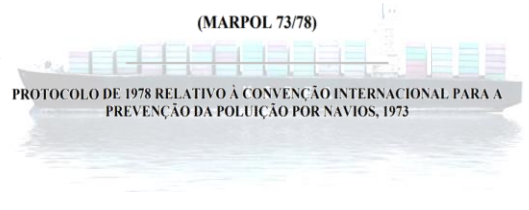
Annex I, Descriptor 10

“As propriedades e quantidade de lixo marinho não prejudicam o meio costeiro e marinho.”

Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios

(MARPOL 73/78)

PROTOCOLO DE 1978 RELATIVO À CONVENÇÃO INTERNACIONAL PARA A PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO POR NAVIOS, 1973



A determinação das tendências da poluição por microplásticos em grandes compartimentos ambientais permite conhecer quais as fontes de contaminação que estão a ameaçar o meio ambiente e como devem ser controladas.

33