

Aquecimento Azul

Inputs para a Inovação Tecnológica para a
Sustentabilidade do Atlântico



Figura 1 – Montagem do “Teste influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos seis tipos de plásticos em ambiente marinho”

Escola Secundária de Santa Maria da Feira

Equipa: Iara Beatriz Silva Reis, Juliana da Silva Tavares, Luna Vieira da Silva,
Pedro Monteiro Andrade, Sofia da Silva Murteira, Sofia Vide Alves, Teresa
Ramos Oliveira e Prof. Domingos Manuel Rodrigues Santos

Índice

Índice de imagens	3
Resumo.....	4
Introdução.....	4
Revisão da Literatura	7
Objetivos	8
Materiais e Métodos.....	8
Resultados.....	17
Discussão.....	27
Conclusão	28
Referências.....	29
Agradecimentos	29

Índice de imagens

Figura 1 – Montagem do “Teste influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos seis tipos de plásticos em ambiente marinho”	1
Figura 2 – “Impacto das correntes marinhas nas ilhas de plástico”, mapa do mundo com as maiores ilhas de plástico.	7
Figura 3 – Material utilizado na experiência “Teste da densidade dos plásticos em água destilada e desmineralizada ($d = 1,000 \text{ g/cm}^3$)”	9
Figura 4 – Material utilizado na experiência “Teste da densidade em água do mar ($d = 1,035 \text{ g/cm}^3$)”	10
Figura 5 - Disposição do material no nosso ambiente de trabalho utilizado na atividade laboratorial.....	11
Figura 6 - Equipa aquecimento azul a realizar a atividade laboratorial.	11
Figura 7 – Materiais utilizados na experiência “Teste influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos seis tipos de plásticos em ambiente marinho”	12
Figura 8 – Elementos da equipa azul a preparar as experiências.....	13
Figura 9 – Elementos da equipa azul a analisar os resultados obtidos das experiências.....	13
Figura 10 – Materiais utilizados na experiência “Teste influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos tipos 1, 2 e 3 de plásticos em ambiente marinho”.	14
Figura 11 - Material utilizado na experiência “Teste influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos tipos 4, 5 e 6 de plásticos em ambiente marinho”	15

Índice de tabelas

Tabela 1 – Propriedades densimétricas dos plásticos descartáveis	8
Tabela 2 - Influência da poluição por plástico no aquecimento da água do mar.....	18
Tabela 3 - Influência da poluição por tipo (macro)plástico no aquecimento da água do mar (Cloreto de sódio (aq) $d = 1,035 \text{ g/cm}^3$).....	20
Tabela 4 - Influência da poluição por tipo (macro)plástico no aquecimento da água do mar (Cloreto de sódio (aq) $d = 1,035 \text{ g/cm}^3$).....	22
Tabela 5 - Influência da poluição por tipo (micro)plástico no aquecimento da água do mar (Cloreto de sódio(aq) $d = 1,035$)	24
Tabela 6 – Tabela a resumir os dados obtidos nas experiências	25

Índice de gráficos

Gráfico 1 – Influência da poluição por plástico na elevação da temperatura do mar	19
Gráfico 2 - Influência da poluição por tipo de (macro)plástico na elevação da temperatura do mar	21
Gráfico 3 – Influência da poluição por tipo de (macro)plástico na elevação da temperatura do mar	23

Resumo

Neste trabalho pretende-se verificar se os plásticos afetam a temperatura do mar e identificar quais afetam mais. Para caracterizar os plásticos recorreremos a processos físicos-químicos simples, nomeadamente testes de densidade e influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos materiais em ambiente marinho, recorrendo à técnica mecânica de flutuação em água destilada e em água marítima, e o aumento da temperatura em água marítima com diferentes tipos de plásticos. Observou-se que as metodologias usadas foram satisfatórias, mas para uma maior eficiência seria necessário recorrer à espectrometria de infravermelho, uma técnica mais avançada. Concluiu-se que plásticos com densidades acima de $1,03 \text{ g/cm}^3$ aumentam a temperatura, enquanto que os inferiores apresentam o contrário, aumentando até o efeito de estufa e/ou o albedo.

Introdução

Na nossa vida materiais como, os polímeros têm uma elevada importância, pois grande parte dos objetos utilizados no quotidiano são feitos de plástico ou tem partes feitas deste. Estes são muito usuais porque as suas formulações asseguram boa durabilidade, resistência e outras características industriais, tem aplicações na informática, bebidas, alimentos entre outros devido a serem altamente resistentes a vários tipos de degradação por temperatura, produtos químicos e luz.

Posto isto, a produção e o descarte de plástico tem vindo a aumentar, consequentemente surge o problema de o que fazer com o plástico descartado.

O destino dos plásticos após serem descartados depende de diversos fatores, como o tipo de plástico e as práticas locais de reciclagem. Os principais destinos dos plásticos descartados incluem:

- Reciclagem - instalações onde os plásticos são separados, limpos e processados para serem reutilizados em novos produtos. Contudo, nem todos os plásticos são recicláveis, e a taxa de reciclagem de plásticos é relativamente baixa globalmente.
- Aterros sanitários - locais destinados à decomposição final de resíduos produzidos pelo ser humano. A decomposição do plástico, que dura aproximadamente entre 400 e 500 anos, contribui para a poluição do solo e para a produção de gases de efeito estufa, como o metano.
- Incineradores - regiões onde os plásticos são queimados para gerar energia. Este processo, apesar de diminuir o volume de resíduos, é responsável por liberar gases poluentes e de efeito estufa.

- Poluição do meio ambiente - infelizmente, a grande maioria dos plásticos acaba no meio ambiente, contaminando ecossistemas naturais e oceanos. Os plásticos podem causar graves danos à vida nos ecossistemas. Outro tipo de plásticos que afeta tanto a vida humana quanto a marinha são os microplásticos, que, por serem de menores dimensões, podem se acumular na cadeia alimentar.

A dificuldade em reciclar plástico advém da sua constituição, que é formado a partir do petróleo, que é constituído por uma mistura de compostos orgânicos, principalmente hidrocarbonetos. Os plásticos são produzidos através de um processo chamado polimerização, que une pequenas partes de monómeros para formar grandes cadeias de polímeros. Alguns destes materiais são desenvolvidos a partir do petróleo, enquanto outros são constituídos por matérias-primas renováveis. Do ponto de vista ambiental, esse material pode ser perigoso devido ao seu longo tempo de degradação.

O tipo de plástico também influencia o processo da reciclagem, devido à dificuldade em realizar a triagem do plástico (separar cada tipo de plástico), e como cada tipo de plástico é obtido de forma diferente e tem propriedades diferentes sendo assim ao serem reciclados todos os tipos juntos obtém-se um produto de menor qualidade, nomeadamente:

- Poli(tereftalato de etileno) (PET), Tipo 1: obtido a partir de processos petroquímicos, é muito comum no nosso dia-a-dia, presente em garrafas de água, embalagens e fibras têxteis de poliéster. É transparente, impermeável, leve e resistente.
- Polietileno de alta densidade (PEAD), Tipo 2: através da polimerização do etileno, obtém-se o polietileno de alta densidade. Apresenta uma elevada resistência química, sendo utilizado em sacos de supermercado, tubos para construção e na fabricação de caixas de plástico.
- Poli(cloreto de vinilo) (PVC), Tipo 3: a polimerização do monómero cloreto de vinilo origina o PVC. É um dos plásticos mais tóxicos para a saúde humana, pois libera uma toxina perigosa ao longo de seu ciclo de vida. Apesar de seu impacto ambiental, ainda é utilizado para produzir embalagens de detergentes e blisters na indústria farmacêutica.
- Polietileno de baixa densidade (PEBD), Tipo 4: obtido por polimerização do etileno, é impermeável, flexível e transparente, sendo utilizado em sacos de lixo e películas para embalar alimentos.

- Polipropileno (PP), Tipo 5: derivado da polimerização do propeno ou propileno, é conhecido pela sua durabilidade, resistência a mudanças de temperatura e brilho. Está presente em embalagens de comida para takeaway, boiões, fraldas descartáveis e fibras para tapetes.
- Poliestireno (PS), Tipo 6. produzido pela polimerização do estireno, é um termoplástico utilizado em copos de gelados e iogurtes devido à sua capacidade de isolamento térmico. A esferovite, um poliestireno expandido, é usada para isolamento térmico em edifícios.
- Outros tipos de plásticos: resultam da combinação de vários tipos de plásticos ou não se encaixam nos seis tipos principais. Estão presentes em embalagens a vácuo, toalhetes húmidos e sacos de batatas fritas.

Em virtude do que se falou anteriormente e ao aumento da temperatura dos oceanos afeta tanto o ecossistema marítimo como o terrestre. A degradação de plásticos devido a temperaturas altas transforma-os em microplásticos que aderem substâncias tóxicas, representando riscos à vida marinha e humana. Para além disso, a libertação de microplásticos nos oceanos levará ao consumo destes por seres marinhos, e por sua vez, cada ser vivo que se alimentar destes seres.

À medida que o aquecimento global e o nível de água aumentam, é extremamente importante saber no que nos devemos focar em primeiro lugar. Este projeto pretende investigar a influência dos plásticos no aumento da temperatura dos oceanos, descobrir qual tipo de plástico afeta mais e, neste caso, se a prioridade deve ser resolver o problema dos plásticos nos oceanos.

Revisão da Literatura

Estado Atual da Poluição por Plástico nos Oceanos

Os oceanos estão a passar por uma crise sem precedentes devido às alterações climáticas, à poluição e à consequente destruição dos habitats marinhos. Um dos maiores problemas que vem surgindo são as enormes quantidades de plásticos existentes nos oceanos, cerca de 150 milhões de toneladas. Estima-se que cerca de 4,8 a 12,7 milhões de toneladas de plástico entre nos oceanos, por ano. Estes resíduos são a causa da maior parte da poluição oceânica, o que pode conduzir a que, em 2050, exista mais plástico do que peixes nos oceanos, este interfere na dinâmica térmica da superfície oceânica.

Efeitos da Poluição por Plástico no Meio Marinho

Depois de descartados, os plásticos podem acabar por ser reutilizados através da reciclagem, mas também podem acabar nos aterros sanitários ou no oceano.

É quando os plásticos não têm uma boa terminação que se tornam poluentes. Estes demoram mais de 400 anos em média para se decomporem. E tornam-se perigosos para os animais, contaminam o solo, chegam a causar poluição visual e podem até mesmo prejudicar o ser humano.

Quando o plástico vai parar aos oceanos os animais marinhos podem ficar presos neles ou ingerirem-nos, depois destes animais os ingerirem, a sua saúde é prejudicada, e ao mesmo tempo afeta o ser humano, através da cadeia trófica acabando este também por ingerir microplásticos. Para além disto, uma grande acumulação de plásticos nos oceanos causa as “ilhas de lixo”. Estas acumulações de plásticos podem contribuir para o aquecimento dos oceanos, pois quando a luz do sol incide sobre os plásticos, dependendo do seu tipo, a luz pode ser absorvida o que os poderá fazer ficar mais quentes e por contacto aquecer a água dos oceanos. Mas também pode ser refletida, neste caso dependendo também da cor dos plásticos poderão ajudar a manter a temperatura da água dos oceanos e não a aquecê-la.

Outra forma de os seres humanos serem afetados pelos plásticos é pelo facto de estas substâncias poderem entupir os canos, esgotos ou valas o que agrava as inundações.



Figura 2 – “Impacto das correntes marinhas nas ilhas de plástico”, mapa do mundo com as maiores ilhas de plástico.

Objetivos

O nosso projeto visa:

- observar se os plásticos influenciam o aumento de temperatura nos oceanos;
- se o apenas um tipo de plástico contribui mais ou menos para o aquecimento dos oceanos;
- ser microplástico ou microplástico faz diferença.

Materiais e Métodos

Escolhemos procedimentos para perceber se o tipo de plástico e as suas características, como a cor, o tamanho, a densimetria entre outras, influencia no aquecimento dos oceanos, podendo assim ajudar a parar e evitar grandes problemas ambientais devido ao aquecimento dos oceanos. Assim a simulação de um ambiente marinho em laboratório com água, cloreto de sódio e uma lâmpada que simula a luz do sol, para perceber se poderá influenciar ou não a temperatura dos oceanos.

Plástico/Polímero		
Nome	Sigla	Massa volúmica ρ/gcm^{-3}
Polipropileno	PP	0,900 – 0,910
Poli(etileno de baixa densidade	PEBD	0,917 – 0,940
Poli(etileno de alta densidade	PEAD	0,952 – 0,965
Poli(estireno	PC	1,04 – 1,05
Poli(tereftalato de etileno)	PET	1,29 – 1,40
Poli(cloreto de vinilo)	PVC	1,30 – 1,58

Tabela 1 – Propriedades densimétricas dos plásticos descartáveis

Atividade Laboratorial

Antes de começar a atividade laboratorial, estudamos sobre os plásticos, os diferentes tipos, a sua densidade, do que são feitos, a sua composição, o seu comportamento na água doce e na água salgada comprovando as conclusões que chegamos em teoria, os que são mais densos e menos densos para compreender melhor a experiência e até conseguir prever os resultados que iria-nos obter.

1) Teste da densidade dos plásticos em água destilada e desmineralizada ($d = 1,000 \text{ g/cm}^3$)

Material:

- 1 Vareta de vidro;
- 1 Proveta de 100 ml;
- 1 Proveta de 1000 ml;
- 1 Espátula;
- 1 Gobelés de 100 ml;
- 1 Tesoura;
- Material de escrita;
- Folha/tabela de registo de dados;
- Água $\rho = 1,000 \text{ g/cm}^3$
- Amostras de tipo de plásticos (PET, PEAD, PVC, PEBD, PP e PS).

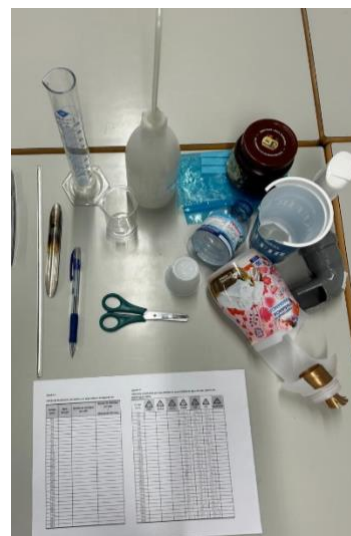


Figura 3 – Material utilizado na experiência “Teste da densidade dos plásticos em água destilada e desmineralizada ($d = 1,000 \text{ g/cm}^3$)”

Fluido: água destilada e desmineralizada

Informações de segurança da água:

Substância	HMIS			Simbologia de perigo	Frases de risco e segurança
Água destilada e desmineralizada	S	I	R	----	----
	-----	-----	-----		

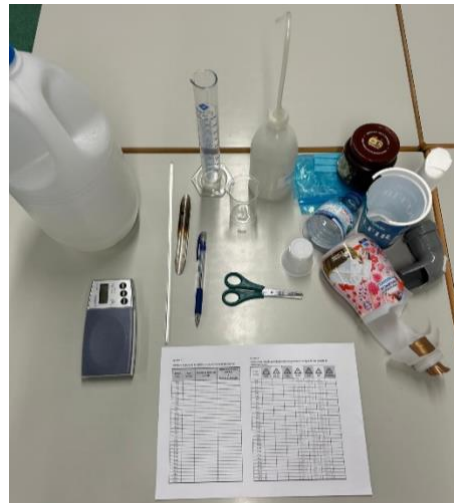
Procedimento laboratorial:

1. Preparou-se uma pequena amostra de mistura de plásticos.
2. Mediu-se, com uma proveta, 100 ml de água desmineralizada e destilada de densidade 1,000 e verteu-se para um gobelé de 100 ml;
3. Com a ajuda de uma espátula introduziu-se uma amostra de plástico no gobelé com água e agitou-se com uma vareta de vidro e rotulou-se este gobelé como “Água | $d=1,000$ + Mistura de plásticos”;
4. Deixou-se repousar e observou-se só as amostras flutuavam (no caso de possuírem densidade inferior à da água), ficaram em suspensão (no caso a sua densidade seja igual à da água $d=1,0 \text{ gcm}^3$), ou se depositaram no fundo da proveta (no caso de serem mais densas que a água);
5. Registou-se a posição das amostras (afunda, suspenso, flutua);

2) Teste da densidade em água do mar ($d = 1,035 \text{ g/cm}^3$)

Material:

- 1 Balança de precisão 0,1 g;
- 1 Vareta de vidro;
- Bidão de 5l;
- 1 Proveta de 100 ml;
- 1 Vareta de vidro;
- 1 Espátula;
- 6 Gobelés de 100 ml;
- 1 Tesoura;
- Material de escrita;
- Folha/tabela de registo de dados;
- Água p = $1,000 \text{ g/cm}^3$;
- Sal das cozinhas (material essencialmente constituído por cloreto de sódio);
- Amostras de tipo de plásticos (PET, PEAD, PVC, PEBD, PP e PS).



**Figura 4 – Material utilizado na experiência
 “Teste da densidade em água do mar ($d = 1,035 \text{ g/cm}^3$)”**

Fluido: solução de cloreto de sódio com água.

Informações de segurança da água e do cloreto de sódio:

Substância	HMIS			Simbologia de perigo	Frases de risco e segurança
Água destilada e desmineralizada	S	I	R	----	----
	-----	-----	-----		

Substância	HMIS			Simbologia de perigo	Frases de risco e segurança
Cloreto de sódio	S	I	R	----	----
	-----	-----	-----		

Procedimento experimental:

1. Preparou-se uma pequena amostra de material plástico de um determinado tipo de plástico a testar.
2. Pesou-se o determinado tipo de plástico, obtendo 3 gramas.
3. Pesou-se uma amostra de 35,0 g de “cloreto de sódio” (sal das cozinhas) num vidro de relógio e introduziu-se num gobelé de 1000 ml.
4. Mediu-se, com uma proveta, 1000 ml de água desmineralizada e destilada de densidade 1,000, adicionou-se à amostra de sal e agitou-se com uma vareta de vidro até a sua completa dissolução.
5. Transferiu-se esta solução para um frasco de 1L e rotulou-se de “Água do Mar” de densidade $d=1,035$.
6. Mediu-se, com uma proveta, 100 ml de “água do mar” de densidade $d=1,035$ e verteu-se para um gobelé de 100 ml;
7. Adicionou-se a quantidade de um tipo de plástico, verificando se afundavam ou flutuavam, rotulou-se este gobelé “Água do Mar | $d=1,035$ + Tipo 1 de plástico (PET)”.
8. Registou-se a posição das amostras (afunda, suspenso, flutua);
9. Repetir os passos de 6 a 8 para as restantes amostras, rotulando cada gobelés de acordo com o tipo de plástico presente.



Figura 5 - Disposição do material no nosso ambiente de trabalho utilizado na atividade laboratorial.



Figura 6 - Equipa aquecimento azul a realizar a atividade laboratorial.

Material:

Procedimento experimental:

1. Transferiu-se esta solução para um frasco de 1L e rotulou-se de “Água do Mar” de densidade $d=1,035$;
2. Mediu-se, com uma proveta, 100 ml de água desmineralizada e destilada de densidade 1,000 e verteu-se para um gobelé de 100 ml e rotulou-se este gobelés com “Água | $d=1,000$ ”;
3. Mediu-se, com uma proveta, 100 ml de “água do mar” de densidade $d=1,035$ e verteu-se para um gobelé de 100 ml, repetindo este processo duas vezes, rotulou-se um deles com “Água do Mar | $d=1,035$ ”;
4. Com a ajuda de uma espátula introduziu se a amostra de plástico utilizado no teste de densidade de **água doce** num dos gobelés com “água do mar” e agitou-se com uma vareta de vidro e rotulou-se este gobelé com “Água do mar | $d=1,035$ + Mistura de plásticos”;
5. Colocou-se os três gobelés preparados, “Água | $d=1,000$ ”, “Água do Mar | $d=1,035$ ” e “Água do mar | $d=1,035$ + Mistura de plásticos”, juntos, sobre uma base isoladora de cortiça e, em cada, um termómetro digital com ponta de prova com precisão até $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$; Para investigar como a irradiância influencia a temperatura dos líquidos: água, água do mar e água do mar com pequenas amostras de plástico que flutua ou que afunda, fez-se incidir luz, com uma lâmpada incandescente de potência 100W, de um candeeiro a uma altura fixa de 25 cm, de modo a não variar a área e irradiância durante a recolha de dados.
6. Com o dispositivo experimental construído e montado, começou-se a fazer medições com os termómetros digitais, registando a temperatura em $^{\circ}\text{C}$, de minuto a minuto, durante cerca de 30 minutos, em tabelas previamente preparadas. A cada minuto durante 30 minutos registou-se a temperatura de cada gobelé.



Figura 8 – Elementos da equipa azul a preparar as experiências



Figura 9 – Elementos da equipa azul a analisar os resultados obtidos das experiências

4) Teste influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos tipos 1, 2 e 3 de plásticos em ambiente marinho

Material:

- 1 Candeeiro;
- 1 Balança de precisão 0,1 g;
- 1 Termómetro digital (0,1°C);
- 1 Lâmpada de 100W;
- 1 Cronómetro digital;
- 3 Gobelés de 100 ml;
- 1 Base isoladora de cortiça;
- Material de escrita;
- Folha/tabela de registo de dados;
- Água $\rho = 1,000 \text{ g/cm}^3$;
- Sal das cozinhas (material essencialmente constituído por cloreto de sódio);
- Amostras de tipo de plásticos (PET, PEAD e PVC)



Figura 10 – Materiais utilizados na experiência “Teste influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos tipos 1, 2 e 3 de plásticos em ambiente marinho”.

Fluido: solução de cloreto de sódio com água

Informações de segurança da água e do cloreto de sódio:

Substância	HMIS			Simbologia de perigo	Frases de risco e segurança
Água destilada e desmineralizada	S	I	R	---	---
	----	-----	----		

Substância	HMIS			Simbologia de perigo	Frases de risco e segurança
Cloreto de sódio	S	I	R	----	----
	----	-----	----		

Procedimento experimental:

1. Colocou-se os três gobelés preparados anteriormente, “Água do mar | $d=1,035$ + tipo 1 de plástico (PET)”, “Água do mar | $d=1,035$ + tipo 2 de plástico (PEAD)” e “Água do mar | $d=1,035$ + tipo 3 de plástico (PVC)”, sobre uma base isoladora de cortiça e, em cada, um termómetro digital com ponta de prova com precisão até $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para investigar como a irradiância influencia a temperatura dos líquidos: água do mar com pequenas amostras de plástico, fez-se incidir luz, com uma lâmpada incandescente de potência 100W, de um candeeiro a uma altura fixa de 25 cm, de modo a não variar a área e irradiância durante a recolha de dados.
2. Com o dispositivo experimental construído e montado, começou-se a fazer medições com os termómetros digitais, registando a temperatura em $^{\circ}\text{C}$, de minuto a minuto, durante cerca de 30 minutos, em tabelas previamente preparadas. A cada minuto durante 30 minutos registou-se a temperatura de cada gobelés.

5) Teste influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos tipos 4, 5 e 6 de plásticos em ambiente marinho

Material:

- 1 Candeeiro;
- Bidão de 5l;
- 1 Termómetro digital ($0,1^{\circ}\text{C}$);
- 1 Lâmpada de 100W;
- 1 Cronómetro digital;
- 3 Gobelés de 100 ml;
- 1 Espátula;
- 1 Base de cortiça;
- 1 Tesoura;
- Material de escrita;
- Folha/tabela de registo de dados;
- Água $p = 1,000\text{ g/cm}^3$;
- Sal das cozinhas (material essencialmente constituído por cloreto de sódio);
- Amostras de tipo de plásticos (PEBD, PP e PS)

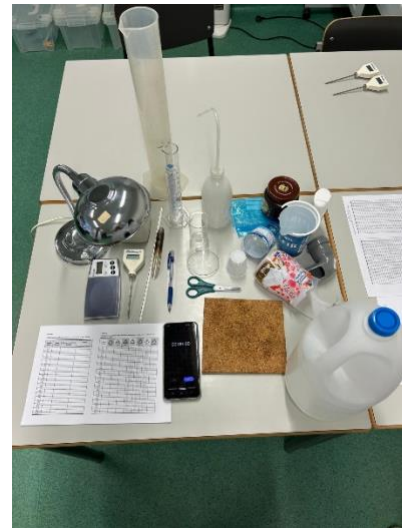


Figura 11 - Material utilizado na experiência “Teste influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos tipos 4, 5 e 6 de plásticos em ambiente marinho”

Fluido: solução de cloreto de sódio com água

Informações de segurança da água e do cloreto de sódio:

Substância	HMIS			Simbologia de perigo	Frases de risco e segurança
Água destilada e desmineralizada	S	I	R	----	----
	-----	-----	-----		

Substância	HMIS			Simbologia de perigo	Frases de risco e segurança
Cloreto de sódio	S	I	R	----	----
	-----	-----	-----		

Procedimento experimental:

1. Colocou-se os três gobelés preparados anteriormente, “Água do mar | d=1,035 + tipo 4 de plástico (PEBD)”, “Água do mar | d=1,035 + tipo 5 de plástico (PP)” e “Água do mar | d=1,035 + tipo 6 de plástico (PS)”, sobre uma base de cortiça e, em cada, um termómetro digital com ponta de prova com precisão até 0,1 °C. Para investigar como a irradiância influencia a temperatura dos líquidos: água do mar com pequenas amostras de plástico, fez-se incidir luz, com uma lâmpada incandescente de potência 100W, de um candeeiro a uma altura fixa de 25 cm, de modo a não variar a área e irradiância durante a recolha de dados.
2. Ativou-se o cronómetro ao mesmo tempo que se irradiou os gobelés.
3. A cada minuto durante 30 minutos registou-se a temperatura de cada gobelés.
4. Retirar os macroplásticos com a ajuda de uma espátula, secá-los e cortá-los em microplásticos (com diâmetro menor que 5 milímetros).
5. Quando os gobelés estiverem já arrefecidos da experiência anterior voltamos a colocar as amostras no seu devido lugar e repetimos os passos de 1 a 3.

Resultados

1) Teste da densidade dos plásticos em água destilada e desmineralizada ($d = 1,000 \text{ g/cm}^3$)

Após completar as tabelas 1, 2 e 3 de dados experimentais, com os valores de temperatura, θ_i , relacionados com o tempo, t_i , de exposição à radiação, construiu-se os gráficos 1, 2.1 e 2.2, 3 de dispersão dos pares de pontos (θ_i , t_i), e determinou-se a reta de ajuste aos dados experimentais e o parâmetro R^2 de qualidade do ajuste linear.

Na primeira atividade, realizou-se um teste da densidade dos plásticos em água doce os plásticos macroplásticos poliestireno, poli (tereftalato de etileno) e poli (cloreto de vinilo) afundaram, e outros macroplásticos polipropileno, polietileno de baixa densidade e polietileno de alta densidade flutuaram.

2) Teste da densidade em água do mar ($d = 1,035 \text{ g/cm}^3$)

Na segunda atividade, verificou-se a flutuabilidade dos plásticos na água do mar. Para isso, misturou-se vários plásticos num gobelé com água marinha, em que alguns afundaram-se e outros não.

Microplásticos polipropileno, poliestireno e polietileno de baixa densidade e macroplásticos polietileno de baixa densidade, polipropileno, poliestireno e polietileno de alta densidade flutuaram. Por outro lado, macroplásticos poli (tereftalato de etileno) e poli (cloreto de vinilo) afundaram.

3) Teste influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos seis tipos de plásticos em ambiente marinho

Nesta atividade, em que verificamos a influência da poluição por plástico na elevação da temperatura do mar, verificamos um ligeiro aumento da temperatura em todos os objetivos em estudo (água, água do mar, e água do mar com mistura de plásticos). Apesar de os três terem começado a atividade com temperaturas diferentes, constatou-se um maior aumento da temperatura no gobelé com água.

Tempo (min)	Água d=1,00	Cloreto de sódio (aq) d=1,035	Cloreto de sódio(aq) d=1,035 + Mistura de Plásticos
0,0	16,7	16,6	16,9
1,0	16,8	16,7	16,9
2,0	16,9	16,8	17,0
3,0	17,0	16,9	17,0
4,0	17,1	17,0	17,1
5,0	17,2	17,1	17,2
6,0	17,3	17,2	17,2
7,0	17,4	17,3	17,4
8,0	17,5	17,3	17,5
9,0	17,6	17,4	17,6
10,0	17,7	17,6	17,7
11,0	17,8	17,7	17,8
12,0	17,9	17,8	17,9
13,0	18,0	17,9	18,0
14,0	18,1	18,0	18,1
15,0	18,2	18,1	18,1
16,0	18,3	18,2	18,2
17,0	18,5	18,3	18,4
18,0	18,6	18,4	18,5
19,0	18,7	18,6	18,6
20,0	18,7	18,7	18,6
21,0	19,0	18,8	18,8
22,0	19,1	18,9	18,9
23,0	19,2	19,0	19,0
24,0	19,3	19,1	19,1
25,0	19,4	19,3	19,2
26,0	19,6	19,4	19,3
27,0	19,7	19,5	19,4
28,0	19,8	19,6	19,5
29,0	19,9	19,7	19,7
30,0	20,1	19,8	19,8

Tabela 2 - Influência da poluição por plástico no aquecimento da água do mar

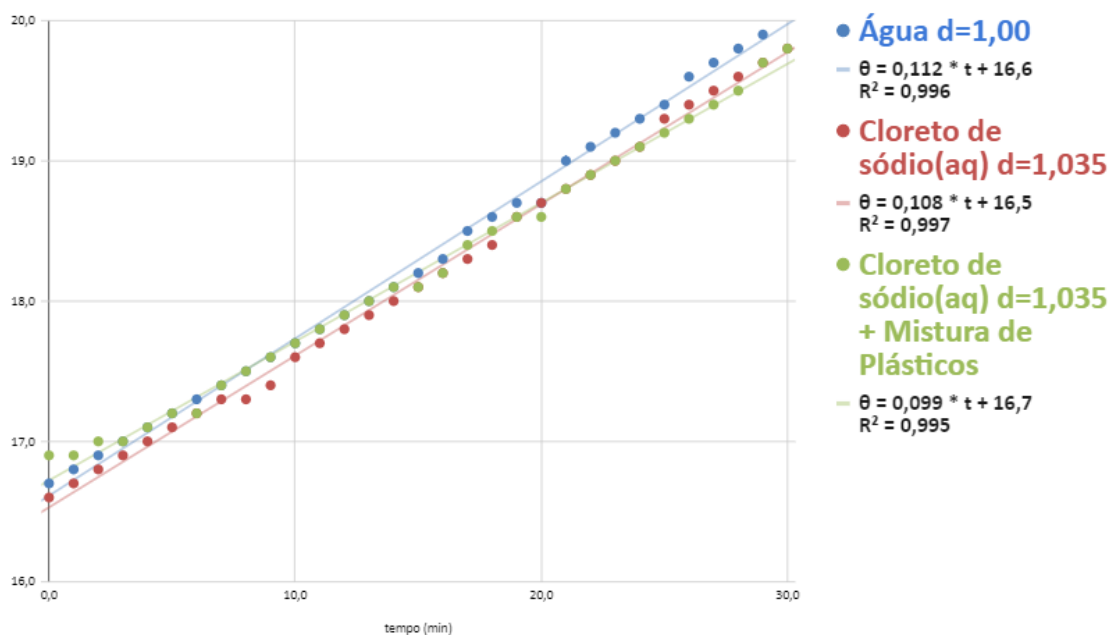


Gráfico 1 – Influência da poluição por plástico na elevação da temperatura do mar

4) Teste influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos tipos 1,2 e 3 de plásticos em ambiente marinho como macroplásticos e microplásticos

Nesta atividade, averiguou-se a influência da poluição por tipos de macroplásticos (PEAD, PET e PVC) no aquecimento de água do mar. Verificou-se que o gobelé que continha PVC foi o que sofreu maior aumento de temperatura, apesar de todos terem sofrido um aumento da sua temperatura e de terem começado a experiência com diferentes temperaturas.




tempo (min)	 PET	 PEAD	 PVC
0,0	19,6	19,8	19,9
1,0	19,7	19,9	20,1
2,0	19,8	20,0	20,2
3,0	19,9	20,1	20,3
4,0	19,9	20,1	20,4
5,0	20,0	20,2	20,5
6,0	20,1	20,3	20,6
7,0	20,2	20,4	20,7
8,0	20,3	20,5	20,8
9,0	20,4	20,6	21,0
10,0	20,5	20,6	21,1
11,0	20,6	20,7	21,2
12,0	20,6	20,8	21,3
13,0	20,7	20,9	21,5
14,0	20,8	21,0	21,6
15,0	20,9	21,1	21,8
16,0	21,0	21,2	21,9
17,0	21,1	21,3	22,0
18,0	21,2	21,5	22,2
19,0	21,4	21,6	22,3
20,0	21,5	21,7	22,4
21,0	21,5	21,8	22,6
22,0	21,7	21,9	22,7
23,0	21,8	22,0	22,8
24,0	21,9	22,1	23,0
25,0	22,0	22,2	23,1
26,0	22,1	22,3	23,2
27,0	22,2	22,4	23,4
28,0	22,3	22,6	23,5
29,0	22,4	22,7	23,6
30,0	22,5	22,8	23,8

Tabela 3 - Influência da poluição por tipo (macro)plástico no aquecimento da água do mar (Cloreto de sódio (aq) $d=1,035 \text{ g/cm}^3$)

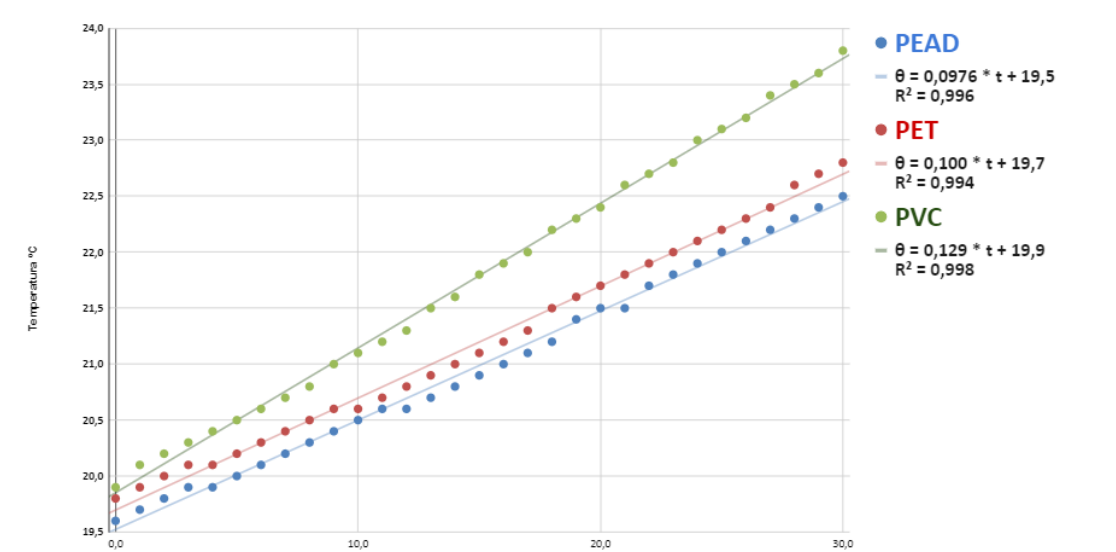


Gráfico 2 - Influência da poluição por tipo de (macro)plástico na elevação da temperatura do mar

5) Teste influência da radiação (solar) no aumento da temperatura dos tipos 4, 5 e 6 de plásticos em ambiente marinho como macroplásticos e microplásticos

Nesta atividade, estudou-se a influência que a poluição de três tipos de plásticos (PEBD, PP e PS) tem no aquecimento da água do mar. Novamente, verificou-se que os três começam a experimentar temperaturas diferentes e em todos foi possível observar um aumento da temperatura, que foi maior no gobelé com plásticos PS.




tempo (min)	 PEBD	 PP	 PS
0,0	19,4	19,5	19,6
1,0	19,5	19,7	19,7
2,0	19,5	19,7	19,7
3,0	19,6	19,8	19,8
4,0	19,7	19,8	19,9
5,0	19,8	19,9	20,0
6,0	19,8	20,0	20,1
7,0	19,9	20,1	20,1
8,0	20,0	20,2	20,2
9,0	20,1	20,3	20,3
10,0	20,2	20,3	20,4
11,0	20,3	20,4	20,5
12,0	20,4	20,5	20,6
13,0	20,5	20,6	20,7
14,0	20,5	20,7	20,8
15,0	20,6	20,8	20,9
16,0	20,7	20,9	21,0
17,0	20,8	21,0	21,1
18,0	20,9	21,1	21,2
19,0	21,0	21,2	21,3
20,0	21,1	21,3	21,4
21,0	21,2	21,4	21,5
22,0	21,3	21,5	21,6
23,0	21,4	21,6	21,7
24,0	21,5	21,7	21,8
25,0	21,7	21,8	21,9
26,0	21,7	21,9	22,0
27,0	21,8	22,0	22,1
28,0	21,9	22,2	22,2
29,0	22,0	22,3	22,3
30,0	22,1	22,4	22,4

Tabela 4 - Influência da poluição por tipo (macro)plástico no aquecimento da água do mar (Cloreto de sódio (aq) $d=1,035 \text{ g/cm}^3$)

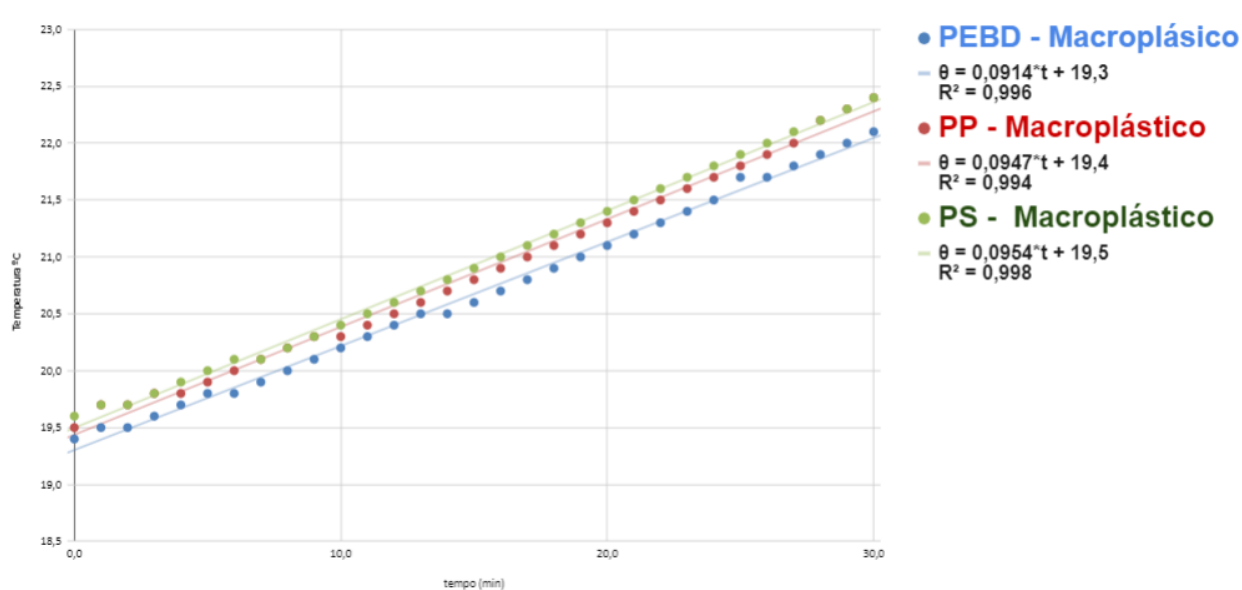


Gráfico 3 – Influência da poluição por tipo de (macro)plástico na elevação da temperatura do mar

Para comparar a variação de temperatura entre os macro e microplásticos PEBD, PP e PS realizou-se uma última atividade, onde verificou-se a influência da poluição destes três tipos de microplásticos, na elevação da temperatura do mar. Concluímos que, entre estes três tipos de plásticos, o gobelé onde ocorreu maior variação da temperatura foi no que continha PEBD.




tempo (min)	 PEBD	 PP	 PS
0,0	18,2	18,0	18,3
1,0	18,3	18,1	18,4
2,0	18,4	18,1	18,4
3,0	18,5	18,2	18,5
4,0	18,5	18,2	18,6
5,0	18,6	18,3	18,7
6,0	18,7	18,4	18,8
7,0	18,8	18,4	18,8
8,0	18,9	18,5	18,9
9,0	19,0	18,6	19,0
10,0	19,2	18,6	19,1
11,0	19,3	18,7	19,2
12,0	19,4	18,8	19,3
13,0	19,5	18,9	19,4
14,0	19,6	18,9	19,5
15,0	19,7	19,0	19,6
16,0	19,8	19,1	19,7
17,0	19,9	19,2	19,8
18,0	20,00	19,30	19,80
19,0	20,10	19,30	19,90
20,0	20,20	19,40	20,00
21,0	20,40	19,50	20,10
22,0	20,50	19,60	20,20
23,0	20,60	19,70	20,30
24,0	20,70	19,70	20,40
25,0	20,80	19,80	20,50
26,0	20,90	19,90	20,60
27,0	21,00	20,00	20,70
28,0	21,20	20,10	20,80
29,0	21,30	20,10	20,90
30,0	21,40	20,20	21,00

Tabela 5 - Influência da poluição por tipo (micro)plástico no aquecimento da água do mar (Cloreto de sódio(aq)
d=1,035)

A partir destes dados elaborou-se o seguinte quadro resumo por ordem crescente do valor do declive da reta de regressão linear

Material	Declive da Recta	Parâmetro da qualidade ajuste linear R^2	Flutuabilidade dos plásticos
Microplástico (<5mm) PP em água do mar	0,0756	0,996	Flutuou
Microplástico (<5mm) PS em água do mar	0,0912	0,998	Flutuou
Macroplástico (>5mm) PEBD em água do mar	0,0914	0,996	Flutuou
Macroplástico (>5mm) PP em água do mar	0,0947	0,994	Flutuou
Macroplástico (>5mm) PS em água do mar	0,0954	0,998	Flutuou
Macroplástico (>5mm) PEAD em água do mar	0,0976	0,996	Flutuou
Mistura de plásticos em água do mar	0,099	0,995	Alguns afundaram outros flutuaram
Macroplástico (>5mm) PET em água do mar	0,100	0,994	Afundou
Água do mar	0,108	0,997	Sem plástico
Microplástico (<5mm) PEBD em água do mar	0,109	0,998	Flutuou
Água	0,112	0,996	Sem plástico
Macroplástico (>5mm) PVC em água do mar	0,129	0,998	Afundou

Tabela 6 – Tabela a resumir os dados obtidos nas experiências

Com base nestes resultados, sugerimos algumas políticas que devem ser aplicadas num futuro próximo:

- Desenvolver tecnologias de limpeza que permitem capturar lixo presente na superfície dos oceanos;
- Reutilizar os plásticos em produtos como móveis e roupas, ou até mesmo converter plásticos em combustíveis;
- Organizar campanhas e/ou projetos locais de limpeza nas praias ou zonas costeiras, de modo a incentivar a comunidade a intervir na resolução deste problema;
- Desenvolver materiais biodegradáveis e compostáveis que se decompõem facilmente em ambientes aquáticos;
- Criar regulamentações que proíbem/limitam o uso de plásticos descartáveis;
- Realizar parcerias com empresas para reduzir o uso de plásticos e promover práticas sustentáveis;

- Criar sistemas de monitorização para rastrear a origem e o movimento dos resíduos no mar.

Considerações Éticas:

- Ao pesquisar a influência da poluição por plásticos na temperatura dos oceanos, várias considerações éticas são essenciais:
- **Impacto Ambiental:** Utilizar métodos que minimizem danos ao meio ambiente e promovam práticas sustentáveis.
- **Transparência e Divulgação:** Divulgar claramente métodos, financiamentos e resultados, garantindo acesso aberto.
- **Responsabilidade Social:** Respeitar e considerar o impacto nas comunidades locais, promovendo educação e conscientização.
- **Proteção da Vida Marinha:** Adotar práticas que protejam organismos marinhos e colaborem com esforços de conservação.
- **Integridade Científica:** Manter altos padrões de rigor e integridade, submetendo a pesquisa à revisão por pares.
- **Considerações Legais:** Conformer-se com leis e regulamentos, obtendo as permissões necessárias.
- **Ética no Uso de Dados:** Proteger a privacidade e a segurança dos dados, usando-os de forma responsável.
- Estas considerações garantem que a pesquisa seja conduzida de maneira responsável e benéfica para o meio ambiente e a sociedade.

Discussão

Interpretação dos resultados

Os declives das retas de regressão linear devem ter dimensões de °C/min, isto pode ser interpretado como resultado da relação entre a definição de potência expressão para a capacidade térmica C de um material, de acordo com estas tem-se:

$$E = P \times \Delta t \quad E = C \times \Delta \theta \quad \Delta \theta = (P/C) \times \Delta t \quad \theta = \text{Declive} \times t + \theta_0$$

Onde:

Δ – Variação de uma grandeza (física). $\Delta \theta = \theta - \theta_0$; $\Delta t = t - t_0$

t – Tempo de irradiação. Unidade minuto (min). $t_0 = 0$ min.

θ – Temperatura. Unidade grau Celsius (°C). θ_0 = Temperatura inicial (em $t_0 = 0$ min)

E - Energia térmica resultante da interação da luz (solar) com o tipo de material. Unidade Joule (J)

P – Fração da potência da radiação (solar), que se transforma e transfere energia térmica por unidade de tempo nessa interação. Unidade J/min.

C – Capacidade calorífica do material. Unidade J/°C.

P/C – Declive da reta de regressão linear de $\theta = \theta(t)$. Unidade (J/min) / (J/°C) = °C/min.

Na primeira atividade foi observado a influência da poluição por plástico na elevação da temperatura do mar, foi verificado um ligeiro aumento da temperatura em todos os objetivos em estudo, sendo aquele que apresentou uma maior variação de temperatura o gobelé com água.

Na segunda atividade o objetivo era averiguar a influência da poluição pelos tipos de macroplásticos PEAD, PET e PVC no aquecimento de água do mar. Como resultados observou-se que o gobelé que continha PVC foi o que sofreu um maior aumento de temperatura.

Na terceira atividade, estudou-se a influência da poluição pelos tipos de macroplásticos PEBD, PP e PS no aquecimento de água do mar. Por sua vez, o gobelé que apresentou um maior aumento de temperatura foi o PS.

Na quarta atividade foi estudada a influência da poluição por tipo de microplásticos PEBD, PP e PS, na elevação da temperatura do mar.

Observamos que ao contrário da terceira experiência uma vez em dimensões <5mm o gobelé com um maior aumento de temperatura foi o que continha PEBD.

Implicações dos resultados

Estudos recentes têm analisado como os microplásticos afetam a dispersão de energia como calor na coluna de água e influenciam a interação da superfície oceânica com a atmosfera.

A nossa hipótese está em conformidade com esses estudos, sugerindo que a presença de microplásticos pode alterar a dinâmica térmica e contribuir para o aquecimento das águas superficiais.

Limitações do estudo

Estes estudos foram feitos com pequenos volumes de água, podendo assim ser mudadas algumas observações em presenças de grande volume da água. Além disso não houve qualquer contacto entre animais, plantas e águas impossibilitando as possíveis interações entre eles e o plástico.

Implicações para o Aquecimento dos Oceanos

Há estudos que mostram como a poluição plástica afeta os ecossistemas marinhos, impactando desde a base da cadeia alimentar até grandes predadores.

A nossa hipótese não considera esses efeitos indiretos, que postulam as mudanças nos ecossistemas podem alterar o balanço térmico dos oceanos.

Conclusão

Para o sucesso desta investigação, concordamos que usamos metodologias corretas para alcançar o necessário em curso ao objetivo. Agrupamos os plásticos em grupos, através da experiência de comparação das densidades, mas esta metodologia é válida apenas para classificá-los nas classes referenciadas neste trabalho, para uma maior eficiência na identificação dos mesmos seria necessário recorrer à espectrometria de infravermelho. Ou substituir a metodologia usada por uma balança densimétrica, que aumentaria a eficiência e rapidez da classificação da variedade de plásticos.

Depois de classificados, e feita a experiência, concluímos que plásticos com densidade relativa maior do que 1,03 g/ml aumentam a temperatura média das águas oceânicas. Já a junção de polímeros com densidade relativa inferior a 1,03 g/ml não tem tanta influência no aumento da temperatura, contribuindo até para o total contrário, aumentando até o efeito de estufa e/ou do albedo.

Durante alguns dos nossos testes conseguimos verificar a existência deste fato, onde num dos mesmos a água de forma isolada, teve uma maior variação de temperatura do que a água que continha NaCl e plásticos.

Padrões de temperatura superficial dos oceanos podem indicar a presença e a concentração de macro e microplásticos. Desenvolver tecnologias de medição de temperatura de superfície do oceano com satélites a inteligência artificial com o objetivo de encontrar padrões de temperatura que localizem e rastreiem grandes concentrações de plástico (micro e macro) para futura recolha eficiente dos mesmos, tendo como certo que oceanos saudáveis (sem plásticos) regulam melhor o clima.

Referências

PAIVA, João; FERREIRA, António José; VALE, João; MORAIS, Carla (2023). *Novo 12Q*. 1ª edição.

Texto Editora: Lisboa. pp. 168-183

<https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/oceanos-tem-mais-de-170-trilhoes-de-particulas-de-plastico-diz-estudo>

<https://www.cgd.pt/Site/Saldo-Positivo/Sustentabilidade/Pages/tipos-de-plastico.aspx>

Pêgo, Ana; Carvalho, Bernardo P.; Martins, Isabel Minhós: **Plásticos Marítimos**, Uma Espécie Invasora; Planeta Tangerina; 2019.

Agradecimentos

À Escola Secundária de Santa Maria da Feira, sua direção, administração e seu corpo docente, em especial à diretora Júlia Campos, pelo incentivo.

Ao professor Domingos Santos pelo seu esforço para que fosse possível realizar este trabalho, pois sem ele, a sua determinação e dedicação não teríamos participado neste projeto.

À professora Marilita Melo pelo seu apoio e por nos ter dado a oportunidade de participar neste projeto.

A todos que diretamente ou indiretamente participaram no projeto, que nos fizeram entender que o trabalho em equipa e a dedicação valem a pena.