



Agrupamento de Escolas
Dr. Manuel Gomes de Almeida - Espinho

Agrupamento de Escolas Dr. Manuel Gomes de Almeida – AEMGA

Ciências e Tecnologias

Biologia

Prof. Alberto Caeiro

RESTAURAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

Inês Sarabando nº14

Maria Lopes nº18

Espinho

2022/2023

Resumo



Os ecossistemas aquáticos são indispensáveis à vida. No entanto, estes são continuamente expostos a ameaças advindas de atividades antrópicas que provocam a sua degeneração pondo em causa a sobrevivência das gerações atuais e futuras. Assim, este projeto foi realizado com o intuito de perceber como é que a poluição dos oceanos pelas marés negras ocorre, assim como a sua acidificação, e de investigar quais as consequências que estes tipos de poluição têm tanto no ecossistema em que ocorrem, como no seu meio envolvente e quais serão os melhores meios para reverter os danos causados no ambiente a curto e a longo prazo, de modo a que possamos ter um futuro mais sustentável com ecossistemas saudáveis que sejam propícios à vida na Terra. Este estudo está dividido em três fases, cada uma relacionada com um diferente tópico do trabalho. A primeira fase baseia-se na elaboração de um ecossistema artificial autossustentável dentro de um frasco, que nos permitirá perceber como é que ocorre o desempenho deste tipo de ecossistemas e de que forma estes podem evitar a morte do planeta. A segunda fase consiste na perceção do que é uma maré negra, assim como no estudo das consequências que estas têm nos animais do meio, em particular as aves, ao serem realizados testes com penas, de forma a observar as suas alterações quando em contacto com algo semelhante a uma maré negra e o que acontece se tentarmos reverter essas alterações através de métodos de limpeza químicos e mecânicos. Para além disto, nesta fase são também investigados quais os melhores materiais a serem utilizados nas limpezas do petróleo na água, o que é feito testando a capacidade de absorção do óleo de diferentes materiais como algodão, panos, etc... Por fim, na terceira fase é estudado de que forma ocorre a acidificação da água, através de dois processos distintos onde é induzida a dissolução de CO₂ na água, e como é que esta acidificação afeta as conchas dos animais marinhos ao estimular a libertação de CO₂ pelas mesmas.



Aquatic ecosystems are indispensable to life. However, these are continually exposed to threats arising from human activities that cause their degeneration, jeopardizing the survival of current and future generations. Thus, this project was carried out with the aim of understanding how pollution of the oceans by oil slicks occurs, as well as their acidification, and to investigate the consequences that these types of

pollution have both on the ecosystem in which they occur, and on the environment. their surroundings and what will be the best ways to reverse the damage caused to the environment in the short and long term, so that we can have a more sustainable future with healthy ecosystems that are conducive to life on Earth. This study is divided into three phases, each related to a different topic of the work. The first phase is based on the elaboration of a self-sustaining artificial ecosystem inside a flask, which will allow us to understand how this type of ecosystems perform and how they can avoid the death of the planet. The second phase consists of the perception of what a slick is, as well as the study of the consequences that these have on animals in the environment, in particular birds, when tests are carried out with feathers, in order to observe their changes when in contact with something similar to an oil slick and what happens if we try to reverse these changes through chemical and mechanical cleaning methods. In addition, in this phase the best materials to be used in cleaning oil in water are also investigated, which is done by testing the oil absorption capacity of different materials such as cotton, cloths, etc. Finally, in the third phase it is studied how the acidification of water occurs, through two distinct processes where the dissolution of CO₂ in the water is induced, and how this acidification affects the shells of marine animals by stimulating the release of CO₂ by them.

Introdução

Objetivo Geral

Explicar as causas e consequências da degradação dos ecossistemas aquáticos, com um estudo mais aprofundado sobre as marés negras e a acidificação dos oceanos bem como apresentar e testar algumas das soluções para estas temáticas e quais os métodos de prevenção mais adequados, com o intuito de sensibilizar e alertar as pessoas para a importância destes ecossistemas.

Problema da Pesquisa

"De que forma é que as marés negras e a acidificação dos oceanos afetam os ecossistemas aquáticos e os seus meios envolventes, e como é que ecossistemas autossustentáveis podem impedir a extinção dos mesmos?"

Objetivos Específicos

- Caracterizar os ecossistemas aquáticos;
- Compreender o que são ecossistemas autossustentáveis e os benefícios que estes têm para assegurar o desenvolvimento das gerações futuras e evitar a extinção da biodiversidade marinha;
- Elaboração de um ecossistema autossustentável num "Eco Jar" e verificar e registar de que forma este se desenvolve e ganha vida;
- Compreender o que é uma maré negra e os seus impactos nos organismos e habitats aquáticos;
- Testar a imiscibilidade do óleo na água, e avaliar diferentes métodos e materiais de limpeza e descontaminação de áreas afetadas;
- Compreender o que é a acidificação dos oceanos e de que forma esta pode acabar com toda a vida marinha;
- Testar as consequências que a acidificação das águas tem para a vida dos animais com concha;
- Divulgar ações de apoio a esta causa que decorrem atualmente em Portugal, nomeadamente o projeto *life charcos*.

Hipóteses

Fase 1: "Eco Jar - Ecossistemas Autossustentáveis"

1.1. Elaboração do "Eco Jar"

- O jarro irá desenvolver uma ecosfera, tornando-se num ecossistema autossustentável que não precisa de recursos externos com a exceção de luz solar.

1.2. Análise ao microscópio da água do "Eco Jar"

- Ao observar uma amostra de água do ecossistema ao microscópio serão identificados diferentes tipos de seres vivos microscópicos.

Fase 2: "Maré Negra"

2.1. O que acontece aos animais que vivem à superfície?

- Nenhuma das penas da bacia que contêm óleo irá recuperar o seu aspeto e textura normal, acabando por perder a sua capacidade de flutuação.

2.2. Limpeza das Marés Negras

- Os materiais com melhor capacidade de absorção o óleo são o algodão e o rolo de cozinha;
- Os materiais com pior capacidade de absorção o óleo são a carrasca de pinheiro e a esponja de cozinha.

Fase 3: "Acidificação dos Oceanos"

3.1. Acidificação da água induzida pela dissolução de CO₂

- Os recipientes que contêm a solução onde vai ser dissolvido o ph vai adquirir uma cor entre os tons rosa e roxo-claro, o que significa que o seu pH diminuiu.

3.2. Efeito da Acidificação dos Oceanos em conchas de animais marinhos

- O elevado nível de CO₂ na água reduz os iões de carbonato, o que vais provocar a dissolução do cálcio das conchas diminuindo a sua densidade e tornando-a mais turva, irregular e marcada com pontos fracos.

Justificativas

Os ecossistemas aquáticos são indispensáveis à vida. No entanto, estes são continuamente expostos a ameaças que provocam a sua degeneração pondo em causa a sobrevivência das gerações atuais e futuras. Mesmo assim este é um tema que é continuamente descartado na atualidade e por isso acreditamos que é necessário sensibilizar e alertar as pessoas para as consequências desta causa de modo a mudar a sua mentalidade e a incentivar o estudo de diferentes formas de restaurar os ecossistemas já em perigo e de conservar os que ainda resistem o mais de pressa possível. Estes estudos contribuirão para a estagnação da deterioração do planeta e conseqüentemente, o melhor desenvolvimento das gerações futuras.

Enquadramento Teórico

Fase 1: "Eco Jar" - ecossistema autossustentável

A água constitui um dos elementos fundamentais para a sobrevivência dos organismos nos ecossistemas e por isso, qualquer alteração no ecossistema aquático que possa interferir na sua fauna ou flora pode representar sérios prejuízos ao meio ambiente como um todo.

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de forma significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas, tais como as atividades de exploração petrolífera, construção de barragens e represas, desmatamento, emissões de CO₂, etc. Como consequência destas atividades, tem-se observado uma expressiva queda da qualidade da água e perda de biodiversidade aquática, devido à desestruturação quer do ambiente físico e químico, quer da dinâmica natural das comunidades biológicas.

A este passo estima-se que em 2050 não haverão recursos hídricos suficientes para que se realize a captação de água para abastecimento público, resultando assim numa crise hídrica mundial que irá afetar milhões de pessoas.

As crises ambientais são um problema real que põe em risco a vida na Terra. Hoje, inúmeras cidades trabalham incansavelmente rumo a soluções autossustentáveis e ecológicas, tentando uma derradeira reconciliação com a Natureza. Mas como?

A resposta é a criação de ecossistemas artificiais autossustentáveis. Estes ecossistemas não são criados naturalmente, mas sim com a intervenção do homem. Como tal, suas propriedades podem ser modificadas de acordo com as necessidades do ser humano, sendo possível controlar alguns dos seus fatores, como o tipo de solo, organismos e água. Tal como os ecossistemas naturais, os ecossistemas artificiais também apresentam fatores bióticos e abióticos que permitem o seu equilíbrio. Por serem autossustentáveis, estes não dependem de trocas de matéria com o meio envolvente, com exceção da luz solar. Nestes, quaisquer resíduos produzidos por uma espécie são aproveitados por outra de forma a manter um ciclo que permita a sobrevivência de todos os seres vivos neles presentes.

Estes ecossistemas são fortemente usados cientificamente para estudar o desenvolvimento de determinadas espécies em condições abióticas específicas de modo a prever a forma como reagiriam se o ambiente do seu habitat natural fosse alterado, e podem também servir de sistema de suporte à vida durante uma viagem espacial ou num futuro onde os ecossistemas naturais se extingam.

Outros exemplos em que estes ecossistemas são utilizados são as chamadas cidades biofílicas e infraestruturas verdes. Dar lugar à Natureza implica recebê-la dentro e fora de casa, viver verdadeiramente nela e com ela, numa sinergia entre o Homem e o ecossistema. É nessa filosofia que as cidades biofílicas e as infraestruturas se baseiam de forma a tornarem as cidades em ecossistemas vivos e saudáveis, os benefícios essenciais da biofilia motivam-nos a conservar e restaurar os consideráveis elementos naturais que já existem e encontrar novas maneiras de trazer a natureza para o meio urbano.



Figura 1 - Cidade-Estado biofílica, Singapura

Alguns países que já começaram a implementar cidades biofílicas e infraestruturas verdes são Singapura, que desde 1967 que tem posto em prática o Programa Paisagismo para Espaços Urbanos e Arranha-céus (LUSH), iniciativa esta que estimula a introdução de mais vegetação em diferentes tipos de empreendimentos, seja

através da instalação de telhados verdes, jardins escalonados ou paredes com plantas tendo passado a ser uma cidade-estado biofílica há quase uma década;

França, que em 2015 deu um passo em frente na criação de um mundo mais sustentável ao incentivar a biodiversidade e a sustentabilidade a partir da construção de uma escola com pavimentos cobertos por uma rica variedade de fauna e flora formando assim um ecossistema autossuficiente;



Figura 2 - Projeto para a designada escola primária para ciências e biodiversidade



Figura 3 - Central Park, New York

Estados Unidos da América, Nova York onde se localiza o maior e mais famoso parque urbano do mundo. Considerado o coração da cidade de o *Central Park* foi inaugurado ainda no século XIX, em 1857, com a ideia de criar um espaço verde para que os trabalhadores pudessem passar o tempo livre com a companhia das suas famílias. Este parque é artificial e foi construído do zero num terreno irregular que, originalmente, ocupava mais de 700 hectares. Pelo facto se ser artificial, nenhum dos lagos e das árvores que fazem parte do projeto se encontravam ali antes da sua construção, o que o tornou no maior ecossistema artificial autossustentável do mundo.

Assim, intencionalmente ou não, estes ecossistemas artificiais contribuíram para o desenvolvimento de um futuro mais sustentável, de modo a que a vida no planeta não acabe totalmente à medida em que os ecossistemas naturais vão sendo destruídos pelas ações irracionais do suposto ser mais inteligente do mundo, o ser humano.

Fase 2: "Maré negra"

As marés negras correspondem a grandes manchas de hidrocarbonetos, o petróleo e derivados, as quais representam cerca de 10% do total anual da poluição dos oceanos, devido à atividade humana, sendo uma das formas mais agressivas de poluição ambiental. Todos os anos são derramadas cerca de 3 000 000 de toneladas de petróleo nos oceanos. As principais causas de marés negras são a rutura de oleodutos, o transporte de hidrocarbonetos em alto-mar em petroleiros e as atividades de exploração petrolífera *offshore*.

As marés negras originam grandes catástrofes ecológicas nos oceanos e zonas costeiras, destruindo populações de aves marinhas, peixes, crustáceos e moluscos, e causam enormes prejuízos à atividade pesqueira. As suas consequências são extremamente diversificadas e graves: a película opaca que se forma à superfície da água impede a entrada de luz nos oceanos, ou seja, nos ecossistemas aquáticos e limita as trocas gasosas, originando uma forte redução da taxa de fotossíntese, assim como a asfixia de vários animais, devido à diminuição da quantidade de oxigénio dissolvido nas águas, o que acarreta ainda o incremento das populações de bactérias anaeróbias, causando a morte de plantas e animais.

As aves marinhas são extremamente afetadas pelas marés negras devido à libertação de gases tóxicos, ao facto de os hidrocarbonetos dissolverem a camada de gordura que torna as suas penas impermeáveis que conduz à morte por hipotermia e pelo petróleo aderir às penas, ganhando permeabilidade, tornando as aves pesadas demais para voar ou nadar acabando por se afogar. O mesmo acontece com o pelo dos mamíferos marinhos. Os derrames de petróleo podem também provocar mortes por envenenamento, devido à sua ingestão direta ou por inalação dos compostos aromáticos voláteis que contaminam a atmosfera.



Figura 4 - Marés Negras

O impacto ambiental de uma Maré Negra pode prolongar-se bastante no tempo, já que os hidrocarbonetos são solúveis nas gorduras, sendo, por isso mesmo, fixados pelos seres vivos, nos quais atuam como agentes cancerígenos, a médio e longo prazo e ainda por parte destes hidrocarbonetos perderem a sua volatilidade após o derrame, fazendo com

que “afundem” e se juntem aos sedimentos do fundo oceânico.

O plástico que usamos diariamente e muitos dos combustíveis fósseis queimados atualmente têm a mesma origem, o petróleo.

Fase 3: "Acidificação dos oceanos"

A acidificação oceânica é a designação dada à diminuição do pH nos oceanos, significando o aumento da acidez, causada pelo aumento do gás carbônico atmosférico, que se dissolve na água alterando o seu equilíbrio químico.

Os oceanos absorvem anualmente cerca de 25% do dióxido de carbono (CO₂) que é libertado para a atmosfera. Desta forma atenuam fortemente o impacto no clima deste gás com efeito de estufa.

Desde o começo da Revolução Industrial, a concentração desse gás tem aumentado de forma inexorável pela queima de combustíveis fósseis utilizados para os processos industriais, a geração de energia ou o transporte, entre outras atividades humanas. Logo, este aumento é proveniente de atividades humanas.

Mais precisamente, os níveis de CO₂ na atmosfera passaram de 250 a 400 partes por milhão (ppm) durante os últimos séculos e, como consequência, é notório o aumento da acidificação dos oceanos, uma vez que o pH da água oceânica superficial diminuiu aproximadamente 0,1. Este dado poderia parecer insignificante, mas representa um aumento de 30 % na acidez dos oceanos em comparação com a época pré-industrial. No caso de se manter o nível atual da queima de combustíveis, a projeção é de o pH diminuir entre 0,3 e 0,4 unidades a mais, que são índices nunca antes vistos, pelo menos nos últimos 25 milhões de anos, sendo um ritmo inédito em toda a história do planeta.

Este incremento de acidez, ou seja, a diminuição da quantidade de iões de carbonato na água tem consequências nos organismos marinhos. Diminui significativamente a taxa de calcificação de organismos com conchas, carapaças e esqueletos de calcário, como por exemplo microalgas, moluscos, crustáceos e corais (são como refúgios para um quarto das espécies marinhas e, muito sensíveis à acidificação). Também devemos ter em consideração o seu impacto em outras espécies menos conhecidas, como os pterópodes, que desempenham um papel importante na cadeia alimentar ao serem fonte de alimento para peixes, cetáceos e pássaros. Pode também alterar a fisiologia e reprodução de alguns organismos. Estas alterações têm repercussões tanto ecológicas, afetando as cadeias tróficas e a biodiversidade, como económicas causando sérios prejuízos no sector das pescas (o meio de vida de cerca de 47,5 milhões de pescadores e de um setor que emprega outros 120 milhões de pessoas ficaria em perigo).



Figura 5 - Branqueamento do coral devido à acidificação dos oceanos

Procedimentos Metodológicos

Fase 1: "Eco Jar" - Ecossistema Autossustentável

1.1 Elaboração do "Eco Jar"

Material:

- Uma jarra;
- Gaze ou pano de algodão;
- Elástico;
- Lagoa natural;
- Balde e pá;
- Pequena rede;

Procedimento:

1. Com o auxílio da pá adicione à jarra um substrato presente na lagoa e que permita que as plantas cresçam;
2. Faça uma seleção de plantas para adicionar ao ecossistema e plante-as no substrato;
3. Adicione uma camada de areia e depois uma camada de cascalho de modo a cobrir todo o solo exposto, o substrato, a areia e o cascalho devem ocupar entre 10-25% do recipiente;
4. Adicione água da lagoa até ocupar entre 50-70% do recipiente, deixando cerca de 10-25% para o ar;
5. Encontre pequenos seres vivos aquáticos e adicione ao ecossistema, tendo sempre em conta que muitos animais matarão o ecossistema e que peixes, animais maiores e insetos não são adequados já que eles têm uma carga biológica muito alta;
6. Tape o frasco com a gaze ou um pano de algodão para que possam ocorrer trocas de ar e segure-o com o elástico;
7. Coloque o ecossistema num local que receba luz solar filtrada, ou seja, que não receba luz solar direta durante muitas horas o que pode levar a variações de temperatura repentinas, resultando na morte do ecossistema;

8. A partir das observações realizadas, registrar a evolução do ecossistema, nomeadamente relação aos seres vivos nele presentes e ao seu aspeto visual;



Figuras 6-7 – Processo de montagem de um “Eco Jar”

1.2 Análise ao microscópio da água do “Eco Jar”

Material:

- Microscópio ótico (neste caso foi utilizado o microscópio da marca OPTIKA, série B-150);
- “Eco Jar”;
- Pipeta de Pasteur;
- Lâmina para microscópio;
- Lamela;
- Papel toalha;



Figura 8 – Materiais necessários para realizar uma análise de água ao microscópio

Procedimento:

1. Com o auxílio da pipeta de Pasteur, recolher uma pequena quantidade de água do fundo do “Eco Jar”;
2. Colocar uma gota da amostra de água na lâmina;
3. Posicionar a lamela com aproximadamente 45° em relação à lâmina, de forma a que a amostra se espalhe sobre a lamela. Baixar lentamente a lamela e remover o excesso de amostra com papel toalha;
4. Antes de começar a observação ao microscópio certificar-se de que está a ser utilizada a objetiva de menor aumento e acender a luz do microscópio;

5. Colocar a lâmina previamente preparada sobre a platina com a lamela voltada para cima e prendê-la com as presilhas;
6. Centralizar a amostra sobre o feixe de luz que passa pela platina;
7. Observar o foco através das oculares e realizar o ajuste focal com os parafusos macro e micrométricos;
8. Deverão ser observados diferentes partículas e seres vivos como por exemplo bactérias;
9. Caso se pretenda alterar a objetiva, certificar-se sempre de que se utiliza o parafuso macrométrico para reduzir a altura da platina, de modo a evitar danificar os equipamentos;
10. Registrar os resultados observados por escrito ou através de fotografias, indicando sempre qual a objetiva utilizada em cada observação;

Fase 2: "Maré negra"

2.1. O que acontece aos animais que vivem à superfície?

Material:

- 2 bacias de plástico;
- Água;
- Óleo;
- 4 penas;
- Detergente;
- Escova de dentes;



Figura 10 – Materiais necessários para a simulação dos efeitos de uma maré negra nos animais de penas

Procedimento:

1. Encher uma bacia com água limpa (bacia controlo) e outra com água e óleo (bacia teste);
2. Deixar cair duas penas na bacia controlo e duas penas na bacia teste;
3. Retirar as duas penas da bacia teste e tentar limpar o óleo através de dois métodos distintos:
 - um método químico: lavar com detergente;
 - um método mecânico: esfregar com uma escova de dentes, e deixar secar;

4. Registrar as diferenças no aspeto e textura das diferentes penas e comparar a capacidade de flutuação das quatro penas deixando-as cair na bacia controlo;



Figuras 11/12 – Identificação das bacias teste e controlo

2.2. Limpeza das marés negras

Materiais:

- Materiais com capacidade de absorção (Algodão, carrasca de pinheiro, rolo de cozinha, esponja de cozinha, ...);
- 380 ml de água (para cada bacia utilizada);
- Proveta 500ml;
- 5 bacias de plástico;
- 120 ml de óleo de cozinha (para cada bacia utilizada);
- Passador de metal/ pinça de metal;
- Cronómetro.

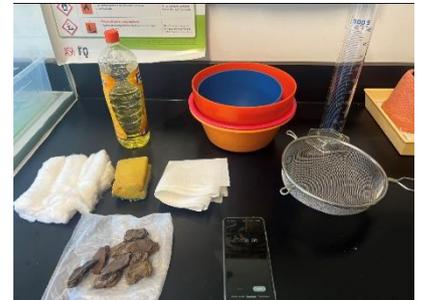


Figura 13 – Materiais necessários para a simulação da limpeza de marés negras

Procedimento:

1. Selecionar diferentes materiais para testar a sua capacidade de absorção do óleo (algodão, carrasca, panos, ETC.);
2. Preparar quantidades idênticas dos diferentes materiais;
3. Medir 380 ml de água com o auxílio de uma proveta;
4. Verter de seguida a água para a bacia de plástico;
Nota: (o número de bacias de plástico vai depender do número de materiais a testar)
5. Medir 120 ml de óleo com o auxílio de uma proveta e adicionar cuidadosamente o óleo à bacia onde se encontra a água que passa a ter um total de 500 ml de fluidos (repetir este procedimento para todas as bacias);



Figuras 14/15 – Medidas de água e óleo necessárias para a realização da experiência

6. Testar os materiais de limpeza selecionados colocando-os individualmente no passador ou diretamente na bacia, submergindo-os lentamente com uma ligeira agitação na bacia com água e óleo;
7. Após o adsorvente estar completamente submerso, aguardar 30 segundos;
8. Levantar o passador ou retirar os materiais com o auxílio de uma pinça de metal e deixar escorrer cuidadosamente durante mais 30 segundos;
9. Transferir o conteúdo da bacia contendo água e óleo para uma proveta de 500mL e comparar as quantidades absorvidas por cada material;

Fase 3: "Acidificação dos oceanos"

3.1. Acidificação da água induzida pela dissolução de CO₂

Material:

- 60 ml (totais) de extrato de couve roxa;
- Medidor de pH (neste caso foi utilizado o medidor de Ph da marca HANNA Instruments, série HI98103);
- Escala colorimétrica de pH;
- Bicarbonato de sódio;
- 100 ml de vinagre;
- 120 ml (totais) de água destilada;
- 2 Garrafas de plástico pequenas, uma de 30 cl e outra de 50 cl;
- 2 palhinhas ou outro tubos flexíveis;
- Plasticina;
- Dois gobelés de 50ml;



Figura 16 – Material necessário à simulação da acidificação dos oceanos (processo I)

Procedimento I:

1. Perfurar as tampas das garrafas e passar a palhinha pelos orifícios feitos, unindo assim as garrafas. Usar plasticina para selar os orifícios;
2. Colocar na garrafa mais pequena 30 ml de extrato de couve roxa e 60 ml de água destilada;
3. Colocar na outra garrafa 100 ml de vinagre e uma colher de chá de bicarbonato de sódio. O ácido



Figura 17 – Imagem ilustrativa de como o procedimento deve ser realizado

acético do vinagre reage quimicamente com o bicarbonato de sódio libertando CO_2 (de acordo com a reação $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2(\text{g})$). O CO_2 vai difundir-se através do tubo para a garrafa mais pequena baixando o pH da solução de água e indicador;

4. Observar as alterações de cor que ocorrem na garrafa que contém a solução de água e indicador de Ph, se necessário, agitar a garrafa com água;
5. Comparar as cores obtidas com a escala colorimétrica de pH;

Procedimento II:

1. Colocar volumes iguais de solução de extrato de couve roxa (15 ml de água de cozedura + 30 ml de água destilada) em dois gobelés de vidro. Um dos gobelés servirá de controlo e o outro de recipiente teste;
2. Inserir o medidor de pH em ambas as soluções e registar o seu pH;
3. Colocar uma palhinha no recipiente teste e soprar no líquido do mesmo, fazendo borbulhar a solução;
4. Comparar as alterações de cor e pH observadas com a solução controlo;
5. Registar as alterações observadas e o valor de pH determinado.



Figura 18 – Imagem ilustrativa de como deve ser o procedimento da simulação da acidificação dos oceanos (processo II)

3.2. Efeito da Acidificação dos Oceanos em conchas de animais marinhos

Materiais:

- 30 ml (totais) de extrato de couve roxa;
- 30 ml de sumo de limão;
- 2 copos de vidro;
- 30 ml de água;
- Conchas;



Figura 18 – Materiais necessários para a simulação dos efeitos da acidificação dos oceanos nos animais de concha

Procedimento:

1. Colocar num copo 15 ml de extrato de couve roxa e 30 ml de sumo de limão (recipiente teste); Nota: a solução deve ficar bem vermelha ($\text{pH} < 3$);
2. Colocar noutra copo 15 ml de extrato de couve roxa e 30 ml de água (recipiente controlo);
3. Colocar uma concha em cada copo e observar a libertação de CO_2 ;
4. Esperar aproximadamente 8 horas e retirar as conchas das soluções;
5. Registrar aspetos como a cor, o CO_2 libertado, dureza e rigidez da concha teste em relação à concha controlo;



Figura 19 – Identificação dos recipientes teste e controlo

Resultados

Fase 1: "Eco Jar" - Ecosistema Autossustentável

1.1 Elaboração do "Eco Jar"

1ª semana:

- No primeiro dia após a elaboração do "Eco Jar", a água apresentava um aspeto "sujo";

- Aproximadamente a partir do segundo dia, a água adquiriu um aspeto limpo e transparente, permitindo a identificação de várias espécies de seres vivos. Do reino plantae, foram observados 2 agriões de rio

Cardamine lyrata, 3 *Hygrophila polysperma*, *Lunularia cruciata* e

Cladophora glomerata. Por outro lado, do reino animalia foram observados 3 caracóis

Physella johnsoni, diversos invertebrados da espécie *Tubifex tubifex* e 1 *Forficula auricularia*;



Figura 20 – "Eco Jar" no primeiro dia após a sua elaboração



Figura 21 – “Eco Jar” após o segundo dia da sua elaboração



Figura 22 – Caracóis da espécie *Physella Johnsoni*



Figura 23 – Invertebrados da espécie *Tubifex tubifex*



Figura 24 – Inseto da espécie *Forficula Auricularia*

2ª semana:

- O água do ecossistema mantém o seu aspeto limpo e transparente;
- Todos os seres vivos do reino plantae continuam vivos e em desenvolvimento, assim como os caracóis *Physella johnsoni*;
- Já não se observa a presença do inseto da espécie *Forficula Auricularia*;
- Os invertebrados da espécie *Tubifex tubifex* introduziram-se nos sedimentos lodosos do ecossistema onde passaram a viver;



Figura 25 – Aspeto do ecossistema na 2ª semana



Figura 26 – Perfurações realizadas pelos invertebrados para se introduzirem no solo



Figura 27-29 – Caracóis *Physella johnsoni*



3ª e 4ª semana:

- Na terceira semana observou-se o desenvolvimento de novos insetos da espécie *Culicidae*;
- Ainda são visíveis alguns invertebrados nas perfurações que realizaram no solo. Uma fração destes indivíduos já se desenvolveu, tendo agora uma maior largura e comprimento e sendo por isso mais visíveis;
- Os outros aspetos gerais do ecossistema não sofreram alterações significativas;



Figura 30 – Novos insetos da espécie *Culicidae*



Figura 31 – Invertebrados desenvolvidos



Figura 31 – Invertebrados que continuam a utilizar as perfurações realizadas

5ª semana:

- Todos os seres vivos que ainda se encontravam vivos, ou que se desenvolveram durante as semanas 3 e 4 continuam a desempenhar as suas funções no ecossistema de forma normal;



Figura 32 – Aspeto do ecossistema na 5ª semana



Figuras 33/34 – Caracóis *Physella johnsoni*

6ª e 7ª semana:

- As plantas da espécie *Cardamine lyrata* teve um grande crescimento;
- Os insetos da espécie *Culicidae* continuam a multiplicar-se, encontrando asilo na superfície do pano de algodão que permite as trocas gasosas entre o ecossistema e o seu meio externo;

- Os caracóis começaram a reproduzir-se, sendo visível a deposição de avos no caule das plantas e o aumento do número de indivíduos desta espécie;



Figura 35 – Insetos da espécie *Culicidae* refugiados na superfície do pano de algodão

Figura 36 – Ovos dos caracóis *Physella johnsoni* depositados no caule das plantas

Figuras 37/38 – Novos caracóis reproduzidos



Figuras 39-41 – Novos caracóis reproduzidos e os ovos depositados no caule das plantas na fig. 41

Figura 42 – Crescimento das plantas da espécie *Cardamine lyrata*

8ª semana:

- A maioria das plantas que antes estavam presentes no ecossistema morreram, no entanto a espécie *Cardamine lyrata* continua a desenvolver-se;
- As paredes do ecossistema estão agora sujas;
- O seres vivos do reino animalia vivos até à semana 7 continuam a desenvolver-se;



Figura 43 – Aspetto do ecossistema após a morte de diversas plantas

Figuras 44/45 – Aspetto sujo das paredes do ecossistema e seres vivos das espécies *Physella johnsoni* e *Culicidae* que continuam a desenvolver-se

9ª semana:

- As plantas da espécie *Cardamine lyrata* continuam o seu rápido desenvolvimento;
- Morte de alguns dos caracóis que já estavam presentes nas primeiras semanas da evolução do ecossistema;
- As paredes do ecossistema vão progressivamente ficando mais escuras;



Figura 46 – Carapaça vazia de um caracol, sinal da sua morte



Figura 47 – Desenvolvimento das plantas *Cardamine lyrata*



Figura 48 – Paredes do ecossistema ficando progressivamente mais escuras

1.2 Análise ao microscópio da água do “Eco Jar”



Figura 49 – Fibra vegetal observada com uma ampliação de 10x



Figura 50 – Microscopia de uma espécie de alga verde da espécie *Chlamydomonas* que faz parte dos seres unicelulares flagelados com ampliação 40x



Figura 51 – Microscopia de um organismo celular da espécie *Paramecium caudatum* 40x



Figura 52 – Microscopia de um invertebrado da espécie *Tubifex tubifex* com ampliação 100x

Fase 2: "Maré negra"

2.1. O que acontece aos animais que vivem à superfície?

- Apesar das modificações serem mais notórias na pena que foi limpa por processos mecânicos, ambas as penas perderam o seu aspeto e textura normal;

- Ao serem introduzidas na bacia controlo, foi possível perceber que nenhuma das penas perdeu a sua capacidade de flutuação;

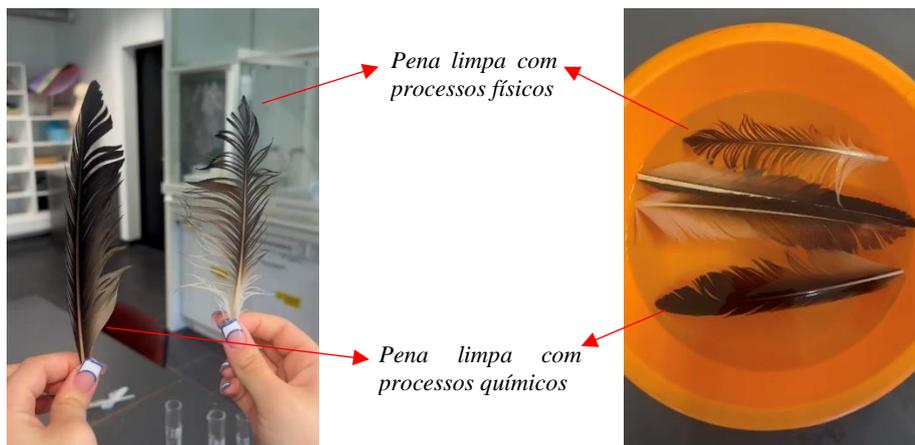


Figura 53 – Aspeto das penas após serem limpas pelos seus respetivos processos

Figura 54 – Diferenças na flutuação das penas teste e das penas controlo

2.2. Limpeza das marés negras

- Algodão: 500 ml (volume inicial de óleo+água) – 205 ml (volume final) = 295 ml absorvidos
- Rolo de cozinha: 500 ml – 435 ml = 65 ml absorvidos
- Carrasca de pinheiro: 500 ml – 480 ml = 20 ml absorvidos
- Esponja de cozinha: 500 ml – 370 ml = 130 ml absorvidos



Figura 55 – Absorção do algodão



Figura 56 – Absorção da esponja de cozinha



Figura 57 – Absorção do rolo de cozinha



Figura 58 – Absorção da carrasca de pinheiro

Fase 3: "Acidificação dos oceanos"

3.1. Acidificação da água induzida pela dissolução de CO₂

- Em ambos os procedimentos, os recipientes que continham o extrato de couve roxa, onde foi dissolvido o CO₂ adquiriram uma cor arroxeada;



Figura 59 – Alteração da coloração no processo I



Figura 60 – Alteração da coloração no processo II

3.2. Efeito da Acidificação dos Oceanos em conchas de animais marinhos

- Nos primeiros instantes em que se colocaram as conchas nas respetivas soluções, observou-se uma ligeira formação de bolhas no recipiente contendo o meio ácido, o que indica que se iniciou a dissolução do cálcio das conchas;

- Após 8 horas de repouso nos meios é bastante evidente a dissolução do cálcio das conchas, através de

uma maior presença de bolhas no recipiente teste e da alteração da cor e densidade da concha teste, que adquiriu uma cor mais clara e uma maior fragilidade;



Figuras 61/62 – Diferenças entre a dissolução de cálcio no recipiente teste e controlo



Figura 63 – Diferenças entre a dissolução de cálcio no recipiente teste e controlo após 8 horas



Figuras 64/65 – Diferenças entre a cor e densidade das conchas teste e controlo

Discussão dos resultados

Fase 1: "Eco Jar" - Ecossistema Autossustentável

1.1. Elaboração do "Eco Jar"

Ao longo do desenvolvimento do ecossistema, os organismos vivos começaram a interagir e estabelecer um equilíbrio biológico. As plantas realizaram a fotossíntese produzindo O_2 e utilizando o CO_2 libertado pelos animais e nutrientes presentes no solo. Os animais por sua vez, utilizam o O_2 libertado pelas plantas, e alimentam-se de detritos vegetais como algas ou outros organismos presentes. Ao morrerem ou realizarem as suas funções tróficas, os animais produzem resíduos que são decompostos por microrganismos presentes no solo, que libertam os nutrientes necessários às plantas. Este ciclo contínuo de nutrientes, é muito importante para a conservação deste tipo de ecossistemas, já que mantém o equilíbrio do ecossistema permitindo a sua sobrevivência. Desta forma, desenvolveu-se uma ecosfera no jarro, o que o tornou num ecossistema autossustentável, que não requer a utilização de recursos externos, com a exceção da luz solar, validando a hipótese prevista.

1.2. Análise ao microscópio da água do "Eco Jar"

A biosfera é o conjunto de todos os ecossistemas terrestres, e por isso, nela estão incluídos todos os seres vivos microscópicos que existem na litosfera, hidrosfera e atmosfera e que desempenham variadas funções, essenciais à sobrevivência do meio onde vivem. Dessa forma, é de prever que a ecosfera recriada num frasco inclua todos os seres escondidos da visão humana, hipótese esta comprovada pela análise de uma amostra de água do ecossistema elaborado.

Fase 2: "Maré Negra"

2.1. O que acontece aos animais que vivem à superfície?

Quando ocorre um derramamento de petróleo, grandes quantidades de óleo são libertadas na água, formando uma camada superficial, que adere às penas das aves, danificando a plumagem. Para a recuperação destas aves a remoção do óleo das penas é uma etapa crucial, mas que no entanto nem sempre funciona. Depois de afetadas pelas marés negras,

as penas têm tendência para perderem a sua impermeabilidade, permitindo que a água penetre mais facilmente, o que prejudica a capacidade das aves se isolarem termicamente e flutuarem na água, para além disso, o petróleo pode também levar à descoloração das penas, alterando a sua aparência natural, ou à alteração da sua textura e estrutura aerodinâmica. Ao ser testada a limpeza das penas através de dois métodos diferentes, podemos concluir que a hipótese proposta foi invalidada, já que apesar das penas terem perdido a sua textura e aspeto normal, estas não perderem a sua capacidade de flutuação. Isto acontece, porque a precisão dos resultados da experiência depende da quantidade de óleo à qual as penas estiveram expostas e ao tempo de exposição.

2.2. Limpeza das Marés Negras

O uso de absorventes é uma técnica comumente utilizada na limpeza de derramamentos de petróleo. Assim, ao serem testados diferentes materiais com diferentes níveis de capacidade de absorção, foram rejeitadas as duas hipóteses iniciais, já que os materiais que tiveram uma melhor capacidade de absorção foram o algodão e a esponja de cozinha, e os materiais que tiveram uma pior capacidade de absorção foram o rolo de cozinha e a carrasca de pinheiro. Contudo, é de salientar que os resultados obtidos podem ser influenciados pelas quantidades utilizadas de cada material.

Fase 3: "Acidificação dos Oceanos"

3.1. Acidificação da água induzida pela dissolução de CO₂

Quando o CO₂ é absorvido pela água do mar, ocorrem uma série de reações químicas que levam à formação de ácido carbónico (H₂CO₃). Este ácido, dissocia-se em iões de hidrogénio H⁺ e bicarbonato (HCO₃⁻), que reduzem o pH da água, aumentando a sua acidez. Assim, uma forma prática e simples de verificar a alteração do pH da água, é com a utilização de extrato de couve roxa, que contém antocianinas, pigmentos responsáveis pela sua cor roxa, que mudam de cor em resposta à variação do pH. Dessa forma, é de prever que como se vai induzir a acidificação deste extrato, as antocianinas adquirem uma cor entre os tons de rosa e roxo-claro, hipótese esta comprovada pelos resultados da experiência em ambos os processos realizados.

3.2. Efeito da Acidificação dos Oceanos em conchas de animais marinhos

A acidificação dos oceanos tem um impacto significativo nas conchas dos animais marinhos que dependem do carbonato de cálcio para construir as suas estruturas. Isto porque a acidificação torna as águas mais corrosivas para o carbonato de cálcio, o que pode levar à fragilidade e dissolução das conchas existentes e ao reduzir a disponibilidade de iões de carbonato, essenciais para a formação de carbonato de cálcio, irá dificultar a capacidade de os organismos marinhos construir e manterem novas conchas. Assim, partir dos resultados obtidos nesta experiência, é possível verificar a hipótese elaborada, já que foi possível observar a dissolução do cálcio das conchas, que levou à alteração da sua cor e aumento da fragilidade.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos em cada experiência, podemos concluir que as marés negras podem ter efeitos a longo prazo nos animais de penas, ao alterarem a textura e estrutura das penas dos mesmos, o que leva à perturbação ou até mesmo perda de capacidades necessárias à sua sobrevivência, como voar ou mergulhar para a recolha de alimento. Para que estes derramamentos de petróleo sejam combatidos, sem que afetem nenhum ser vivo, são frequentemente utilizados materiais absorventes que permitem a remoção do óleo das superfícies contaminadas. Dos materiais com absorvência testados, foi possível concluir que os mais benéficos a serem utilizados neste tipo de situações são por exemplo o algodão ou esponjas.

Também a acidificação dos oceanos tem impactos significativos nos ecossistemas aquáticos. Isto porque foi provado de forma experimental que a acidificação das águas leva a alterações do Ph, que tem uma série de efeitos nos ecossistemas, como por exemplo nos organismos classificadores, que constroem as suas estruturas corporais a partir de carbonato de cálcio. Como consequência da acidificação, ocorre uma redução na disponibilidade de iões de carbonato necessários para a formação dessas estruturas, dificultando o crescimento e a sobrevivência desses organismos.

Como forma de combate à extinção dos ecossistemas aquáticos, provocada por estes e uma outra variedade de fatores, podem ser utilizados ecossistemas autossustentáveis. Estes ecossistemas são desenhados para abrigarem uma ampla variedade de espécies, promovendo a diversidade biológica. Ao fornecerem habitats adequados e recursos necessários, estes ecossistemas criam condições favoráveis para a sobrevivência de várias

espécies, preservando a biodiversidade e ajudando a evitar a extinção de espécies e a manter o equilíbrio ecológico. Os ecossistemas autossustentáveis podem também ser utilizados como ferramentas de recuperação ambiental, ao criarem condições ideais para a reintrodução de espécies nativas ajudando na restauração de habitats degradados e áreas danificadas, reduzindo assim o risco de extinção dos ecossistemas naturais. Estes autossustentáveis desempenham funções semelhantes aos ecossistemas naturais, ao fornecerem serviços essenciais para a sociedade, como a purificação do ar e da água, a regulação do clima, a polinização das plantas, a proteção contra erosão do solo e a disponibilidade de recursos naturais. Ao manter e fornecer esses serviços, os ecossistemas autossustentáveis reduzem a pressão sobre os ecossistemas naturais e ajudam a preservá-los.

Referências

- Albertocaeiro.(2012).Estrutura de um artigo científico.Disponível em <http://www.albertocaeiro.net/estrutura-de-um-artigo-cientifico2>
- Ambientebrasil.(1999).*Impactos, recuperação e conservação de ecossistemas aquáticos*.Disponível em https://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/impactos_recuperacao_e_conservacao_de_ecossistemas_aquaticos.html
- Ambiente.cascais.(2023).*Poluição Marinha: fontes e consequências*.Disponível em https://ambiente.cascais.pt/sites/default/files/anexos/ambiente_fichas_guiua_poluicao_marinha.pdf
- Caedjus.(2019).*10 passos para você elaborar um projeto de pesquisa*.Disponível em <https://www.caedjus.com/10-passos-para-voce-elaborar-um-projeto-de-pesquisa/>
- ECycle.(2010).*Os problemas causados pelos agrotóxicos justificam seu uso?*.Disponível em <https://www.ecycle.com.br/os-problemas-causados-pelos-agrotoxicos-justificam-seu-uso/>
- ECycle.(2010).*O que é eutrofização e quais suas consequências?*.Disponível em <https://www.ecycle.com.br/eutrofizacao/>
- ElenaraLeitao.(2023).*Ecossistema autossuficiente em escola urbana*.Disponível em

<https://www.elenaraleitao.com.br/2015/01/ecossistema-autosuficiente-em-escola.html>
Encyclopedia.(1998).*Aquatic Ecosystems*.Disponível em
<https://web.archive.org/web/20160905065414/http://www.encyclopedia.com:80/doc/1G2-3408000025.html>
Explicatorium.(2022).*Marés negras*.Disponível em
<https://www.explicatorium.com/sociedade/poluicao-mares-negras.html>
FAECadernoPAIC.(2023).*Cidades biofílicas e a reconexão com os espaços urbanos*.Disponível em
<https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/398>[https://www.ostiposde.com/tip os-de-ecossistemas-artificiais/](https://www.ostiposde.com/tip-os-de-ecossistemas-artificiais/)

Iberdrola.(2017).*A poluição da água: como não colocar em perigo a nossa fonte de vida*.Disponível em
<https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/poluicao-da-agua>
Iberdrola.(2023).*Acidificação dos oceanos*.Disponível em
<https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/acidificacao-oceanos>
InfoEscola.(2006).*Ecossistemas aquáticos*.Disponível em
<https://www.infoescola.com/biologia/ecossistemas-aquaticos/>
Iguiecologia.(2018).*Restauração ecológica de rios*.Disponível em
<https://www.iguiecologia.com/restauracao-ecologica-de-rios/>
Industriaeambiente.(2021). *Projeto visa restaurar habitats degradados ao longo da costa*.Disponível em
<https://www.industriaeambiente.pt/noticias/projeto-visa-restaurar-habitats-degradados-ao-longo-costa/>
JimmyMottaTipple.(2018).*Estudo para adequação da concentração de fósforo de um esfluente de indústria de refrigerante para o lançamento em um corpo receptor classe II*.Disponível em
https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/AVALIA%C3%87%C3%83O_DA_PRECIPITA%C3%87%C3%83O_QU%C3%8DMICA_NA_REMO%C3%87%C3%83O_DE_F%C3%93SFORO_DO_EFLUENTE_DE_UMA_IND%C3%9ASTRIA_DE_REFRIGERANTE.pdf
JornalDiadeCampo.(2012).*Degradação dos ecossistemas aquáticos e os limites do crescimento*.Disponível em

[http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=26600&secao=Artigos%](http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=26600&secao=Artigos%20)

LifeCharcos.(2022).*Projeto*.Disponível em

<https://lifecharcos.lpn.pt/pagina.php?id=835>

Mare.(2022).*Restauro e Conservação de Ecossistemas Fluviais*.Disponível em

<https://www.mare-centre.pt/en/i-simposio-fluviario-mora-restaura-conservacao-dos-ecossistemas-fluviais-apoio-do-mare>

MeioAmbienteTécnico.(2023).*Avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos*.Disponível em

<http://meioambientetecnico.blogspot.com/2012/10/avaliacao-de-impactos-ambientais-em.html>

Oceano.org.(2023).*Acidificação Oceânica*.Disponível em

<https://www.oceano.org/pt-pt/recursos/acidificacao-oceanica/>

Polesk.(2013).*Como fazer um ecossistema aquático fechado?*.Disponível em

<https://www.ofsen.com/112114-como-fazer-um-ecossistema-aquatico-fechado>

PortalTratamentodeÁgua.(2023).*Remoção de nitrogênio e fósforo em efluentes: principais técnicas existentes, características, oportunidades e desafios para o tratamento terciário de efluente*.Disponível em

<https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2019/06/II-580.pdf>

Portoeditora.(2023).*Maré negra*.Disponível em

[https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$mare-negra](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$mare-negra)

Reefresilience.org.(2022).*A acidificação dos oceanos*.Disponível em

<https://reefresilience.org/pt/stressors/ocean-acidification/>

Segurospromo.(2023).*Central Park, Nova York: atrações do parque mais famosos do mundo!*.Disponível em

<https://www.segurospromo.com.br/blog/central-park-nova-york/>

Self-SustainingEcosystem.(2023).*What's a Jarrarium?*.Disponível em

<https://www.selfsustainingecosystem.com/jarrarium/>

Somoscidade.(2023).*Singapura: a cidade em um jardim*.Disponível em

<https://somoscidade.com.br/2022/12/singapura-a-cidade-em-um-jardim/>

TurbilhãodeFrescura.(2023).*Portugal preocupado com poluição química da água*.Disponível em

<https://www.turbilhaofrescura.pt/portugal-preocupado-com-poluicao-quimica-da-agua/>

Unesp.(2023).*Eutrofização dos corpos d'água*.Disponível em