

# Influência de microplásticos sobre a diversidade de fitoplâncton na Albufeira de Crestuma-Lever

Flávio Hihepavali Marcelino Kukeingue

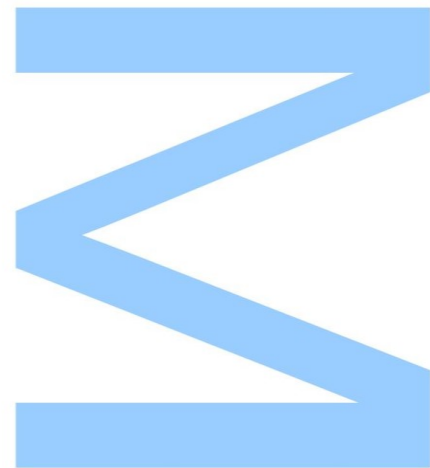
Mestrado em Biologia e Gestão de Qualidade da Água  
Departamento de Biologia  
2019

**Orientadora**

Doutora Maria da Natividade Ribeiro Vieira, Professora Associada com  
Agregação do Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências da  
Universidade do Porto

**Coorientador**

Dr. Uira Siqueira de Oliveira



Todas as correções determinadas  
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**N**

S

R

Dissertação submetida á Faculdade de Ciências da Universidade do Porto para a obtenção do grau de Mestre em Biologia e Gestão da Qualidade da Água, da responsabilidade do Departamento de Biologia.

A presente tese foi desenvolvida sob a orientação científica da Professora Doutora Maria da Natividade Ribeiro Vieira, Professora Associada com Agregação do Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

# Agradecimentos

Os meus agradecimentos em primeiro lugar a Deus Todo-Poderoso, pelo dom da vida por me conceder saúde constante, força e luz durante a minha formação de modo que atingisse este feito.

A todos meus familiares, pais, irmãos, sobrinhos que sempre contribuíram para o meu sucesso, desenvolvimento por aquilo que sou hoje, tudo que fizeram, e têm feito para que este dia chegasse e pelo apoio incondicional durante o tortuoso e espinhoso caminho percorrido até o final deste trabalho.

Agradecimento peculiar, aos mentores da determinação desta dissertação;

A Professora Doutra Maria de Natividade Ribeiro Vieira, pela sábia orientação, confiança, amizade, atenção permanente e apoio ao longo destes 2 anos, ao Mestre Uirá Siqueira de Oliveira, pela sua mestria, sabedoria, amizade, atenção total prestado.

A todos os docentes da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação académica ao longo deste período.

A todos colegas que fizeram parte da minha formação, aos colegas do laboratório, ao mestre Carlos, ao colega irmão Cláudio Matusse, ao meu sobrinho Mestre Edvaldo Lukileni, pela amizade e preocupação do dia a dia que tem me prestado

Também agradeço extensivamente o Governo Angolano, Instituto Nacional de Gestão de Bolsas de Estudo (INAGBE) governo provincial do Cunene, ao Drº Ricardo Kanepa, Pe. Lazáro Kondjasili e Hilário Sikalepo, pela oportunidade, confiança e amizade.

Aos meus colegas de Lutas ante, até o início da formação em Portugal, Anastácia Ndeweda, António Palaia e Osvaldo Neves; A todos meus amigos, que Deus vos retribua.

À todos o meu muito Obrigado.

## Dedicatórias

Dedico este trabalho a Deus, pela mercê da vida, saúde e sabedoria que me concedeu até a data presente; Aos meus pais, a minha querida filha Agnela Dúdia, meus queridos irmãos (a), minha querida companheira, amigos e colegas pela atenção granjeada durante a minha formação. A todos que direta ou indiretamente contribuíram na elaboração deste trabalho.

Que Deus vos retribua.

## Resumo

A Diretiva Quadro da água (DQA) do Parlamento Europeu é considerado como instrumento jurídico nacional, internacional, regulada pela legislação da Água Pelos Decreto – Lei nº 58/2005 e Decreto – Lei nº 77/2006. A DQA estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água que promove a gestão sustentável da água para contribuir no controlo dos problemas para proteção dos ecossistemas aquáticos, na prevenção para controlo da poluição, contaminação da qualidade da água na melhoria e recuperação de todas as massas de águas dos estados membros, considerando os elementos biológicos, elementos físicos-químico de suporte de elementos biológicos. De forma resumida o trabalho desta dissertação tem como objetivos fundamentais estudar os níveis de impactos de materiais de resíduos de origem de polímeros na comunidade de algas verdes na albufeira de Crestuma-Ler, as suas vantagens e desvantagens para o ambiente aquático. Assim importa referir a metodologia utilizada que consistiu na caracterização da albufeira, identificação dos respetivos locais, onde foram recolhidas amostras. A comunidade fitoplanctónica apresenta características específicas como organismo indicador, responsáveis pela maior parte de produção de oxigénio disponível no ambiente aquático e terrestre, os fatores externos com maior influência na sua densidade, podem aumentar, ou diminuir o índice de alguns grupos de táxons de fitoplâncton dependentemente do seu equilíbrio aquático, e de presenças de materiais de origem de polímeros. De acordo com os resultados obtidos as cianobactérias, diatomáceas e chlorophyta apresentaram um ótimo nível de aderência e desenvolvimento diante de volume considerável de resíduos de minúsculos fragmentos de microplásticos, em todos locais, apresentaram uma variação média compatível com as densidades tanto da diversidade de espécies, como de partículas de microplásticos. Também foram observado efeitos nocivos de microplásticos na diversidade de 7 grupos de fitoplâncton com pouca abundância de táxons, em detrimento da densidades de resíduos de monómeros no seu habitat. A temperatura da água propicia grande influência nas atividades biológicas e no crescimento dos mesmos, a presença do azoto na forma de nitrato em um corpo da água é indicador da poluição relacionada ao final do processo de nitrificação e pode caracterizar a presença de efluentes de esgotos sanitários. A dinâmica dos fosfatos está intimamente ligada aos sedimentos aquáticos, a retenção ou liberação a partir do sedimento, uso agrícola dos solos em pequenas bacias hidrográficas localizadas em regiões de encosta pode alterar as condições ecológicas naturais na diversidade de

fitoplâncton na albufeira de Crestuma-Lever. Os teores de clorofilas apresentaram um nível bastante satisfatório de concentração do terceiro local, em relação o feopigmento apresentou valores zeros o que significou a degradação total da matéria orgânica do terceiro local de colheita

**Palavras-chaves:** fitoplâncton, microplásticos, qualidade da água.

## Abstract

The Water Framework Directive (WFD) of the European Parliament is considered as a national and international legal instrument, regulated by Decree - Law No. 58/2005 and No. 77/2006. The WFD establishes a framework for Community action in the field of water policy that promotes sustainable water management to help control the problems of protecting aquatic and terrestrial ecosystems, also in the prevention of water contamination and recovery of all water bodies of the member states considering the physical-chemical elements to support the biological elements. This research aims to study the impact levels of polymer waste materials on the green algae community of the Crestuma-Lever reservoir. During the study the reservoir was characterized, the respective locations were identified and all research samples were collected, which allowed the data processing. The results show that cyanobacteria, diatoms and chlorophytes presented an excellent level of adhesion and development in face of the considerable volume of residues of tiny microplastic fragments. In all analyzed sites, they presented an average variation compatible with the densities of both species diversity and microplastic particles. It is noted that water temperature has a great influence on biological activities and growth, and the presence of nitrate nitrogen in a body of water is an indicator of pollution related to the end of the nitrification process and may characterize the presence of sewage effluent. Phosphate dynamics are closely linked to aquatic sediments and the retention or release from the sediment. Agricultural use of soils in small watersheds located in hillside regions may alter the natural ecological conditions of phytoplankton diversity in the Crestuma-Lever reservoir. Chlorophyll contents presented a very satisfactory level of concentration of the third sampling site, the phaeopigment presented zero values, which means the total degradation of the organic matter of the third sampling site.

**Keywords:** Phytoplankton, microplastics, water quality.

# Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>I</b>
<b>Dedicatórias</b> .....	<b>II</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>III</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>V</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>VII</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Lista de Abreviaturas</b> .....	<b>IX</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1 Comunidade fitoplanctônica.....	1
1.2. Microplásticos.....	2
1.2.1. Impacto dos microplasticos .....	3
1.3. Diretiva Quadro da Água (DQA).....	4
1.4. Objetivos.....	5
<b>2. Materiais e Métodos</b> .....	<b>6</b>
2.1. Caracterização da área de estudo .....	6
2.2. Amostragem .....	7
2.3. Procedimentos laboratoriais .....	8
2.3.1. Identificação do Fitoplâncton .....	8
2.3.2. Parâmetros físico-químicos da água .....	10
2.3.3. Parâmetros biológicos da água .....	11
2.4. Microplásticos.....	12
2.5. Caracterização da densidade de microplásticos .....	14
2.6. Análise estatística .....	15
<b>3. Resultados e Discussão</b> .....	<b>16</b>
<b>4. Considerações Gerais</b> .....	<b>23</b>
<b>5. Referências Bibliográficas</b> .....	<b>24</b>

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> - Barragem de Crestuma-Lever área de estudo, imagem extraído pelo autor. .....	7
<b>Figura 2.</b> - Barragem de Crestuma - Lever indicando os três pontos onde foram realizadas as colheitas das amostragens, fonte: ( <a href="http://dourovalley.eu">htt://dourovalley.eu</a> ).....	8
<b>Figura 3.</b> - Observação e Contagem de espécies de fitoplâncton presente nas diferentes amostras .....	12
<b>Figura 4.</b> - Banho maria durante centrifugação das amostras de microplásticos. ....	14
<b>Figura 5.</b> - Representação de concentrações da clorofila a (mg/m <sup>3</sup> ), na superfície e fundo de todos os locais de amostragem (P1; P2 e P3).....	17
<b>Figura 6.</b> - Representação de concentrações de feopigmentos (mg/m <sup>3</sup> ) na superfície e fundo de todos os locais de amostragem (P1; P2 e P3).....	18
<b>Figura 7.</b> - Representação da diversidade das espécies.....	19
<b>Figura 8.</b> – Densidade de microplásticos.....	20

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> - Volumes usados para extração de microplásticos .....	13
<b>Tabela 2.</b> - Representação dos valores máximos e mínimos dos parâmetros físico químicos da água. ....	16

## Lista de Abreviaturas

<b>EDP</b>	Energia de Portugal
<b>PNCLD</b>	Portuguese National Committee on Large Dams
<b>POACL</b>	Plano de Ordenamento da Albufeira de Crestuma-Lever
<b>DQA</b>	Diretiva Quadro da Água

# 1. Introdução

A água desempenha um papel de extrema importância na vida animal e contribui para o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. A hidrosfera é constituída por três reservatórios principais tais como: Oceano, continentes e atmosfera; O desenvolvimento da sociedade a industrialização, o aumento exponencial da densidade populacional a agricultura, entre outros podem ser considerados como as principais causas pelo uso e consumo da água, provocando alterações amplas na sua qualidade. A má gestão e falta de controlo adequado deste recurso podem levar sua escassez, pelo que é importante a tomada de consciência da humanidade para esta problemática. É importante a criação de programas de prevenção contra a poluição e não apostar somente no tratamento de recursos hídricos. A vida nos ecossistemas aquáticos água é muito influenciada pelos microrganismos. A reação sensível de um microrganismo frente à qualidade do seu habitat pode ser considerada como indicador de qualidade. A crescente expansão demográfica e industrial tem aumentado a necessidade de utilização de água doce, portanto devemos ter maior cuidado na preservação, controle e na utilização racional da água, desenvolvendo e aprimorando as técnicas de utilização, gestão e recuperação das fontes de captações (mananciais) (Souza F. 2003).

## 1.1 Comunidade fitoplanctônica

A avaliação da comunidade fitoplanctônica densidade de organismos (demografia), onde são identificados os táxons (em nível de filo ou espécie) e quantificados o número de organismos, em termos de densidade por mililitro. Estes parâmetros têm grande contribuição para que se possa fazer o levantamento das variações tanto naturais quanto as decorrentes de mudanças no ambiente devido às ações antrópicas, em especial quando se dispõem de indicações da comunidade fitoplanctônica e da sua variabilidade através do impacto resultante da ação diária, sazonal e até mesmo de longos períodos ou sequências anuais protagonizados pelo homem no ambiente aquático (Freitas A. 2007). Os ecossistemas aquáticos em geral estão sujeitos a mudanças na hidrodinâmica, na energia solar e na temperatura, que causam incerteza na composição da comunidade fitoplanctônica e nas relações com outros parâmetros hidrológicos (Anselmo, 2007). Nestes sistemas, os fatores externos com maior influência na densidade da comunidade são a precipitação, pois permite a

entrada de nutrientes provenientes do caudal dos rios, a lixiviação de solos fertilizados e dos detritos orgânicos de locais urbanísticos e agrícolas, e a penetração de luz. Ainda os padrões de precipitação e caudal influenciam a densidade e composição da comunidade fitoplanctônica nas albufeira (Anselmo. 2007). O fitoplâncton tem o seu crescimento por vários fatores, tais como a disponibilidade de luz, a temperatura, nutrientes como nitrogénio e fósforo. Por outro lado são comuns as mudanças na abundância de algas por causa das variações sazonais, que provocam, magnitudes no ecossistema aquático, e produção primária (Timothy. 1984).

## 1.2. Microplásticos

Microplásticos são considerados uma subcategoria da classe de polímeros tidos como macromoléculas constituídas por cadeias de monómeros moléculas pequenas. esse tipo de polímeros sintéticos se o preparados a partir de polímeros orgânicos que podem ser simplesmente moldados a elevada temperatura e apresenta pouco custo. A sua utilização constante é devidas suas diversas propriedades de pouco peso, transparências, resistência, impermeabilidade, cumprimentos, isolamento térmico, acústico e elétricos (Silva *et al.*, 2005). Microplásticos são pequenas partículas de plásticos menores de que (5 mm) milímetros de tamanhos, e são originários de duas fontes, que são fabricadas propositadamente para determinada aplicação industrial ou domésticos, tais como; as dos esfoliantes faciais, cremes dentiais grânulos de resinas utilizada nas indústrias de plásticos (microplásticos primários), e outros formados a partir de destruição de objetos de plásticos maiores ou de abrasão mecânica (microplásticos secundários) (Solomon, *et al.*, 2016). Estas pequenas partículas entram nos ecossistemas aquáticos por diversas formas de atividades, forças naturais exercidas por ação do vento e correntes, junto superfície terrestre através de produtos de limpezas, roupas sintéticas alcançando águas dos rios, albufeiras, lagos, lagoas e estuários através das vias de escoamentos, drenagem e estações de tratamentos de águas residuais (Wessel *et al.*, 2016). No entanto, a maior parte de partículas de plásticos depositados nos locais impróprios, podem ser transportados até aos ambientes aquáticos.

Os microplásticos encontram-se dispersos quase em todo mundo em grande escala nos oceanos, nas orlas costeiras, pequenos sedimentos nos fundos do mar, nas praias, nas águas residuais tornando-se facilmente disponível para ingestão de amplos pelos organismos (Bosker, *et al.*, 2018).

Os microplásticos são compostos sintéticos de longas cadeias moleculares que podem deteriorar naturalmente no meio ambiente e ser sintetizadas (Unep, 2016). Porém são constituídas por pequenas unidades conhecidas como monómeros, e em função da sua estrutura contém um peso elevado de moléculas, formados por pedacinhos menores comuns, podem ser designados de microplásticos primários, e se apresentar partículas contrários em diferentes seguimentos, podem ser chamados de microplásticos secundários (Gesamp, 2015); A origem dos polímeros sintéticos esta interligada com os combustíveis fosseis entretanto, fontes de concentração de águas como os resíduos orgânicos, e óleo vegetal passaram a ser recurso fundamental atualmente. Visto que os polímeros, além da fonte as características de plásticos têm uma posição decisiva na vida dos organismos aquáticos (Unep, 2016). Em termos gerais os microplásticos são considerados como detritos, fragmentos sintéticos que podem serem encontrados no ambiente aquático e responsáveis por diversos impactos ecológicos e socioeconómicos (Broowne *et al.*, 2015). Há uma crescente preocupação sobre constantes aumentos de partículas de microplásticos no ambiente das comunidades aquáticos (Arthur, *et al.*, 2009). Fragmentos e fibras sintéticas estão biodisponíveis a organismos de diferentes cadeias alimentares. Quanto menos dimensão tiver a partícula, maior é o número de grupos de microrganismos que os confunde como alimento e acabam por ingerir como partículas sustentáveis da cadeia alimentar. Os efeitos deletérios podem ainda agravar-se caso poluentes orgânicos e inorgânicos, como persistentes (POPs), ou metais pesados estejam adsorvidos na superfície dos microplásticos (Cole, *et al.*, 2013).

### **1.2.1. Impacto dos microplásticos**

O impacto mais visível e preocupante de partícula de plásticos é sua concentração nos ecossistemas aquáticos (Cole, *et al.*; 2011). Microplásticos podem influenciar consideravelmente densidade de espécies aquáticas, ameaçando assim a biodiversidade de indivíduos no seu habitat (Free *et al.*; 2014). Ainda a ingestão de microplásticos por organismos aquáticos é comum por serem confundidos por muitas espécies como suas presas naturais. A ingestão de fragmentos de plásticos pode causar redução nas taxas hormonais, reprodutivas, ferimentos internos que podem conduzir os organismos até a morte (A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society European, 2019). Vários autores relataram influências negativas provocados por microplásticos em uma grande diversidade de organismos da flora e fauna aquáticas. De acordo com alguns estudos indicaram que até 2050, 99% das espécies aquáticas

estarão ingerindo microplásticos (Unep, 2016). Normalmente quando os detritos atingem profundidades elevadas do ambiente aquáticos, podem provocar ainda danos significativos à fauna bentónica. Deste modo, este estudo vem mostrar, que entrada de microplásticos, na comunidade de espécies na água está diretamente interligado as características hidrológicas dos sistemas aquáticos. Os plásticos tornaram-se um elemento de rápido crescimento do fluxo de resíduos nos rios, lagos e lagoas entre 1950 e 2003, e sua fabricação total subiu profundamente consoante as décadas anteriores, 1,7 milhões de toneladas em 1950 para 299 milhões de toneladas em 2014 (Plastic & Europa, 2015); Programa das Nações Unidas para o Ambiente, (Unep, 2015). As perspectivas de produção padrão de utilização do consumidor e resultados demográficas indicaram para um crescimento do utilizador de plásticos no que, provavelmente 5% de material de plásticos poderão ser recuperados e isto indicará á acumulação considerável deste material, devido emigração em ampla escala no meio fluvial (Olivatto *et al.*, 2018).

### 1.3. Diretiva Quadro da Água (DQA)

Com a Diretiva Quadro da Água (DQA), Diretiva 2000/60/CE começou-se uma nova era na política Europeia da gestão da qualidade da água. A partir daí estabeleceram-se padrões de qualidade da água e limite de emissão para indústrias e para agricultura. De acordo com esta diretiva todas águas devem ser objeto de estudo e proteção introduzindo-se o conceito de gestão das bacias hidrográficas, a noção de uso sustentável da água (princípio do utilizador pagador) e controlo da contaminação (diretiva 2000/60/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO De 23 de Outubro de 2000). Importar monitorizar e avaliar a qualidade das reservas de água para abastecimento público e industrial, produção de energia elétrica, irrigação, recreio e lazer, uma vez que podem também ser meios recetores de efluente doméstico e industrial de escorrência dos resíduos agrícola e florais. Entrada de volumosas quantidades de nutrientes e matéria orgânica, acima das capacidades assimilativas nos ecossistemas naturais desequilibra o sistema aquático. Os problemas de qualidade da água acarretam riscos para saúde pública e vida animal pelo que é necessário um estudo aprofundado destes fenómenos e a existência de ferramentas previsionais que permitam acionar medidas de controlo para sobrevivência e desenvolvimento de espécies de algas na superfície e fundo aquático (Tucci C, 2008). Nos rios, lagos, lagoas

e mares encontram-se imensas composições de comunidade fitoplanctónicas, responsáveis pela maior parte de produção de oxigénio disponível (Barata, *et al.*, 2006);

## **1.5 Objetivos**

### **Objetivo geral:**

Estudar a influência de microplásticos na diversidade fitoplanctónica na albufeira de Crestuma-Lever.

### **Objetivos Específicos:**

Identificar os diferentes tipos de microplásticos que possam causar danos deletérios na diversidade de fitoplâncton;

Caraterizar os organismos da comunidade fitoplanctónica e relacionar a sua densidade e diversidade com a quantidade e qualidade dos microplásticos.

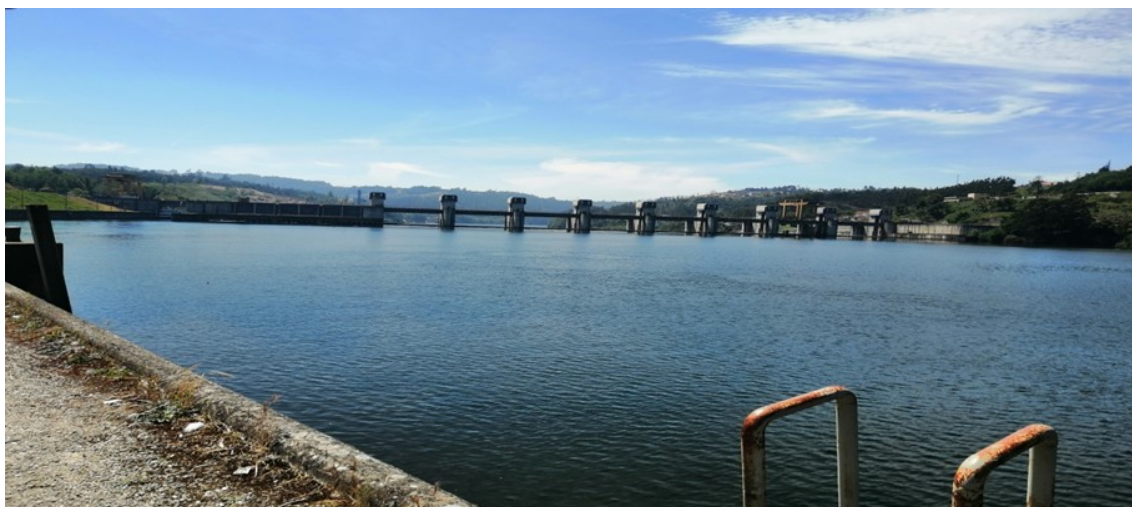
## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo foi a albufeira Crestuma-Lever. A albufeira está localizada no distrito do Porto na bacia hidrográfica do Douro do rio Douro em Portugal, sendo a última barragem do referido rio antes de atingir o oceano. Inicialmente foi projetada para a freguesia de Crestuma, acabando por ser construída na freguesia de Lever. Desde 29 de Setembro de 2014, pertence União de freguesias de Sandim Olival, Lever e Crestuma. Além do armazenamento de água para produção de energia elétrica, cuja sua capacidade instalada de produção de energia elétrica é de 117 MW, a barragem é utilizada para travessia pedonal e rodoviário para o concelho de Gondomar, na outra margem do rio. A albufeira de Crestuma-Lever faz parte da bacia hidrográfica do rio Douro o considerado maior da península Ibérica. A mesma bacia transpõe os dois países vizinhos, isto é, Portugal e Espanha, cuja maior parte da bacia pertence ao espaço limítrofe da Espanha e pequena parte pertencendo a Portugal numa extensão total de 98.000 Km<sup>2</sup> (Análise e verificação de um modelo Ecológico para albufeira de Crestuma-Lever, 2006).

Nas diversas albufeiras que foram erguidas no Douro a barragem de Crestuma-Lever é tida como a albufeira, mais jusante, uma vez que se encontra no percurso terminal do rio no perímetro 22 Km da sua foz (Análise e verificação de um modelo Ecológico para albufeira de Crestuma-Lever, 2006). Albufeira de Crestuma-Lever localiza-se a curta distância da cidade do Porto, cuja sua fundação foi terminada em 1985. Albufeira de Crestuma-Lever, tem uma profundidade aceitáveis, com uma altura máxima considerável de 22,5 metros com a capacidade máxima de descarga de 26000 m<sup>3</sup>/s (EDP, 2014., Lopes, 2002., PNCLD, 1992). Pode armazenar num total de 110 hm<sup>3</sup>, e uma superfície protegida a nível da capacidade de armazenamento de 1298 há (POACL, 2004). A sua estrutura é composta de 8 descarregadores, compactados indiretamente na formação de rochas de xistos por suportes de paredes mudadas, não chegando substratos. Cada descarregador é preparado com comporta de tipos duplas (Quintela, 1990). Albufeira tem uma vista esquerda onde aparece a central elétrica com capacidade de turbinação instalada de 117 MW (EDP, 2014., PNCLD, 1998). No seu lado direito, albufeira possui eclusa de flutuação (dando acesso a fluviais marítimos de navios e embarcações de recreios para fins comerciais (PNCLD, 2004., POACL, 2004).

**Figura 1.** - Barragem de Crestuma-Lever área de estudo, imagem extraído pelo autor.



## 2.2. Amostragem

De forma a avaliar o efeito dos microplásticos na comunidade fitoplanctónica da Albufeira de Crestuma, foram recolhidas amostras de água em locais estratégicos da albufeira com a finalidade de estudar a diversidade do fitoplâncton e avaliar os parâmetros físico-químicos, abundância de microplásticos. A amostragem foi feita em três pontos de amostragem de acordo com objetivo do trabalho, segundo os seguintes critérios. O primeiro ponto está localizado nas coordenadas  $41^{\circ}04'23.5''N$   $8^{\circ}28'51.4''W$ , próximo à estação de tratamento de água de Crestuma- Lever. O segundo ponto está localizado nas coordenadas  $41^{\circ}04'27.2''N$   $8^{\circ}28'27.4''W$ , junto à albufeira, numa zona em que está a decorrer uma obra de requalificação de um cais. O terceiro ponto está localizado nas coordenadas  $41^{\circ}04'21.2''N$   $8^{\circ}28'14.3''W$ , junto a um porto de embarque recreativo. O período de amostragem decorreu no mês de Maio de 2019. No primeiro e no terceiro local, foram recolhidas amostras de água à superfície e em profundidade com o auxílio da garrafa de Van dorne PVC (aproximadamente 3 metros), enquanto no segundo ponto apenas foram recolhidas amostras de água à superfície por questões de segurança (local sujeito a obras de reconstrução de uma ponte).

**Figura. 2** - Barragem de Crestuma - Lever indicando os três pontos onde foram realizadas as colheitas das amostragens, fonte: ([htt://dourovalley.eu](http://dourovalley.eu)).



Para o estudo da Taxonomia do fitoplâncton, dos parâmetros físico-químicos, dos Microplásticos, e das clorofilas presentes na Albufeira, foram recolhidos respetivamente 1.25 L, 3.25 L, 15 L e 15 L de água.

## 2.3. Procedimentos laboratoriais

As amostras de água foram recolhidas para frascos nos quais permaneceram armazenadas. Posteriormente, as amostras relativas aos parâmetros físico-químicos, à taxonomia e à clorofila *a*, foram transportadas até ao laboratório em duas caixas térmica a (4° C), enquanto as amostras de Microplásticos foram transportadas à temperatura ambiente. De acordo com os parâmetros estudados, as amostras foram preservadas de forma distinta até à sua análise. As amostras de microplásticos foram preservadas à temperatura ambiente, as de Taxonomia foram conservadas no frigorífico a 4° C, e as amostras de clorofila *a* e de parâmetros físico-químicos foram ambas mantidas num congelador a -20° C.

### 2.3.1. Identificação do Fitoplâncton

O fitoplâncton possui vários pigmentos fotossintéticos, sendo a clorofila *a* usada para estimar a biomassa fitoplanctónica. Assim, neste trabalho foi realizada também a determinação da concentração da clorofila *a* a partir de um método de

espectrofotometria. As amostras de água foram conservadas a  $-20^{\circ}\text{C}$  até à sua utilização. Para analisar a quantidade de clorofila a presente na água, procedeu-se à filtração da mesma. Um filtro de fibra foi colocado no suporte de filtração com o auxílio da pinça. As amostras foram homogeneizadas por agitação dos 15 frascos de amostragem. Com o auxílio de uma rampa de filtração e da bomba de vácuo, com um volume de 750 mL de amostra de cada frasco, foi filtrado durante aproximadamente 10 minutos para que o filtro não colmatasse, a uma pressão inferior a 400-600 mbar para prevenir a destruição das células de fitoplâncton. Posteriormente, o filtro foi retirado, dobrado e enxugado em papel absorvente de laboratório. (Normas hp4327: 1996 Standart Methods 10200H (Alpha, 1999), Hansson (1988) e Brito *et al.*, 2009. De seguida, os filtros foram embrulhados em folha de alumínio e foi armazenada a  $-20^{\circ}\text{C}$  até à extração da clorofila "a".

Para a extração da clorofila a, os filtros foram introduzidos em tubos de falcon de 15 mL e embrulhados com papel de alumínio para proteger as amostras da luz. A cada tubo foram adicionados 5 mL de acetona a 90%, macerados e centrifugados durante, aproximadamente 20 minutos a 3000/4000 rpm, e a cada um dos tubos foram novamente adicionados 5 mL de acetona a 90%. Posteriormente a um tubo de falcon de 15 mL vazio foi adicionado 10 mL de acetona a 90% - branco espectrofotométrico. O tubo de falcon com o filtrado, e o branco foram centrifugados durante aproximadamente 20 minutos a 3000/4000 rpm. Imediatamente após este período foi realizada a leitura espectrofotométrica do extrato. A quantificação de clorofila a foi realizada a partir da leitura espectrofotométrica do extrato.

Os valores da clorofila a e dos feopigmentos foram avaliados através de um método de espectrofotometria. Para tal, 3 mL do extrato, obtidos no passo anterior, foram transferidos do tubo de falcon para a cuvette de quartzo com o auxílio de uma pipeta. Posteriormente, a absorvência dos extratos das amostras foi medida a **750 nm** e a **650 nm**, contra o branco de acetona (90%). Posteriormente, foram adicionados 100  $\mu\text{L}$  de ácido clorídrico (**HCl 0,1N**) ao extrato. A cuvette foi agitada durante 1 minuto, e de seguida, a absorvência do extrato foi novamente medida. Após a obtenção dos resultados, as concentrações de clorofila a e de feopigmentos foram calculadas de acordo com as equações de (Lorenzen (1967):

$$\text{Clorofila a (mg/m}^3\text{)} = 11,4 \cdot K \cdot [(A_{665} - A_{750}) - (A_{665A} - A_{750A})] \cdot V_1 / (V_2 \cdot l)$$

$$\text{Feopigmentos mg/m}^3\text{)} = 11,4 \cdot K \cdot [R \cdot (A_{665A} - A_{750A}) - (A_{665} - A_{750})] \cdot V_1 / (V_2 \cdot l)$$

<b>Legenda das equações</b>	
<b>A665</b>	Absorvências a 665 nm antes da acidificação
<b>A665A</b>	Absorvências a 665 nm após a acidificação
<b>A750</b>	absorvência a 750nm antes da acidificação
<b>A750A</b>	Absorvências a 750 nm após a acidificação
<b>K</b>	Facto que equaciona a redução da absorvências na concentração inicial de clorofila <i>a</i> após acidificação = $R/(R-1) = 2,43$ .
<b>R</b>	Razão máxima de absorvência de <b>A665/A665A</b> na ausência de feopigmentos (=1,7).
<b>V1</b>	Volume de acetona a 90% utilizado na extração (mL)
<b>V2</b>	Volume da amostra filtrada (l)
<b>l</b>	Percurso ótico da célula do espectrofotômetro (cm)

### 2.3.2. Parâmetros físico-químicos da água

No primeiro e no terceiro ponto foram recolhidos ao todo 12 frascos de 250 mL de água, dos quais 6 foram recolhidos à superfície, e os outros 6 em profundidade. No segundo ponto, apenas foi recolhido 3 frascos de 250 mL de água à superfície. Após a recolha das amostras, foi avaliado no local de amostragem o oxigénio dissolvido, a temperatura e a condutividade térmica das mesmas através de uma sonda eletroquímica multiparamétrica (Hanna). Posteriormente, foram analisados em laboratório os parâmetros físico-químicos da água.

Para avaliar a concentração de amónia das amostras, as mesmas foram analisadas num instrumento multiparamétrico (Multiparameter Ino Specific Meters, Hanna). Primeiramente, encheu – se 10 mL de amostra numa cuvette sem reagente, depois foi adicionada à cuvette do multiparamétrico, e foi efetuada uma análise no instrumento que serviu de branco para as posteriores medições. Posteriormente, a cuvette foi retirada do instrumento e à amostra foram adicionadas 4 gotas de reagente Nessler (Hanna). A , cuvette foi agitada, e às amostras foram adicionadas 4 gotas do reagente de Amonia MR (Hanna). Por fim, a cuvette foi novamente reintroduzida no instrumento paramétrico no qual a quantidade de amónia da amostra (mg NH<sub>4</sub>/L) foi determinada.

Para avaliar a concentração dos fosfato das amostras, foi também realizada a sua análise num instrumento multiparamétrico (Multiparameter Ion Specific Meters, Hanna). Primeiramente, encheu - se 10 mL de amostra sem reagente, foram adicionados à cuvette do multiparamétrico, e foi efetuada uma análise no instrumento

que serviu de branco para as posteriores medições. Posteriormente, a cuvette foi retirada e à amostra foi adicionado o reagente de fosfato (Hanna) em pó. De seguida, a cuvette foi agitada até o reagente ficar completamente dissolvido, e foi reintroduzida novamente no instrumento paramétrico no qual a concentração de fosfato foi determinada. Para sua avaliação dos nitratos tiveram os mesmos moldes de tratamentos para obtenção dos seus valores.

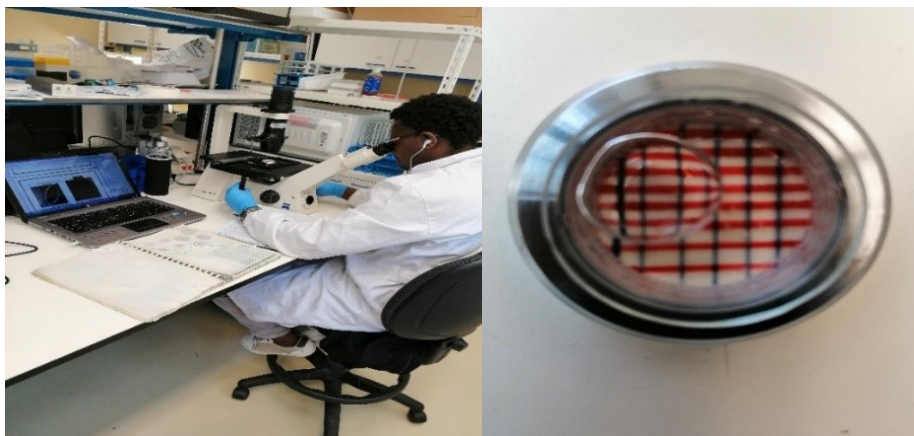
### 2.3.3. Parâmetros biológicos da água

Para a avaliação dos parâmetros biológicos da água, foi realizada uma análise quantitativa do fitoplâncton presente nas amostras, a partir da identificação, contagem e do cálculo do biovolume dos organismos pertencentes a cada *taxon* em 10 mL volume de água recolhida que foram colocadas na câmaras de sedimentação. As amostras e as câmaras de sedimentação foram submetidas a um período de aclimação à temperatura ambiente durante uma 1 hora ante da sua observação ao microscópio. Posteriormente, as amostras de água foram homogeneizadas e com o auxílio de uma pipeta, foram adicionadas à câmara de sedimentação de forma a preencher cuidadosamente o seu volume total, evitando a formação de bolhas de ar. A coluna de sedimentação foi tapada com uma peça de vidro. A câmara de sedimentação foi conservada durante 24h horas, protegida da luz e à temperatura ambiente depois da primeira observação. Após este período, no dia seguinte a câmara de contagem foi colocada novamente ao microscópio de inversão para a observação e contagem do fitoplâncton. Primeiramente, foi verificada com a menor ampliação se as distribuições das partículas eram aleatórias, e se a densidade de algas e cianobactérias por campo de contagem permitia uma correta identificação e quantificação das mesmas.

Posteriormente, a quantificação do fitoplâncton foi feita a partir do método de contagem completa da câmara. Para tal foi usadas uma ocular com um micrómetro calibrado e uma película da câmara com traços que possui uma grelha com várias linhas verticais. A quantificação dos organismos foi realizada pela deslocação da câmara para a esquerda ou para a direita, e contagem dos indivíduos presentes nessas linhas. O número de organismos contados de cada *taxon*, bem como a área da câmara e o volume de amostra sedimentado permitiram posteriormente observar e identificar os números de algas por volume de amostra. Assim, densidade fitoplanctónica nas amostras foi determinada a partir de uma fórmula, do programa do Excel sendo número de unidades por volume na amostra (unidades/mL), a densidade de espécies por quadrícula ou

transepto (ou número total de unidades na câmara), **A** Área da câmara, **v** o volume da amostra sedimentado na câmara, **a** Área do campo de contagem (quadrícula, transepto ou câmara) e **d** o Facto de diluição ou de concentração da amostra diluída dos organismos concentrados. (Protocolo de amostragem de análise para fitoplâncton 2008).

Figura 3. - Observação e Contagem de espécies de fitoplâncton presente nas diferentes amostras



### 2.3. Microplásticos

Para extração de microplásticos que ocorrem na coluna da água recolhidos quinze litros (15L) de amostras de água em três pontos diferentes dos quais no primeiro e terceiro ponto de amostragem foram colhidos seis litros de água (6L), três superfícies (3), e três (3) m de profundidade, enquanto que no segundo ponto foram colhida apenas três litros (3) de água superfície. Em laboratório as amostras de água foram retiradas dos respetivos frasco de vidros, e foram colocados nos balões com um volume correspondente de 500 ml á 1000 mL. De forma a degradar com eficácia a matéria orgânica contida na amostra para extração de microplásticos foram adicionados desde 55 ml até 80 ml de peróxido de hidrogénio a 30% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), correspondente a cada nível de volume da amostra de cada balão, de acordo com pontos de colheita e as réplicas, depois foram agitados manualmente de forma circular, e coberto com papel de alumínio, posteriormente colocado em banho Maria no aparelho de oscilação incubadora numa a variação de 65 °C a 80 rpm durante 24h, e foram agitado de forma continua no intervalo de 1h em 1h para possibilitar a digestão total da matéria orgânica, posteriormente foram retirados da incubadora banho maria e colocado a temperatura ambiente por 48h. ante da sua filtração (Yang *et al.*,2015).

A filtração dos quinze litros (15 L) da amostra foi realizada através de um volume uniforme de seiscentos litros (600 L) de todas réplicas, tanto das colheita a superfície como das colheita a profundidade, foi utilizado um papel de filtro de nitrato de celulose de 47 mm de tamanho de poros, de 5 µm usando um sistema auxiliado com máquina de vácuo. Posteriormente o papel de filtro foi removido com auxílio da pinça, colocado numa placa de Petri limpa e banhado com pouco de vaselina no fundo do centro do seu interior, ante da fixação do filtro com uma cobertura, e foi seco à temperatura ambiente para observar os números totais de partículas, a sua identificação e caracterização (Yang, *et al.*, 2015).

Tabela 1. - Volumes usados para extração de microplásticos

Pontos		V.A (ml)	V.H2O2 (ml)	V. Final (ml)
<b>1</b>	<b>Superfície</b>	2270	227	2497
	<b>Fundo</b>	2150	215	2365
<b>2</b>	<b>Superfície</b>	2400	240	2640
<b>3</b>	<b>Superfície</b>	2400	240	2640
	<b>Fundo</b>	2010	201	2211

A tabela acima representa os valores do peróxido e do volume da amostra da colheita do primeiro ao terceiro local e adição da substância degradante, e os valores do volume final, incluindo as respetivas réplicas de sob níveis do local de superfície e fundo.

**Figura 4.** - Banho maria durante degradação da matéria orgânica das amostras de microplásticos.



## 2.5. Caracterização da densidade de microplásticos

Para identificação, quantificação e caracterização de amostras filtradas de microplásticos foi necessário uso de microscópio de fluorescência binocular e para, visualizar microplásticos foi necessário a ampliação de resolução de luz polarizada focando diretamente ao filtro armazenado na placa de Petri (Andrady, 2011). As partículas observadas foram classificadas em cinco (5) grupos: filamentosos, fibrosos, granulares, maciços e esféricos. Filamentosos eram os de dimensões extensas com morfologia de um fio alongado identificadas como partículas finas e significativamente, fibrosos, granulares, maciços e esféricas, relativamente as características predominantes na observação foram identificadas as seguintes cores: Amarelas, azuis, pretos, brancos, castanhos, verdes e roxos.

## **2.6. Análise estatística**

Foi utilizado o programa de Excel para verificação da representatividade gráfica das diferenças para os cálculos de médias e desvio padrão.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados dos parâmetros físico-químicos da água encontram-se expressos na tabela 2. O presente estudo encontrou uma grande variação estrutural de nutrientes que afetam diretamente na estabilidade de comunidades de fitoplâncton.

Tabela 2. - Representação dos valores máximos e mínimos dos parâmetros físico químicos da água.

Parâmetros	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3	
	S	F	S	F	S	F
(Oxigénio)	62,40%	62,87%	71%	-	68,2%	65,5%
(Temperatura)	22,33°C	21,2°C	25,4°C	-	22,6°C	26,3°C
(Nitratos)	0,37mg/L	0,60mg/L	0,63mg/L	-	1,2mg/L	0,64mg/L
(Fosfatos)	0,08mg/L	0,98mg/L	0,14mg/L	-	0,07mg/L	0,14mg/L
(Amónia)	0,16mg/L	0,26mg/L	0,25mg/L	-	0,29mg/L	0,27mg/L

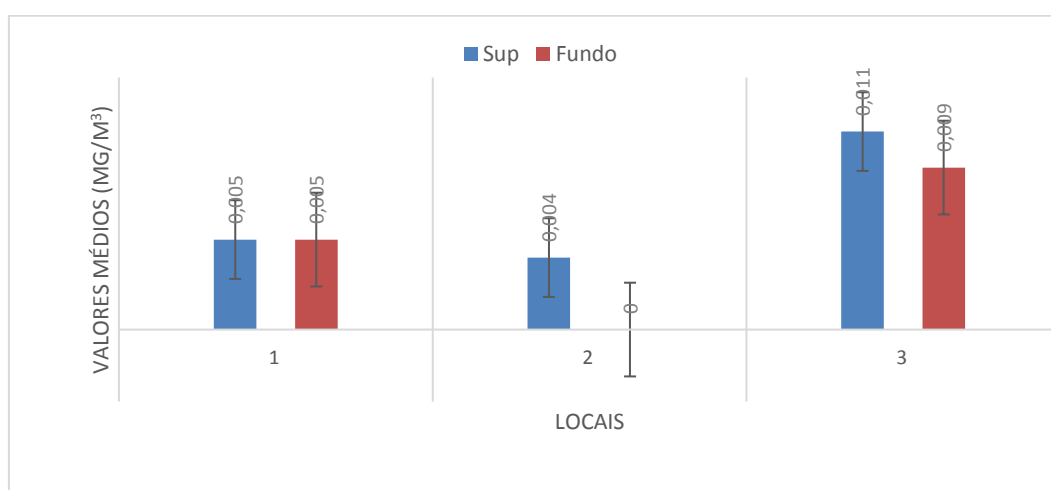
Os resultados paramétricos de oxigénio dissolvido estão expressos em valores percentuais (%), e a temperatura em graus celsius (°C). de realçar que os valores mais elevados de (O<sub>2</sub>) foram obtidos no segundo ponto à superfície com 71%, e menos elevado no primeiro ponto no fundo com 62,40%, o que seria de esperar em sistemas aquáticos do tipo de albufeiras. Os valores da temperatura apresentou o valor mais alto no terceiro ponto de 26,3°C ao fundo, e mais baixo no primeiro ponto no fundo de 21,2°C. Os nitratos apresentaram valores altos no terceiro local em relação outros dois locais de amostragem e valores mais baixos no primeiro local. Relativamente concentrações em fosfatos estes apresentaram os valores mais elevado no primeiro local e os mínimos no terceiro local. Igualmente a concentração em amónia apresentou valores máximos no terceiro local, e os mínimos no primeiro local de amostragens. (Gentil, *et al.*, 2008). Segundo Sousa, (2001) as variações do teor em oxigénio dissolvido podem ter grande importância, peculiarmente nos casos de diminuição. Como foi considerado, um aumento da temperatura proporciona a uma diminuição do teor em oxigénio dissolvido porque diminui a sua solubilidade e aumenta o número de microrganismos que utilizam o oxigénio. Por outro lado, o oxigénio (O<sub>2</sub>), dentre os gases dissolvidos na água, é um dos elementos mais relevantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. É uma componente essencial para o metabolismo dos organismos aeróbios presentes nos corpos hídricos, sendo indispensável para o equilíbrio das comunidades aquáticas.

A temperatura da água é resultado da radiação solar incidente sobre a água. Exerce grande influência nas atividades biológicas e no crescimento dos organismos; também determina os tipos de organismos que habitam o local, uma vez que estes têm

uma faixa preferida de temperatura para se desenvolverem. Se este limite for ultrapassado, tanto para mais quanto para menos, os organismos são impactados e espécies mais sensíveis podem até mesmo ser extintas do local (Sousa, 2001). Os nitratos, juntamente com iões amônio, assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, por serem as principais fontes de azoto para os produtores primários. Os nitratos ocorrem geralmente em quantidades muito pequenas no ambiente. A amónia é transformada e posteriormente em nitrato pelo processo de nitrificação; A presença de azoto na forma de nitrato em um corpo de água é indicador de poluição relacionada ao final do processo de nitrificação e pode caracterizar a presença de efluentes de esgotos sanitários nos corpos hídricos, monitoramento da Qualidade da Água em Rios e Reservatórios, 2013).

Os fosfatos presentes na água têm origem em fontes naturais (rochas das bacias de drenagem, material particulado presente na atmosfera e decomposição da matéria orgânica) e artificiais (esgotos domésticos e industriais e material particulado de origem industrial contido na atmosfera). A dinâmica dos fosfatos está intimamente ligada aos sedimentos aquáticos, e sua retenção ou liberação a partir do sedimento estão altamente correlacionadas às condições de oxirredução na interface água-sedimento. O uso agrícola dos solos em pequenas bacias hidrográficas localizadas em regiões de encosta altera as condições ecológicas naturais.

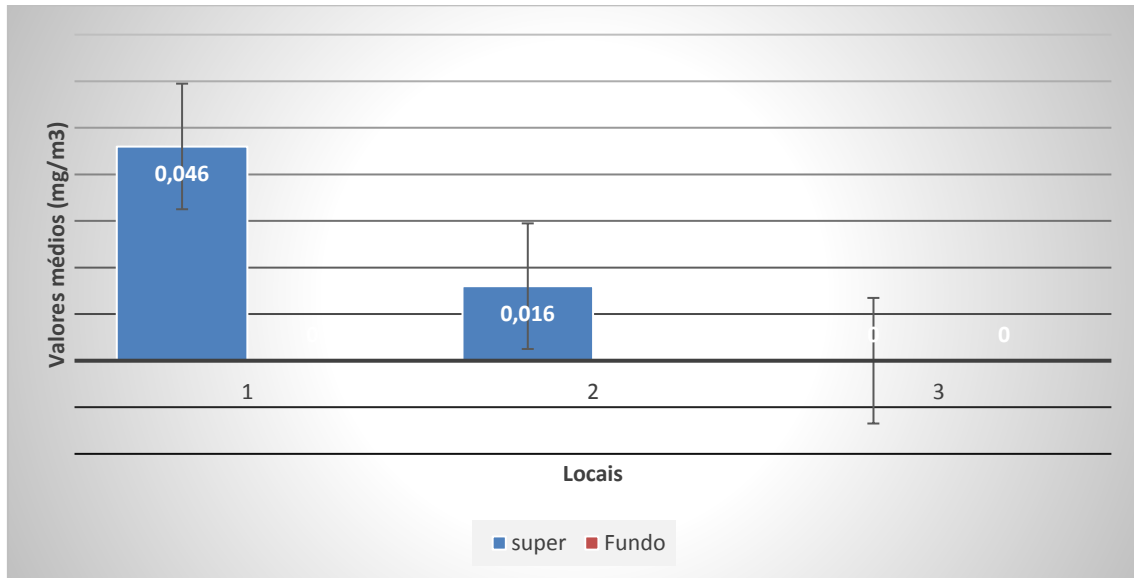
**Figura 5.** - Representação de concentrações da clorofila a (mg/m<sup>3</sup>), na superfície e fundo de todos os locais de amostragem (P1; P2 e P3).



A figura 5 mostra as variações na concentração de clorofila a na superfície e fundo durante o período da colheita. Observou-se que os valores da concentração da clorofila a forma mais elevados no terceiro local de colheita tanto superfície como no

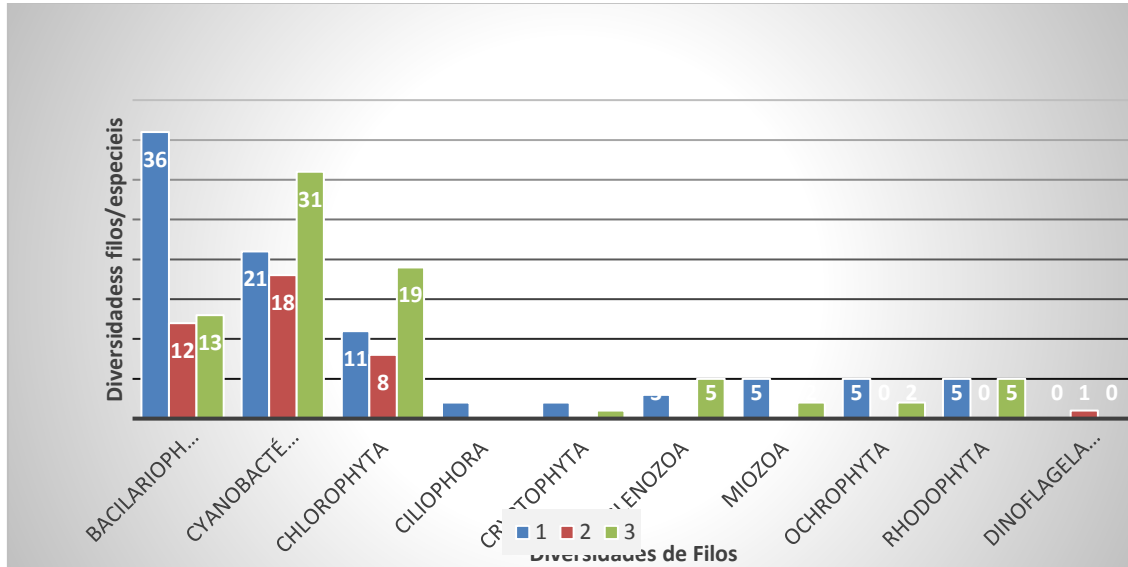
fundo. Enquanto em P2 se observaram os valores mais baixos superfície com 0,004 mg/ m<sup>3</sup>.

**Figura 6. - Representação de concentrações de feopigmentos (mg/m<sup>3</sup>) na superfície e fundo de todos os locais de amostragem (P1; P2 e P3).**



Na figura 6 estão representadas as variações das concentrações de feopigmentos na superfície e fundo, consideram-se que os valores mais elevados dos feopigmentos foram à superfície nos P1 e P2, onde apresentaram as concentrações máximas de 0,046 mg/m<sup>3</sup> e 0,011 mg/m<sup>3</sup>, enquanto que o fundo do P3 apresentaram resultados nulos.

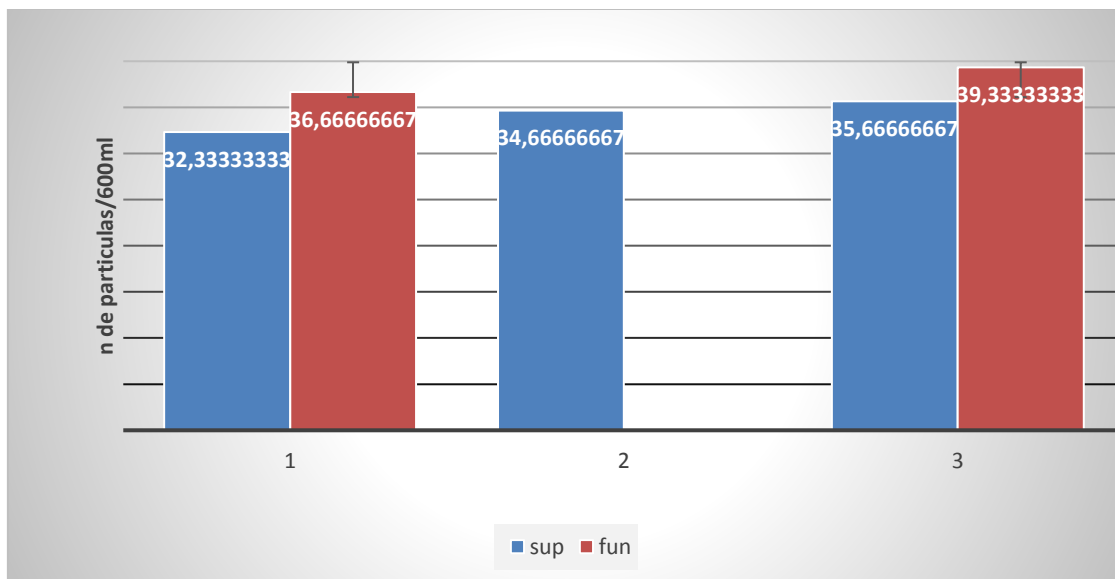
Figura 7. - Representação da diversidade de espécies



Relativamente comunidade fitoplanctónica total foram identificados 207 táxons de algas distribuídos em dez grupos taxonómicos, sendo o grupo das cianobactérias, o grupo com o maior número de espécies identificadas com 70 táxons, seguido pela Bacillariophyta com sessenta e um táxons, Chlorophyta com trinta e oito táxons, Euglenozoa com oito táxons, Miozoa com sete táxns, Ochrophyta com sete táxons, Rhodophyta com dez táxons, Ciliophora com dois táxons, Cryptophyta com três táxons, e Dinoflagelados com um táxon. De forma geral todos grupos se encontraram nos distintos locais de amostragens, embora a maior abundancia predominante de táxons foram de cianobactérias, bacillariophytas e de chlorophytas por ter apresentado os números de diversidades mais altos em relação outros grupos identificados nas colheitas a nível dos três locais da albufeira. Essa diversidade foi significativa, e provavelmente terá sido influenciado pela abundância microplásticos nos respetivos locais, tendo em conta as variações médias encontradas (Souza C. 2003). As Cyanobacteria foi o grupo com maior densidade pressupõem-se que seja devido a influencia da densidade de partículas de microplásticos, tendo em conta a presença de substâncias químicas que compõem aumento, transformação de calores de plásticos podem propiciar uma temperatura ótima no meio aquático, adequado para afixação e penetração da luz solar que vai aquecendo camada da água, garantindo a sua variabilidade, reprodução e desenvolvimento destes organismos (Freitas, A, 2007).

Os grupos de Bacillariophyta e Chlorophyta, a sua abundância pode ser influenciado pela presença de partículas de microplásticos. Poderá entender-se que qualquer alteração na produtividade das algas ou na composição da comunidade, pode ser influenciada pela densidade de microplásticos, quer para o aumento ou diminuição dos diferentes grupos. De acordo com a Freitas, (2007), a comunidade fitoplanctónica na sua maioria constituída pelas espécies, que apresentaram pouca diversidade, tal como sucedeu neste estudo, Ciliophora, Cryptophyta, Euglenozoa, Miozoa, Ochrophyta, Rhodophyta, isso pode caracterizar os microplásticos como poluidores do ambiente aquático e de baixa qualidade para perpetuação e desenvolvimento de muita diversidade de fitoplâncton; Também segundo o estudo realizado sobre as quantidades de partículas de microplásticos, demonstra que muitos deles podem influenciar a diversidade das comunidades de fitoplâncton, essencialmente as espécies mais sensíveis no meio aquático. Estes sinais de alerta foram sendo analisados e avaliados em diferentes países do mundo ,por organizações estatais e não no sentido de dar suporte para a inclusão de microplásticos na campanha internacional para a redução drástica do lixo aquático nos rios, reservatórios, lagos, lagoas e mare, preservar a diversidade das comunidades de fitoplâncton, e ecossistema aquático dada sua importância ao bem estar ambiental e a vida de muitos seres vivos aquáticos, terrestres incluindo o próprio homem.

Figura 8. – Densidade de microplásticos.



A figura 8 apresenta a densidade de microplásticos nos três locais e como se pode verificar o fundo é o que apresenta maior quantidade de partículas; Após a

observação considerou-se que os números de partículas de microplásticos no P3 superfície foi elevada cuja densidade média foi 35,68/600mL, enquanto que em P2 foi 34,68/600mL, e uma densidade de 32,33/600mL no P1. Enquanto que no P3 fundo considerou-se uma densidade de partículas 39,33/600mL no P1 fundo mostrou uma variedade média de 36,68/600mL.

Todos os pontos apresentaram densidade de microplásticos considerável, mas a maior quantidade foi encontrada no P3 fundo. Tal pode ser explicado por ser o ponto de amostragem mais próximo da encosta, da área de recreação de lazer, e pode ser proveniente da força da ação humana que frequenta o lugar constantemente, com propósito de diversa atividades, passa tempo, e normalmente como fazem acompanhado de elevados volumes de produtos de origem de polímeros, que terá sido influenciados pelas ondas dos movimentos de barcos recreativos que é usado permanentemente no local, contribuindo nas misturas das massas de água. Segundo Olivatto, (2017), grandes quantidades de partículas de microplásticos encontrados nos locais de amostragens da albufeira de Crestuma-Lever apresentaram dimensões distintas, e partículas pequenas não visíveis a olho nu. Ainda salientou que devido a suas características podem ser confundidas como parte integrante e comum da diversidade de organismos de fitoplâncton. Todas as mostras de água neste trabalho apresentaram uma quantidade média relevante de partículas independentemente de locais diferentes. de acordo com (Rocha, (2015).

Os microplásticos podem absorver contaminantes e aumentar a contaminação de organismos aquáticos por poluentes orgânicos persistentes. Certo que não existem estudos que possam considerar dados da abundância de microplásticos, por falta de padrões das metodologias de amostragem e à separação de micropartículas de plástico. Portanto, pesquisas adicionais precisam criar projetos de amostragem em locais diferentes, para avaliar o número e densidades de partículas espacialmente em lugares de elevadas pressões antrópicas de modo a aprofundar a metodologia a utilizar para amostragem (ou seja, tipo de material para amostras aquáticas ou núcleo para amostras de fragmentos) e métodos utilizados para identificação de microplásticos. Esses estudos devem levar em consideração as relações entre o esforço de amostragem e a variabilidade. Além disso, a identificação e recomendação de protocolos para garantir a existência de dados consistentes, confiáveis e facilmente de interpretação.

Segundo um estudo realizado por (Solomon, *et al.*, 2016), diz que não basta estudar o fluxo de migração de microplásticos na diversidade de espécies aquáticas e sua consequência, seria necessário e urgente assimilar as fontes e os mecanismos que

envolvem o transporte. Desta forma deveria desenvolverem-se estratégias para mitigar programas de limpeza profundamente eficaz a longo prazo. Isso pressupõe que o impacto ambiental de microplásticos ainda permanece vago, porque entende-se que há diversos produtos químicos ligados a resíduos de plásticos no meio ambiente, pondo em riscos a vida dos organismos aquáticos, bem como a saúde humana. Até ao momento considera-se haver pouca informação sobre os riscos reais saúde ligada a ingestão de microplásticos, tanto para espécies aquáticas, como os consumidores humanos.

## 4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

De acordo com os resultados obtidos podemos afirmar a existência e a influência de microplásticos no meio aquático, proporcionando consideravelmente alteração da diversidade e da densidade de alguns grupos de fitoplâncton.

O presente estudo realizado na albufeira de Crestuma-Lever permitiu avaliar e identificar organismos fitoplanctonicos no seu todo. A alteração da diversidade específica destes organismos são normalmente produzidas por ações antropogénicas, tal como se parece ter-se verificado neste trabalho. Considerou – se os valores dos parâmetros físico-químicos obtidos sejam o reflexo da quantidade e da qualidade dos microplásticos encontrados nas diferentes amostras.

Durante as análises laboratoriais em função dos resultados dos organismos de fitoplâncton obtidos conclui-se que os grupos de cianobactérias, diatomáceas e chlorophyta pela sua abundância nos mesmos locais, onde houve grande quantidade de microplásticos. A realização deste trabalho permitiu, verificar a importância da quantidade de microplásticos e para ficar mais completo deveria fazer-se estudos mais prolongados, quer no espaço quer no tempo.

## 5. Referências Bibliográficas

- A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society, European, 2019.
- American society for testing and materials. 1996. Standard Practice for Determination of Precision and Bias of Applicable Test Methods of Committee d-19 on Water. astm D2777-96, American Society Testing & Materials, West Conshohocken, Pa.
- Análise e verificação de um modelo Ecológico para a Albufeira de Crestuma-Lever, (2006).
- Arthur C. & Holly B. 2009; Procedimentos da Oficina Internacional de Pesquisa Sobre Ocorrência Efeitos e Destino de Detritos Marinhos de Microplástico.
- Athanasios V.& Thomais V. (2014). Microplásticos no ambiente marinho: ubíqua e Persistent problema da poluição nos nos Ecossistemas de Oceanos do mundo ameaçador Marinhas e da Biota.
- Barata Diógina & M. B. Lilian, 2006; O Ambiente Aquático e as Algas. Instituto de Botânico, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Curso de Capacitação de monitores e educadores.
- Bosker T. & Behrens P. 2018; Microplástico Pollution on Caribbean beaches in the Lesse Antelles.
- Brito *et al.*, de velopment of na optimal Methodology for the Extraction of Mi Mcrophytobenthic Chlorophyll. Environmental application & Science, v.4,n.1, pag42-54, 2009.
- Buffan-Dubau & Carman KR (2000) Diel feeding behavior of meiofauna and their relationships with microalgal resources. Limnol Oceanogr 45:381-395.
- Cabral P. & Joana M. 2011; Microplásticos nos Oceanos Um Problema sem fima vista.
- Cole M. & Galloway T. 2011; Microplástico Como Contaminantes no Ambiente Marinho: uma Revisão.
- Coelho M. S. Pedro, 2009; Modelação Matemática da Qualidade da Água em Sistema, Albufeira-Rio.
- Crispino Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território, e do Desenvolvimento Regional, 2009.
- Firno, Beatriz, 2007; Remoção de sulfato e manganês em drenagem ácida de mina da mineração de carvão em banhados construídos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e dos Materiais, [ainda não defendida].
- Free M. & Bazartseren B. 2014; Altos Níveis de Poluição Microplásticos em um lago grande e Remoto na Montanha.
- Fronteiras do Pnuma Relatório, (2016); Questões Emergentes de Preocupação Ambiental.

- Gesamp, 2015; Grupo Conjunto de Peritos em Aspetos Científicos da Proteção Ambiental Marinha; (Fontes Destino e Efeitos de Microplásticos no Ambiente Marinho); Uma avaliação Global
- Huszaro V. L. M. Jandeson, 2011; papel dos traços funcionais Na Ecologia do fitoplâncton continental.
- Lorenzen, C.J. (1967);Determination of Chlorophyll and Pheo-Pigments : Spectrophotometric Equations.
- Lorenzen G, (1967) Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12, 343-346.
- Luís C. M. João, 2013; Hidroconflitos, na bacia hidrográfica do rio Cávado - uma análise geográfica a partir do contributo do Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente.
- Manual para a Avaliação da Qualidade Biológica da Água em Lagos e Albufeira Segundo a Diretiva Quadro da Água; Protocolo de amostragem e análise para o Fitoplâncton, Instituto da Água, 2009.
- Manual para a Avaliação da Qualidade Biológica da Água em Lagos e Albufeira Segundo a Diretiva Quadro da Água; Protocolo de amostragem e análise para o Fitoplâncton, 2009.
- Martins B. 2014. em, Programa de Pós-graduação, Biologia Vegetal, and “Universidade Federal do Dinâmica da comunidade fitoplanctônica e aspectos sanitários de um lago urbano eutrófico em São Paulo, SP  
Regina Célia Gentil<sup>1,2</sup>, Andréa Tucci<sup>1</sup> e Célia Leite Sant'Anna<sup>1</sup>  
ESPÍRITO SANTO, 2008”
- Menher T. Ju Rgen B., Peter K., & Rainer K., (2002); Biomanipulation of lake ecosystems: successful applications and expanding complexity in the underlying science.
- Monitoramento da Qualidade da Água em rios e Reservatório, (2013).
- Olivatto G. 2017; Estudo sobre Microplásticos em águas superficiais na porção oeste da Baía de Guanabar; Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Química da PUC-Rio.
- Olivatto G. & Cassiana M. (2018); Microplásticos: Contaminantes de Preocupação Global no Antropoceno.
- Pádua & Valter L. 2006 (Coord.) Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano. Rio de Janeiro: Abas,. 503 p.
- Parsons T. & Takahashi B. (1984) *Biological Oceanographic processes*. 3rd ed. Pergamon press, England, pp. 330.

- Pereira D. 2013; Saber Ecológicos; Fitoplâncton e nossas Águas.
- Rocha T.& Duarte A., (2015); A critical overview of the analytical approaches to the occurrence, the fate and the behavior of microplastics in the environment.
- Silva B. Ana, Bastos S. Ana, Justino Celine, Costa P. João, Duarte C. Armando & Santos T. 2017; Microplastics in the environment Challenges in analytical chemistry: A review.
- Silva P. (2016); Contaminação e toxicidade de microplásticos em um área de proteção marinha costeira; Dissertação apresentada a Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.
- Solomon O. & Palanisami T., (2016). Microplásticos no ambiente marinho: situação atual, metodologias de avaliação, Impactos e Soluções.
- Solomon Ogunola & Palanisami, 2016; Microplásticos no Ambiente Marinho; Situação atual Metodologias de Avaliação, Impacto e Situação.
- Sousa E. 2001; Noções Sobre Qualidade da Água; Parâmetros de Caracterização de uma Massa de Água.
- Sousa É. (2003); Monitora Projecto Jovem Pesquisador; Estudo do Fitoplâncton Em Lago de Águas Brancas.
- Souza F. (2003); Odená, O custo da água potável e sua relação com a qualidade do manancial. Trabalho de Conclusão de Curso – Ciências Econômicas, Centro Universitário Unilasalle.
- Tânia P. 2007; Monitorização do Fitoplâncton no Estuário do Tejo; Contagem e Identificação de Espécie, Índice de Biomassa, Análise Pigmentar e Resposta Fotossintética (Dissertação de Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental).
- Timothy P. 1998; Um Manual de Métodos Químicos e Biológicos para Análise de Água do mar 1ª Edição.
- Tucci M. 2008; Águas urbanas.
- Van Cauwenberghe L. & Janssen R. 2013; Poluição Microplásticos em Sedimentos do Fundo do Mar.
- Vidotti Cristina & Rollemberg C. 2004; Algas; da Económia nos Ambientes Aquáticos á Biorremediação e á Química Analítica.
- Unidade 3 de Variáveis e parâmetros de Qualidade de Água em rios e Reservatórios, (2013).
- Wessel C. & Cebrian J. 2016; Abundance and characteristics in beach Sediments: Insights into microplastic accumulation in northern Gulf of Mexico Estuaries.
- Yang, 2015. De, Protocolo, and Protocolo. "Protocolo de Extração de Microplásticos em Sal," 2–6.