

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**MICROPLÁSTICOS DO PLÂNCTON NA PORÇÃO NORTE DA APA COSTA
DOS CORAIS (TAMANDARÉ, BRASIL)**

LUCAS XAVIER FERREIRA

RECIFE

2019

LUCAS XAVIER FERREIRA

**MICROPLÁSTICOS DO PLÂNCTON NA PORÇÃO NORTE DA APA COSTA
DOS CORAIS (TAMANDARÉ, BRASIL)**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas/UFRPE como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior

RECIFE

2019

Dados Internacionais de Catalogação
na Publicação Universidade Federal
Rural de Pernambuco Sistema
Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos
pelo(a) autor(a)

L933m Ferreira, Lucas Xavier
MICROPLÁSTICOS DO PLÂNCTON NA PORÇÃO NORTE DA APA COSTA DOS
CORAIS
(TAMANDARÉ, BRASIL) / Lucas Xavier Ferreira. - 2019.
46 f. : il.

Orientador: Dr Mauro
de Melo . Inclui
referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural
de Pernambuco, Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, 2021.

1. Microplásticos. 2. Plâncton. 3. Apa Costa dos Corais. 4. Poluição. I. , Dr Mauro de
Melo, orient. II. Título

CDD 574

LUCAS XAVIER FERREIRA

**MICROPLÁSTICOS DO PLÂNCTON NA PORÇÃO NORTE DA APA COSTA
DOS CORAIS (TAMANDARÉ, BRASIL)**

Comissão Avaliadora:

Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior – UFRPE

Orientador

Me. Alef Jonathan da Silva - UFSCar/PPGERN

Titular

Bel. Myller Cardoso da Silva - UFRPE/PPGBC

Titular

RECIFE

2019

AGRADECIMENTOS

Primeiro agradeço a força cósmica maior por ter permitido a realização da pesquisa e de todo o trabalho.

Agradeço a toda minha família por sempre ter apoiado todas as minhas decisões.

Agradeço ao meu orientador por toda paciência e dedicação.

Agradeço ao Programa de Pesquisa Ecologia de Longa Duração (PELD) – Tamandaré.

Ao Laboratório de Ecologia do Plâncton (LEPLANC), por todo o auxílio que foi disponibilizado, a todos os componentes do laboratório que me ajudaram indireta e diretamente, em especial a Alef, Mylena e Ítalo.

A UFRPE pelo apoio logístico que foi dado.

Ao laboratório de zooplâncton da UFPE por ter apoiado nas etapas de campo.

Agradeço ao CNPq pela minha bolsa.

A todos os professores que fizeram parte da minha vida acadêmica e que contribuíram com meu crescimento espiritual e intelectual.

Aos amigos que fiz nessa graduação que me ajudaram nesses quatro anos e meio da graduação, em especial a Adsson, Maisa, Francisco e Mylena.

Agradeço a Verinalda por sempre disponibilizar a internet para sempre realizar minhas pesquisas, e por Tamires por sempre me apoiar e acreditar no meu potencial.

A banca avaliadora por ter aceitado o convite.

A todos que acreditaram e que não acreditaram que eu iria conseguir.

Dedico esse trabalho aos meus pais "*in memoriam*", as minhas tias e a minha avó, por sempre terem acreditado em mim e por todo amor.

“Janela de ônibus é danado pra botar a gente pra pensar, ainda mais quando a viagem é longa”.

Miró da Muribeca

“ A vida sem luta é um mar morto no centro do organismo universal”.

Machado de Assis

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo da APA-costa dos corais.....	37
Figura 2 - Etapa de campo: A) Materiais utilizados para coleta, B) Barco na coleta, C) Rede de plâncton, D) Rede sendo retirada da água.....	37
Figura 3 – Boxplot com os dados de clorofila a, do período seco e chuvoso	38
Figura 4 – Boxplot com os dados do total de sólidos suspensos, do período seco e chuvoso.....	38
Figura 5 – Boxplot com os dados da temperatura, do período seco e chuvoso.....	39
Figura 6 – Boxplot dos dados de pH, do período seco e chuvoso.....	39
Figura 7 - Boxplot com os dados da turbidez no período seco e chuvoso	40
Figura 8 - Boxplot com os dados de oxigênio dissolvido no período seco e chuvoso.....	40
Figura 9 - Boxplot com os dados de sólidos totais dissolvidos no período seco e chuvoso.....	41
Figura 10 - Boxplot com os dados da salinidade no período seco e chuvoso.....	41
Figura 11 - Tipos de microplásticos.....	42
Figura 12 - Boxplot com os dados de microplásticos do tipo filamentoso no período seco e chuvoso.....	42
Figura 13 - Boxplot com os dados de microplásticos do tipo fragmento duro no período seco e chuvoso.....	43
Figura 14 – Boxplot com os dados de microplásticos do tipo fragmento mole no período seco e chuvoso.....	43

Figura 15 - Boxplot com os dados da densidade total de microplásticos no período seco e chuvoso.....	44
Figura 16 - Boxplot com a densidade total de microplásticos nos dois períodos.....	44
Figura 17 - Teste NMDS por área.....	45
Figura 18 - Teste NMDS por período.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dados das médias máximas das variáveis ambientais.....	23
Tabela 2 - Densidade de microplásticos por m ³ no período seco e chuvoso.....	35
Tabela 3 - Teste de Mann-Whitney para todos os pontos nos períodos seco e chuvoso.....	35
Tabela 4 - Teste de Mann-whitney para densidade total de microplásticos nos períodos seco e chuvoso.....	36

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	07
LISTA DE TABELAS.....	08
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
2. RESUMO.....	14
3. ABSTRACT.....	16
4. INTRODUÇÃO.....	18
5. OBJETIVOS.....	19
5.1 Geral.....	19
5.2 Específicos.....	19
6. METODOLOGIA.....	20
6.1 Descrição da área de estudo.....	20
6.2 Campanhas amostrais do plâncton.....	20
6.3 Análises laboratoriais.....	21
6.4 Análise dos dados.....	22
7. RESULTADOS.....	23
7.1 Variáveis ambientais.....	23
7.2 Análise e quantificação dos micropásticos.....	23
7.2.1 Microplásticos do tipo filamentoso.....	24
7.2.2 Microplásticos do tipo fragmento duro.....	24
7.2.3 Microplásticos do tipo fragmento mole.....	24

7.3 Caracterização geral da estrutura dos microplásticos.....	25
8. DISCUSSÃO.....	26
9. CONCLUSÃO.....	28
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
11. ANEXOS.....	35

1. Fundamentação teórica

Os plásticos são indispensáveis na vida moderna. Seu amplo uso e durabilidade levou o plástico a ser um poluente persistente em muitos ambientes (ANDRADY, 2015; BARNES et al., 2009). A poluição dos oceanos por materiais plásticos constitui a maior parte do lixo marinho (GALGANI, 2015). Estima-se que 10 a 20 milhões de toneladas de plásticos chegam ao ambiente marinho a cada ano, tendo um custo de capital natural, de US\$ 13 bilhões por ano aos ecossistemas marinhos (UNEP, 2014). Entretanto, as fontes desses plásticos são diversas (LEBRETON, 2017), por exemplo, estimou que entre 1,15 e 2,41 milhões de toneladas desse material entram nos oceanos todos os anos através dos rios, e os 20 principais rios poluidores estão localizados na Ásia, representando 67% do total global.

A poluição nas águas marinhas aumentou dramaticamente nos últimos 50 anos (THOMPSON et al., 2004). Os microplásticos podem ser categorizados de acordo com a sua origem em microplásticos primários, os quais são produzidos, como pellets de resina (matérias-primas para produtos de plástico) ou como aditivos para produtos de higiene pessoal (por exemplo, gel de banho e peelings); e os microplásticos secundários, que são produtos de degradação de itens plásticos maiores, decompostos pela radiação UV e/ou abrasão física em fragmentos menores (Wagner, 2014).

Os plásticos maiores podem ser degradados por fatores abióticos ou bióticos, sendo a radiação UV, a ação mecânica e a hidrólise, de fundamental importância na fragmentação e disponibilização dos mesmos, aos animais de pequeno porte e aos microrganismos. Assim, o processo de degradação, gera partículas em escalas, meso ($\geq 5\text{mm}$ a 25mm), micro ($<5\text{mm}$) e nano ($<1\ \mu\text{m}=0,001\text{mm}$), os quais são classificados em mesoplásticos, microplásticos e nanoplásticos, respectivamente (COSTA et al., 2016).

Nos ambientes oceânicos, os microplásticos ocorrem desde à costa até os giros oceânicos (COLE et al., 2011). Estima-se que entre 9,6 a 48,8 m³ de partículas microplásticas irão flutuar nos oceanos até 2100 (EVERAERT & JANSSEN 2018). Estes podem se depositar em regiões remotas, como em ilhas oceânicas, verificado, inclusive, no Arquipélago de Fernando de

Noronha, onde há presença de pellets em algumas praias transportados por correntes oceânicas (IVAR DO SUL et al., 2009).

Os tipos mais encontrados de microplásticos em ambiente marinho são: as fibras ou filamentos, fragmento duro e fragmento mole, (OGI E FUKUMOTO, 2000; ENDO et al., 2005; HIDALGO-RUZ et al., 2012; SUTTON et al., 2016). Em ambientes costeiros, como as praias estuarinas, fibras são os tipos mais encontrados (STOLTE et al. 2015) com três fontes principais de poluição por microplásticos: pesca, turistas e ocupação local humana (IVAR DO SUL & COSTA 2013). Nestes ambientes, uma importante fonte de microplásticos pode ser através do esgoto sem tratamento, que pode estar contaminado por fibras da lavagem de roupas (BROWNE et al. 2011), dentre outras fontes.

Seus principais impactos nos ambientes costeiros e marinhos estão relacionados à biota (AUTA et al. 2017, HERMABESSIERE et al. 2017, LÖNNSTEDT & EKLÖV 2016, MCGORAN et al. 2017, WOODS et al. 2018). Há uma preocupação quanto à ingestão do microplástico, que pode ser confundido como alimento. Os efeitos tóxicos dos microplásticos, vêm sendo estudados desde a década de 1980, caracterizando seus danos letais e subletais em algas, organismos ciliados, crustáceos e outros invertebrados, peixes e zooplâncton (CHAE; AN, 2017). Além disso, já foi comprovado que os microplásticos têm reduzido o processo fotossintético e crescimento de microalgas, provocando efeitos negativos na cadeia alimentar do zooplâncton, que acumula e possivelmente provoca sequelas em brânquias, estômago e hepatopâncreas de caranguejos e induz alterações nos tecidos e biomarcadores de peixes (PRATA, 2018).

Estudos desde a década de 1970 como os de (CARPENTER et al., 1972) e (SHIBER, 1982) vêm reportando altos níveis de resíduos plásticos, principalmente pellets, encontrados no mar e ao longo da costa. Estes pellets são transportados por todo o planeta pelas correntes, originados de navios ou indústrias. Segundo (OGATA et al., 2009) apesar do aumento de resinas plásticas nas praias do planeta, estes estão presentes ainda mais em áreas remotas. Por estes motivos, nesta última década, diversos estudos têm sido

realizados com o intuito de fornecer informações iniciais das características dos microplásticos e da sua distribuição nos diversos ambientes (continentais e marinhos). Os impactos são gerados a partir do momento em que aportam no ambiente e podem persistir por longos períodos até se decomporem totalmente e entrar no ciclo biogeoquímico novamente (BHATTACHARYA 2016).

Pesquisas iniciais demonstraram abundância de poluição por microplásticos em estuários e ambientes costeiros com alta variabilidade (FRÈRE et al., 2018). Em ambientes tropicais, os estudos de alguns autores mostram aumentos significativos na poluição por microplásticos durante a estação das chuvas ou das monções (CHEUNG et al., 2016; VEERASINGAM et al., 2016b).

2. Resumo

Microplásticos são partículas com tamanho inferior a 5 mm e podem ser genericamente classificados em: filamentosos, fragmentos duros e fragmentos moles. Essas partículas estão entre os principais contaminantes sólidos atuais do ambiente marinho. Tais fragmentos podem ser lançados no ambiente por diversas formas, como a própria degradação através de fatores bióticos ou abióticos. Depois de degradadas, essas partículas podem ficar em suspensão na coluna d'água, podendo assim serem ingeridas por organismos sobretudo filtradores da base da cadeia trófica. O trabalho tem como objetivo caracterizar os microplásticos do plâncton das águas que banham a porção norte da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, em Tamandaré (PE), visando a avaliação de três compartimentos planctônicos da área (pluma estuarina, nos recifes e na baía). Foram analisadas amostras de 4 campanhas realizadas entre Set/2017 e Mar/2018, objetivando amostrar períodos com distintos regimes pluviométricos, sempre na baixa-mar (para estabelecer melhor a influência das plumas estuarinas). Os microplásticos analisados foram quantificados e classificados quanto ao tipo. Para a confirmação dos microplásticos triados visualmente, foram realizados testes com ácido nítrico (HNO₃). Os resultados apontam que existe uma incidência maior de microplásticos filamentosos (12 ± 13 mp/m³), em relação aos outros tipos. A presença de microplásticos do tipo filamentoso chegou a atingir uma média de densidade de $16,08 \pm 16,22$ mp m³ na pluma, em período seco, e no período chuvoso teve uma média de $21,62 \pm 20,77$ mp m³ nos recifes. As densidades de microplásticos filamentosos foram significativamente diferentes entre os pontos (pluma, baía e recifes). Em cada período, mesmo existindo essa variação entre os pontos, os dados apontam que houve uma variação entre os pontos, mas se comparado a outros estudos a variação não é significativa, embora a baía tenha apresentado variação em relação às demais áreas. No presente estudo o período sazonal não teve uma grande influência significativa no aumento da presença dos microplásticos nos pontos estudados, mesmo sendo comum a ocorrência de microplásticos em sistemas estuarinos em várias partes do mundo, o fato de não ter ocorrido diferenças sazonais nos pontos estudados (esperava-se que durante as

chuvas a ocorrência de microplásticos fosse maior) deve-se à inserção dos estuários Ilhetas e Mamucabas em região protegida (APA Guadalupe e ReBio de Saltinho).

Palavras-chave: Microplásticos, Plâncton, Apa Costa dos Corais, Poluição.

3. ABSTRACT

Microplastics are particles smaller than 5 mm and can be broadly classified as: filamentous, hard fragments and soft fragments. These particles are among the main current solid contaminants in the marine environment. Such fragments can be released into the environment in different ways, such as degradation itself through biotic or abiotic factors. After being degraded, these particles can be suspended in the water column, thus being able to be ingested by organisms, especially filters at the base of the food chain. The work aims to characterize the plankton microplastics in the waters that bathe the northern portion of the Costa dos Corais Environmental Protection Area, in Tamandaré (PE), aiming at the evaluation of three planktonic compartments in the area (estuarine plume, in the reefs and in the bay). Samples from 4 campaigns carried out between Sep / 2017 and Mar / 2018 were analyzed, aiming to sample periods with different rainfall regimes, always at low water (to better establish the influence of estuarine plumes). The analyzed microplastics were quantified and classified according to type. To confirm the visually screened microplastics, tests were performed with nitric acid (HNO₃). The results show that there is a higher incidence of filamentous microplastics (12 ± 13 mp / m³), compared to other types. The presence of filamentous microplastics reached an average density of 16.08 ± 16.22 mp m³ in the plume, in the dry period, and in the rainy period it had an average of 21.62 ± 20.77 mp m³ in the reefs. . The densities of filamentous microplastics were significantly different between points (plume, bay and reefs). In each period, even with this variation between the points, the data indicate that there was a variation between the points, but if compared to other studies, the variation is not significant, although the bay has shown variation in relation to the other areas. In the present study, the seasonal period did not have a significant influence on the increase in the presence of microplastics in the studied points, even though microplastics are common in estuarine systems in several parts of the world, the fact that there were no seasonal differences in the studied points (it was expected that during the rains the occurrence of microplastics would be higher) due to the insertion of the Ilhetas

and Mamucabas estuaries in a protected region (APA Guadalupe and ReBio de Saltinho).

Keywords: Microplastic, Plankton, Pollution.

4. INTRODUÇÃO

Os oceanos são muitas vezes o destino final de resíduos, lixos e poluentes produzidos pela sociedade. As principais fontes de poluentes são de origem doméstica, industriais, atividades portuárias e agrícolas (ISLAM & TANAKA, 2004). As regiões costeiras apresentam grande concentrações urbanas que favorecem a presença de atividades antrópicas e conseqüentemente maiores descartes de poluentes para os oceanos adjacentes, no entanto a origem dos poluentes não se restringe apenas as áreas costeiras, muitas atividades poluentes são realizadas no interior do continente e também alcançam os oceanos através da drenagem das bacias hidrográficas e carregados pela atmosfera (DERRAIK, 2002; JAMBECK et al.,2015). Não existe área no planeta que não seja afetada pela influência humana (HALPERN et al., 2008). Os microplásticos (<5 mm) podem ser primários (fabricados para serem de tamanho microscópico) ou secundários (derivados da fragmentação dos itens macroplásticos) (SILVA CARREIRA, DA et al., 2017; WRIGHT, THOMPSON & GALLOWAY, 2013).

Estudos desde a década de 1970 como os de Carpenter et al. (1972) e Shiber (1982, 1987) vêm reportando altos níveis de resíduos plásticos, principalmente pellets, encontrados no mar e ao longo da Costa. Estes pellets podem ser transportados por todo o planeta pelas correntes, originados de navios ou indústrias. Segundo Ogata et al. (2009) apesar do aumento de resinas plásticas nas praias do planeta, estes estão presentes ainda mais em áreas remotas.

O plástico é um importante componente de diversos materiais e utensílios da sociedade moderna, é usado nas mais diversas aplicações, principalmente na embalagem de alimentos, sacolas plásticas, tubulações, brinquedos, mobília, indústria automotiva, vestuário, saúde pública e etc. O plástico também é utilizado para melhorar a performance de produtos e reduzir custos e sua ampla utilização deve-se as suas características de versatilidade, baixo custo, durabilidade, leveza e rigidez (ANDRADY & NEAL, 2009). As atividades pesqueiras também utilizam grandes quantidades de plástico, principalmente em linhas, redes e cordas e muitos desses materiais

são descartados ou perdidos nos oceanos contribuindo como uma fonte de plásticos (PRUTER, 1987).

Em ambientes costeiros, como as praias estuarinas, fibras são os tipos mais encontrados (Stolte et al. 2015), com três fontes principais de poluição microplástica: pesca, turismo e ocupação humana (Ivar do Sul & Costa 2013). Nestes ambientes, uma importante fonte de microplásticos pode ser através do esgoto sem tratamento, que pode estar contaminado por fibras da lavagem de roupas (Browne et al. 2011).

Ainda existem estudos que evidenciam que o lixo produzido por atividades de recreação e pesca, também são importantes fontes de poluição. Em ambientes marinhos, estudos mostraram que entre 70 a 80% dos microplásticos existentes nas águas oceânicas, são provenientes de rios e estuários, os quais são impactados por atividades antrópicas (HORTON et al., 2017).

Com tudo isso, os estudos sobre microplásticos tem ganho espaço no meio acadêmico. No Brasil, as pesquisas embora recentes (por exemplo IVAR DO SUL, 2009; MANZANO, 2009; COSTA et al., 2010), já demonstram que a poluição por plásticos e microplásticos no ambiente marinho e costeiro é onipresente. A hipótese inicial é que os microplásticos podem ter uma maior ocorrência e abundância no período chuvoso.

5. OBJETIVOS

5.1 Geral

Avaliar a ocorrência e a estrutura dos microplásticos flutuantes em uma área de recifes de corais influenciada por pluma estuarina (APA Costa dos Corais, Pernambuco).

5.2 Específicos

- Estimar os microplásticos na pluma estuarina e águas adjacentes (recifes e baía) da área a ser estudada;

- Comparar os microplásticos na pluma estuarina e águas adjacentes (recifes e baía) da área a ser estudada.

6. METODOLOGIA

6.1 Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido na área de influência da pluma estuarina formada pela união dos rios Ilhetas e Mamucabas (8°47'05.9"S, 35°06'17.2"W), bem como nas águas adjacentes que banham a porção dos recifes da baía de Tamandaré, litoral sul de Pernambuco, próximos aos recifes protegidos da porção norte da Área de Proteção Ambiental (APA) Costa dos Corais. Ao desembocar no mar, as águas dos rios Mamucabas e Ilhetas (e do Una, em períodos de elevada pluviosidade) são lançadas sobre a APA Costa dos Corais, primeira Unidade de Conservação (UC) Federal a incluir a proteção dos recifes costeiros, sendo uma das maiores UC marinhas brasileiras, estendendo-se por 135 km, desde a cidade de Tamandaré (PE) a Maceió (AL), totalizando 413.563 hectares (Figura 1).

6.2 Procedimento amostral

Foram realizadas quatro campanhas amostrais, em dois períodos sazonais: i. Período seco (Set e Nov/2017) e ii. Período chuvoso (Abr e Jun/2018), objetivando amostrar períodos com distintos regimes pluviométricos. As coletas foram realizadas sempre na vazante (para estabelecer melhor a influência das plumas estuarinas). Em cada uma das campanhas, foram definidas 9 estações de coleta, que foram amostradas durante as marés vazantes diurnas, em maré de sizígia, sendo 3 pontos de amostragem ao longo da pluma, 3 na região da baía e 3 na região próxima aos recifes. Para definir os pontos na pluma, foram considerados valores de turbidez e salinidade, parâmetros que diferenciam das águas adjacentes salinas e transparentes. Estas últimas estações são representativas da massa d'água marinha que banha os recifes de corais da APA e a baía de Tamandaré. Todas as etapas de amostragem foram iniciadas com a metade

da maré vazante do dia, e sempre as coletas da pluma foram as primeiras, seguidas pelas dos recifes e, por fim, da baía.

Os dados referentes às variáveis ambientais temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, condutividade elétrica, sólidos totais, turbidez e salinidade foram mensurados a partir de uma sonda Horida U-52, Adicionalmente foram coletadas amostras de água de 1L para a análise de clorofila-a (Chl-a) e sólidos totais em suspensão (TSS).

A concentração de clorofila-a foi analisada por meio de espectrofotômetro, após a filtração da amostra (250 – 1000 ml) em filtro de fibra de vidro de 0,45 µm e 18 horas de extração em acetona mantida a 4°C (Parsons et al., 1984).

6.3 Análises laboratoriais

Para caracterizar os microplásticos, em termos quantitativos e qualitativos, 36 amostras de zooplâncton (fixadas no formol) foram processadas no Laboratório de Ecologia do Plâncton (UFRPE/DB). As amostras dos microplásticos foram obtidas através de arrastos a partir de uma rede de plâncton de 64 µm de abertura da malha, arrastada durante 5 minutos, na porção subsuperficial da coluna d'água, com fixação das mesmas em formol neutro a 4%, para a análise quantitativa dos microplásticos. A rede foi arrastada a uma velocidade de 1-2 nós. Essas mesmas amostras foram processadas para avaliação da comunidade zooplanctônica (SILVA, 2019).

Os microplásticos foram observados em estereomicroscópio da marca Bioptika e classificados de acordo com o seu tipo: filamentos, plásticos moles e plásticos duros (e.g., Lima et al. 2014). Para a quantificação dos microplásticos, as amostras foram analisadas na sua totalidade, em placas de Bogorov, sendo anteriormente filtradas em concentrador e diluídas em volume necessário para que seja possível a visualização das partículas. Todos os microplásticos foram triados e separados em tubos Eppendorf, devidamente identificados, a medida que a contagem foi realizada. Para evitar a contaminação das amostras, foram tomadas algumas medidas como

a utilização de luva e jaleco durante as análises, e também, foram realizadas a limpeza e secagem do material sempre ao início e fim dos procedimentos.

Para a confirmação dos microplásticos triados visualmente, foi realizado um teste com ácido nítrico (HNO_3), pois tem sido relatado sua eficácia na dissolução rápida de material biogênico, de forma que se alguma partícula for confundida com material biológico ela seja destruída. Foram sorteadas 18 amostras para isso, em seguida os microplásticos foram separados em placas de Petri de vidro, nas quais foram adicionadas gotas de HNO_3 (65%), sendo a placa tampada e levada a estufa por 30 minutos a uma temperatura de 80°C (Lusher et al., 2016). Após esse período, todo material foi inspecionado novamente em estereomicroscópio, para a confirmação definitiva de potencial material não orgânico. Como controle, partículas orgânicas de origem animal e vegetal do plâncton foram submetidas ao ácido, bem como outras partículas plásticas das três categorias (filamentos, plástico duro e plástico mole).

6.4 Análise dos dados

Para testar a hipótese de que a concentração dos microplásticos é maior durante os momentos de aumento do fluxo fluvial e na região da pluma (em relação às outras duas áreas - baía e recifes), foi usado um teste t de Student ou sua equivalência não-paramétrica (teste U - Mann-Whitney), considerando significativos os valores de $p \leq 0,05$. Uma análise comparativa de duas amostras independentes também é aplicada para comparar os microplásticos fora e dentro da pluma.

7. RESULTADOS

7.1 Variáveis ambientais

Foram calculadas as médias de cada variável ambiental e foi criado uma tabela com as maiores médias obtidas em cada período sazonal. A tabela mostra que houve uma variação de resultados por conta do período sazonal de algumas variáveis como a clorofila dissolvida na água, o total de sólidos suspensos, o oxigênio dissolvido, os sólidos totais dissolvidos e a salinidade essa variação se deu por conta do fluxo da água que aumentou devido ao período chuvoso.

	Período Seco	Período chuvoso
Clorofila	2,29 µg/L (pluma)	3,50 µg/L (pluma)
Total de sólidos suspensos	92,10 µg/L (pluma)	56,95 µg/L (pluma)
Temperatura	27,4 °C (pluma)	27,9 °C (pluma)
pH	8,24 (baía e Recifes)	8,17 (baía)
Turbidez	7,8 NTU (baía)	8,0 NTU (pluma)
Oxigênio dissolvido*	4,23 µg/L (recifes)	7,48 µg/L (recifes)
Sólidos totais dissolvidos	32,5 µg/L (recifes)	29,6 µg/L (pluma)
Salinidade**	35,8 ppt (recifes)	30,2 ppt (recifes)

Tabela 1- tabela referente as maiores médias das variáveis ambientais no período seco e chuvoso.

7.2 Caracterização geral da estrutura dos microplásticos

Foram registrados microplásticos em todas amostras, com a densidade total variando de 0 a 64 mp/m³ (13 ± 13 mp/m³). Quanto à densidade por tipo de microplásticos, foi registrada maior quantidade de filamentos (12 ± 13 mp/m³), seguidos pelos fragmentos duros (0,30 ± 0,35 mp/m³) e fragmentos moles (0,19 ± 0,41 mp/m³). Não foram registradas diferenças nas densidades de microplásticos entre as áreas e períodos. Em ambientes costeiros, fibras são os tipos mais comuns (Stolte et al. 2015).

7.2.1 Microplásticos do tipo filamentosos

Os microplásticos do tipo filamentosos foram encontrados em todas as amostras, chegando a atingir uma média total de 12 ± 13 mp/m³.

Os dados obtidos com os microplásticos do tipo filamentosos no período seco mostraram uma densidade de $4,49 \pm 4,19$ microplásticos por metro cúbico (mp/m³) na parte da baía, obtendo assim o menor valor dentre os três pontos no período seco, a pluma obteve o maior valor $16,08 \pm 16,22$ mp/m³, enquanto os recifes tiveram uma densidade de $8,58 \pm 4,44$ mp/m³.

No período chuvoso a maior densidade obtida foi nos recifes de corais, que obteve uma densidade de $21,62 \pm 20,77$ mp/m³, a menor densidade encontrada nesse período foi de $5,45 \pm 1,80$ na área da pluma, enquanto a baía obteve uma densidade de $16,58 \pm 15,27$ mp/m³.

7.2.2 Microplásticos do tipo fragmento duro

Os microplásticos desse tipo tiveram uma média total de $0,30 \pm 0,35$ mp/m³, não teve presença de microplásticos do tipo fragmento duro em todas as amostras.

No período seco a densidade de microplásticos do tipo fragmento duro na área da baía foi a maior obtida, atingindo uma densidade de $0,50 \pm 0,42$ mp/m³, enquanto a área da pluma obteve uma densidade de $0,16 \pm 0,39$ mp/m³ sendo a menor densidade encontrada dentre as três áreas, os recifes de corais obtiveram uma densidade de $0,21 \pm 0,22$ mp/m³.

O período chuvoso teve a maior densidade encontrada na área dos recifes $0,49 \pm 0,32$ mp/m³, a menor densidade foi $0,21 \pm 0,38$ mp/m³ na área da pluma, enquanto a baía obteve uma densidade de $0,26 \pm 0,35$ mp/m³.

7.2.3 Microplásticos do tipo fragmento mole

O microplásticos do tipo fragmento mole obteve uma média total de $0,19 \pm 0,41$ mp/m³, esse tipo de microplástico não foi encontrado em todas as amostras.

A maior densidade de microplásticos do tipo fragmento mole no período seco foi a área da pluma que obteve $0,79\pm 0,70$ mp/m³, os recifes de corais atingiram o menor valor, uma densidade de $0,03\pm 0,08$ mp/m³, e a área da baía uma densidade de $0,10\pm 0,14$ mp/m³.

Já no período chuvoso a maior densidade encontrada foi na área da pluma $0,16\pm 0,39$ mp/m³, a menor densidade encontrada foi na área da baía $0,04\pm 0,09$ mp/m³, enquanto a área dos recifes obteve uma densidade de $0,08\pm 0,09$ mp/m³.

7.3 Análises estatísticas

A densidade de microplásticos quando comparado entre os períodos mostrou diferenças significativas $p < 0,05$ (teste U - Mann-Whitney), apenas no período chuvoso apenas na baía ($p = 0,02024$) se comparado com o período seco, devido ao menor número de microplásticos encontrados em determinados pontos.

Quanto a realização do teste de Análise Multivariada de Variância Permutacional (PERMANOVA $p < 0,05$) em relação a densidade de microplásticos quanto aos períodos sazonais e as áreas analisadas. Com relação aos períodos sazonais o PERMANOVA obteve um $p = 0,251$, enquanto com relação as áreas analisadas o $p = 0,11$, mostrando assim que não houve nenhuma variação significativa entre os dados.

8. DISCUSSÃO

Há uma grande preocupação com a poluição de microplásticos marinhos e sua extensão na poluição e o impacto que pode causar no ambiente aquático, O presente trabalho avaliou a presença de microplásticos em uma área de proteção ambiental e os resultados demonstram que não houve uma diferença significativa entre as áreas e período sazonal

Referente as variáveis ambientais da pluma os dados de clorofila tiveram maior média dentre os três pontos no período de seco, a turbidez também teve alta nesse período. Nos recifes a concentração de clorofila foi menor e uma alta concentração de salinidade nos dois períodos se comparados com os outros pontos nos dois períodos pluviométricos. Já a área da baía apresentou resultados médios se comparados aos outros pontos isso pode ser por conta da influência da pluma, por conta da menor salinidade se comparada as outras massas de água, as plumas estuarinas contribuem diretamente para a diminuição da salinidade de águas adjacentes em períodos de maior afluência fluvial (ANJUSHA et al., 2018).

Houve ocorrência de microplásticos dos três tipos nos três pontos analisados, dentre os microplásticos quantificados, os microplásticos do tipo filamentosos tiveram maior ocorrência e os maiores valores foram observados para a área da pluma, atingindo densidade de $16,08 \pm 16,22$ mp/m³. Estudos anteriores que avaliaram microplásticos em ambientes estuarinos, estimaram valores superiores aos que foram registrados no presente estudo (98mp/m³ HITCHCOCK; MITROVIC, 2019 ; 50 a 2400 mp/m³, NORÉN , 2007), enquanto no período chuvoso a densidade maior encontrada foi nos recifes $21,62 \pm 20,77$ mp/m³, mesmo obtendo essa diferença de densidade, os valores quando comparados a outros valores de trabalhos anteriores (867 e 902 mp/m³, HITCHCOCK; MITROVIC, 2019)

A maior concentração de microplásticos do tipo filamento na parte dos recifes e na pluma pode se dar por conta da ação pesqueira (DANTAS et al., 2012; GUEBERT- BARTOLOLO et al, 2011; RAMOS et al., 2012), além do ato da pesca o concerto das redes podem causar a fragmentação desses filamentos (BROWNE et al., 2010; COLE et al., 2011), além de cordas e

linhas de pesca que são deixadas para trás pelos pescadores (POSSATTO et al., 2011; RAMOS et al., 2012)

Os microplásticos do tipo fragmento duro e mole não tiveram dados significativos, chegando a densidades de 1 mp/m³ dentre os três pontos nos três períodos, mesmo não tendo um valor significativo esses fragmentos, assim como os outros microplásticos, eles têm a capacidade de absorverem Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), representando uma ameaça para ambientes costeiros (BARLETTA et al., 2012). Comparando a variação da média da densidade total de todos os tipos de microplásticos 0 a 64 mp/m³ (13 ± 13 mp/m³), os valores apresentados ainda não apresentam uma variação significativa, (DESFORGES et al. 2014) encontrou concentrações de 62 e 5000 mp/m³, obtendo uma média de 2080 mp/m³ a 9180 mp/m³ em baías costeiras.

De fato, esperava-se que durante as chuvas a ocorrência de microplásticos fosse maior na região, devido ao potencial maior influência das plumas estuarinas na área. Mesmo sendo comum a ocorrência de microplásticos em sistemas estuarinos em várias partes do mundo (FRIAS et al., 2010; MOORE, 2008), o fato de não ter tido diferenças sazonais no presente estudo deve-se à inserção dos estuários Ilhetas e Mamucabas em região protegida (APA Guadalupe e ReBio de Saltinho).

9. CONCLUSÃO

As variáveis ambientais marinhas da porção norte da APA Costa dos Corais: a clorofila dissolvida na água, o total de sólidos suspensos, o oxigênio dissolvido, os sólidos totais dissolvidos e a salinidade variam sazonalmente, mas essa alteração não exerce nenhuma relação aparente com os microplásticos do plâncton.

Os microplásticos do tipo filamentosos possuem uma densidade média de $16,08 \pm 16,22$ a $21,62 \pm 20,77$ mp/m³, diferindo significativamente entre os pontos (pluma, recifes e baía).

Em cada período, mesmo existindo essa variação de presença entre os pontos, ela não é considerada significativa. O período sazonal não interfere na quantidade e na variação dos microplásticos.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADY, A.L., 2015. Persistence of Plastic Litter in the Oceans, Marine Anthropo- genic Litter. Springer, pp. 57e72.

ANDRADY, A. L.; NEAL, M. A. Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions Royal Society*, v. 364, n. 1526, p. 1977–1984, 2009. Disponível em: <<http://doi.org/10.1098/rstb.2008.0304>>. doi:10.1098/rstb.2008.0304.

ANJUSHA, A., JYOTHIBABU, R., and JAGADEESAN, L. (2018) Response of microzooplankton community to the hydrographical transformations in the coastal waters off Kochi, along the southwest coast of India. *Continental Shelf Research*, 167, 111–124. doi:10.1016/j.csr.2018.04.017.

AUTA H. S., EMENIKE C. U., FAUZIAH S. H. 2017. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: a review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environmental International*, 102:165-176.

BARLETTA, M., LUCENA, L.R.R., COSTA, M.F., BARBOSA-CINTRA, S.C.T., CYSNEIROS, F.J.A., 2012. The interaction rainfall vs. weight as determinant of total mercury concentra- tion in fish from a tropical estuary. *Environ. Pollut.* 167, 1–6.

BARNES, D.K., GALGANI, F., THOMPSON, R.C., BARLAZ, M., 2009. Accumulation and frag-mentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 364, 1985e1998.

BHATTACHARYA P. 2016. A review on the impacts of microplastic beads used in cosmetics. *Acta Biomedica Scientia*, 3: 47-52.

BROWNE, M.A., GALLOWAY, T.S., THOMPSON, R.C., 2010. Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines. *Environ. Sci. Technol.* 44, 3404–3409.

BROWNE M. A., CRUMP P., NIVEN S. J., TEUTEN E. L., TONKIN A., GALLOWAY T., THOMPSON R. C. 2011. Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental Science & Technology*, 45: 9175–9179.

CARPENTER, E. J.;SMITH, K. Plastics on the Sargasso Sea surface. *Science*, v. 175, n. 4027, p. 1240-1241, 1972.

CARPENTER, Edward J. et al. Polystyrene spherules in coastal waters. *Science*, v.178, n. 4062, p. 749-750, 1972.

CHAE, Y.; AN, Y. J. Effects of micro- and nanoplastics on aquatic ecosystems: current research trends and perspectives. *Marine Pollution Bulletin*, v. 124, p. 624-632, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.070>>.doi:10.1016/j.marpolbul.2017.01.070.

CHEUNG, P.K., CHEUNG, L.T.O., FOK, L., 2016. Seasonal variation in the abundance of marine plastic debris in the estuary of a subtropical macro-scale drainage basin in South China. *Sci. Total Environ.* 562, 658e665.

COLE, M., LINDEQUE, P., HALSBAND, C., GALLOWAY, T.S., 2011. Microplastic as contaminants in the marine environment: a review. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 2588–2597.

COSTA, MONICA F. et al. On the importance of size of plastic fragments and pellets on the strandline: a snapshot of a Brazilian beach. *Environ Monit Assess*, v. 168, p. 299-304, 2010.

COSTA, J. P. Micro and nanoplastics in the environment: research and policymaking. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, v. 1, p. 12-16, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.coesh.2017.11.002>>.doi:10.1016/j.coesh.2017.11.002.

COSTA, J. P. SANTO, P. S. M., DUARTE, A. C.; ROCHA-SANTOS, T. (Nano)plastics in the environment – Sources, fates and effects. *Science of the Total Environment*, v. 566–567, p. 15-26, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.041>>.doi:10.1016/j.scitotenv.2016.05.041.

DANTAS, D.V., BARLETTA, M., COSTA, M.F., 2012. The seasonal and spatial patterns of ingestion of polyfilament nylon fragments by estuarine drums (*Sciaenidae*). *Environ. Sci. Pollut. Res.* 19, 600–606.

DERRAIK, J.G.B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, v.44, p.842-852. 2002.

DESFORGES, JEAN-PIERRE & GALBRAITH, MOIRA & DANGERFIELD, NEIL & ROSS, PETER. (2014). Widespread distribution of microplastics in subsurface seawater in the NE Pacific Ocean. *Marine pollution bulletin*. 79. 10.1016/j.marpolbul.2013.12.035.

ENDO, S. TAKIZAWA, R. OKUDA, K. TAKADA, H. CHIBA, K. KANEHIRO, H. OGI, H. YAMASHITA, R. DATE, T. Concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in beached resin pellets: Variability among individual particles and regional differences. *Marine Pollution Bulletin*, v. 50, n. 10, p. 1103-1114, 2005.

ERIKSEN, M., LEBRETON, L.C., CARSON, H.S., THIEL, M., MOORE, C.J., BORERRO, J.C., GALGANI, F., RYAN, P.G., REISSER, J., 2014. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS One* 9, e111913.

ERIKSEN, M., MAXIMENKO, N., THIEL, M., CUMMINS, A., LATTIN, G., WILSON, S., HAFNER, J., ZELLERS, A., RIFMAN, S., 2013b. Plastic pollution in the South Pacific subtropical gyre. *Mar. Pollut. Bull.* 68, 71e76.

EVERAERT G. & JANSSEN C. R. 2018. Risk assessment of microplastic in the ocean: Modelling approach and first conclusion. *Environmental Pollution*, 242b: 1930-1938.

FRÈRE L., MAIGNIEN L., CHALOPIN M., HUVET A., RINNERT E., MORRISON H., KERNINONS., CASSONE A. L., LAMBERT C., REVEILLAUD J., PAUL PONT I. 2018. Microplastic bacterial communities in the Bay of Brest: influence of polymer type and size. *Environment Pollution*, 242: 614–625.

FRIAS, J.P.G.L., SOBRAL, P., FERREIRA, A.M., 2010. Organic pollutants in microplastics from two beaches of the Portuguese coast. *Mar. Pollut. Bull.* 60, 1988–1992.

GALGANI, F., HANKE, G., MAES, T., 2015. Global Distribution, Composition and Abundance of Marine Litter, *Marine Anthropogenic Litter*. Springer, pp. 29e56.

GUEBERT-BARTHOLO, F.M., BARLETTA, M., COSTA, M.F., LUCENA, L.R., PEREIRA DA SILVA, C., 2011. Fishery and the use of space in a tropical semi-arid estuarine region of Northeast Brazil: subsistence and overexploitation. *J. Coastal Res. SI* 64, 398–402.

HALPERN, B.S.; WALBRIDGE, S.; SELKOE, K.A.; KAPPEL, C.V.; MICHELI, F.; D'AGROSA, C.; BRUNO, J.F.; CASEY, K.S.; EBERT, C.; FOX, H.E.; FUJITA, R.; HEINEMANN, D.; LENIHAN, H.S.; MADIN, E.M.P.; PERRY, M.T.; SELIG, E.R.; SPALDING, M.; STENECK, R.; WATSON, R. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, v.319, p.948-952. 2008.

HERMABESSIERE L., DEHAUT A., PAUL-PONT I., LACROIX C., JEZEQUEL R., SOUDANT P., DUFLOS G. 2017. Occurrence and effects of plastic additives on marine environments and organisms: a review. *Chemosphere*, 18: 781-793.

HIDALGO-RUZ, V. GUTOW, L. THOMPSON, R. C. THIEL, M. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science Technology*, v.46, 2012.

HITCHCOCK, JAMES & MITROVIC, SIMON. (2019). Microplastic pollution in estuaries across a gradient of human impact. *Environmental Pollution*. 247. 10.1016/j.envpol.2019.01.069.

HORTON, A. A.; WALTON, A.; SPURGEON, D. J.; LAHIVE, E.; SVENDSEN, C. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Science of the Total Environment*, v. 586, p. 127-141, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190>>.doi:10.1016/j.scitotenv.2017.01.190.

ISLAM, MD & TANAKA, MASARU. (2004). Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: A review and synthesis. *Marine pollution bulletin*. 48. 624-49. 10.1016/j.marpolbul.2003.12.004.

IVAR DO SUL, J.A.; SPENGLER, A.; COSTA, M.F. Here, there and everywhere Small plastic fragments and pellets on beaches of Fernando de Noronha (Equatorial Western Atlantic). *Marine Pollution Bulletin*, v. 58, p. 1236-1238, 2009.

IVAR DO SUL J. A. & COSTA M. F. 2013. Plastic pollution risks in an estuarine conservation unit. In: *Proceedings of the 12th International Coastal Symposium-ICS (Plymouth, England)*. *Journal of Coastal Research*, 65: 48–53.

JAMBECK, J.R.; GEYER, R.; WILCOX, C.; SIEGLER, T.R.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; NARAYAN, R.; LAW, K.L. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, v.347, n.6223, p.768-771. 2015.

LEBRETON, L. et al. River plastic emissions to the world's oceans. *Nature communications*, v. 8, nº 15611, junho 2017.

LÖNNSTEDT O. M. & EKLÖV P. 2016. Environmentally relevant concentrations of microplastic particles influence larval fish ecology, ecotoxicology. *Science*, 352(6290): 1213-1216.

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

MCGORAN A. R., CLARK P. F., MORRITT D. 2017. Presence of microplastic in the digestive tracts of European flounder, *Platichthys flesus*, and European smelt, *Osmerus eperlanus*, from the River Thames. *Environment Pollution*, 220: 744–751.

MOORE, C.J., 2008. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *Environ. Res.* 108, 131–139.

NORÉN, F., 2007. Small Plastic Particles in Coastal Swedish Waters. KIMO Sweden. NORÉN, F., NAUSTVOLL, L., 2010. Survey of Microscopic Anthropogenic Particles in Skagerrak. Report Commissioned by Klima-Og Forurensningsdirektoratet.

OGATA, Y., TAKADA, H., MIZUKAWA, K., HIRAI, H., IWASA, S., ENDO, S., MATO, Y., SAHA, M., OKUDA, K., NAKASHIMA, A., MURAKAMI, M., ZURCHER, N., BOOYATUMANONDO, R., ZAKARIA, M.P., DUNG, L.Q., GORDON, M., MIGUEZ, C., SUZUKI, S., MOORE, C., KARAPANAGIOTI, H.K., WEERTS, S., MCCLURG, T., BURREN, E., SMITH, W., VELKENBURG, M. VAN, LANG, J.S., LANG, R.C., LAURSEN, D., DANNER, B., STEWARDSON, N., THOMPSON, R.C., 2009. International Pellet Watch: Global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. *Mar. Pollut. Bull.* 58, 1437–1446. doi:10.1016/j.marpolbul.2009.06.014.

OGI, H.;FUKUMOTO, Y. A sorting method for small plastic debris floating on the sea surface and stranded on sandy beaches. *Bulletin of the Faculty of Fisheries-Hokkaido University (Japan)*, 2000.

PARSONS, T. R., Y. MAITA AND C. M. LALLI (1984): *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*. Pergamon Press, Oxford, 173 pp.

POSSATTO, F.E., BARLETTA, M., COSTA, M.F., IVAR DO SUL, J.A., DANTAS, D.V., 2011. Plastic debris ingestion by marine catfishes: an unexpected fisheries impact. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 1098–1102.

PRATA J. C. 2018. Airborne microplastics: Consequences to human health? *Environmental Pollution*, 234: 115-126.

RAMOS, J.A.A., BARLETTA, M., COSTA, M.F., 2012. Ingestion of nylon threads by Gerreidae while using a tropical estuary as foraging grounds. *Aquat. Biol.* 17, 29–34.

SILVA CARREIRA, R. DA et al. *Glaucia Peregrina Olivatto*. p. 1–155, 2017.

SHIBER, J. G. Plastic pellets on Spain's 'Costa del Sol'beaches. *Marine Pollution Bulletin*, v. 13, n. 12, p. 409-412, 1982.

STOLTE A., FORSTER S., GERDTS G., SCHUBERT H. 2015. Microplastic concentrations in beach sediments along the German Baltic coast. *Marine Pollution Bulletin*, 99: 216-229.

SHIBER, J. G. Plastic pellets on Spain's 'Costa del Sol'beaches. *Marine Pollution Bulletin*, v. 13, n. 12, p. 409-412, 1982.

SUTTON, R. MASON, S. A. STANEK, S. K. WILLIS-NORTON, E. WREN, I. F. BOX, C.. Microplastic contamination in the San Francisco Bay, California, USA. *Marine Pollution Bulletin*, v. 109, n. 1, p. 230-235, 2016.

THOMPSON, R.C., OLSEN, Y., MITCHELL, R.P., DAVIS, A., ROWLAND, S.J., JOHN, A.W., MCGONIGLE, D., RUSSELL, A.E., 2004. Lost at sea: where is all the plastic? *Science* 304, 838, 838.

UNEP. Valuing Plastic: The Business Case for Measuring, Managing and Disclosing Plastic Use in the Consumer Goods Industry. United Nations Environment Programme (UNEP), 2014.

VEERASINGAM, S., SAHA, M., SUNEEL, V., VETHAMONY, P., RODRIGUES, A.C., BHATTACHARYYA, S., NAIK, B., 2016b. Characteristics, seasonal distribution and surface degradation features of microplastic pellets along the Goa coast, India. *Chemosphere* 159, 496e505.

WAGNER, Martin et al. Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. *Environmental Sciences Europe*, v. 26, n. 1, p. 12, 2014.

WOODS, M. N.; STACK, M. E.; FIELDS, D. M.; SHAW, S. D.; MATRAI, P. A. 2018. Microplastic fiber uptake, ingestion, and egestion rates in the blue mussel (*Mytilus edulis*). *Marine Pollution Bulletin*, 137: 638-645.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*, v. 178, n. March, p. 483–492, 2013.

ZHAO, S., ZHU, L., LI, D., 2015. Microplastic in three urban estuaries, China. *Environ. Pollut.* 206, 597e604.

11. ANEXOS

Tabelas

Densidade de MP por m ³			
Período seco			
	Filamentoso	Fragmento duro	Fragmento mole
Baía	4,49±4,19	0,50±0,42	0,10±0,14
Pluma	16,08±16,22	0,16±0,39	0,79±0,70
Recifes	8,58±4,44	0,21±0,22	0,03±0,08

Período chuvoso			
	Filamentoso	Fragmento duro	Fragmento mole
Baía	16,58±15,27	0,26±0,35	0,04±0,09
Pluma	5,45±1,80	0,21±0,38	0,16±0,39
Recifes	21,62±20,77	0,49±0,32	0,08±0,09

Tabela 2 - Densidade de microplásticos por m³ no período seco e chuvoso.

Mann-Whitney test (< 0,05)			
PONTOS DE COLETA	U	Z	P
Baía	156	-0,177	0,8598
Pluma	137,5	-0,795	0,4266
Recifes	126	-1,136	0,2562

Tabela 3 - Teste de Mann-whitney para densidade total de microplásticos nos períodos seco e chuvoso

Mann-Whitney test (<0,05)			
Baía			
PONTOS DE COLETA	U	Z	P
Baía	3	-2,332	0,0202
Pluma	10,5	-1,131	0,2581
Recifes	12,05	-0,953	0,3408
Pluma			
PONTOS DE COLETA			
Baía	11	-1,041	0,298
Pluma	16	-0,315	0,7526
Recifes	8	-1,696	0,0898
Recifes			
PONTOS DE COLETA			
Baía	6	-1,841	0,0656
Pluma	8,5	-1,446	0,1481
Recifes	13,5	-0,762	0,446

Tabela 4- Teste de Mann-Whitney para todos os pontos nos períodos seco e chuvoso.

FIGURAS

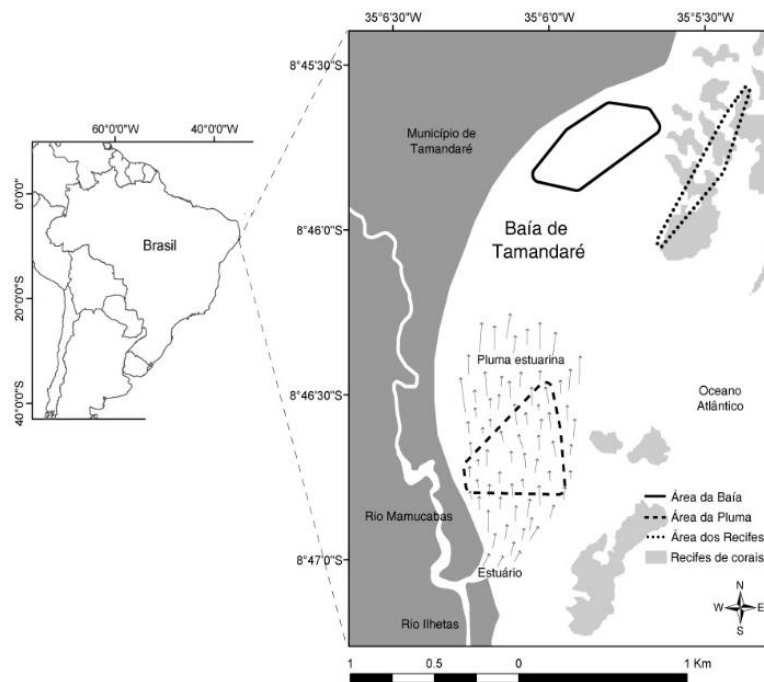


Figura 1 - mapa de localização da área de estudo da APA-costa dos corais



Figura 1 - Etapa de campo: A) Materiais utilizados para coleta, B) Arrasto de rede de plâncton, C) Rede de plâncton, D) Rede sendo retirada da água.

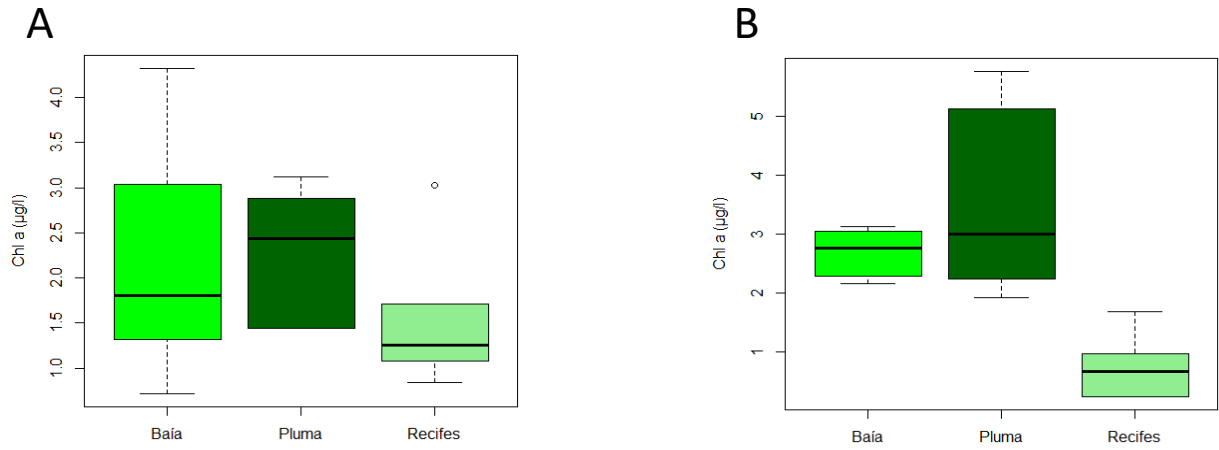


Figura 3 – A) Dados de clorofila do período seco e B) Dados de clorofila do período chuvoso.

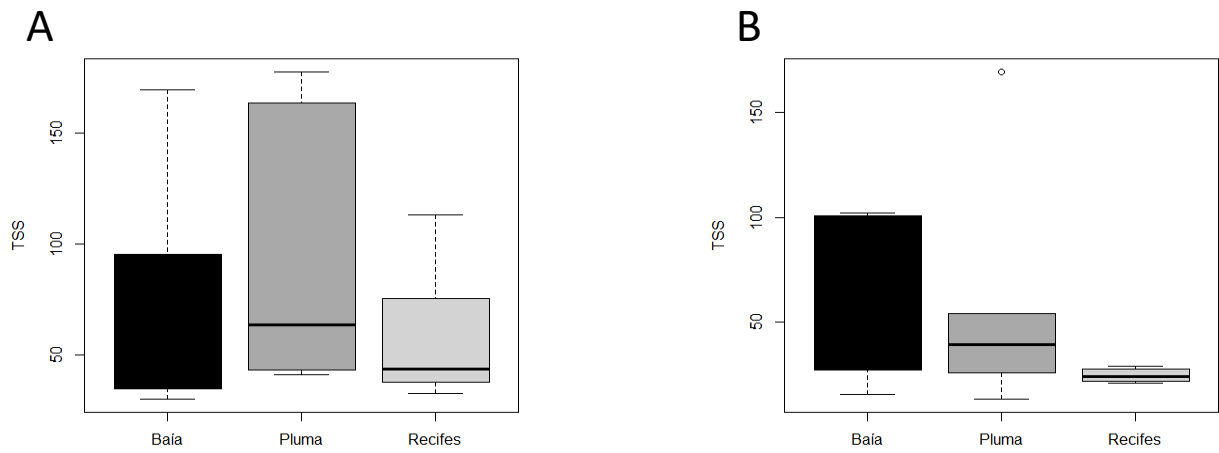


Figura 4 – A) Boxplot do total de sólidos suspensos do período seco, B) Boxplot do total de sólidos suspensos do período chuvoso.

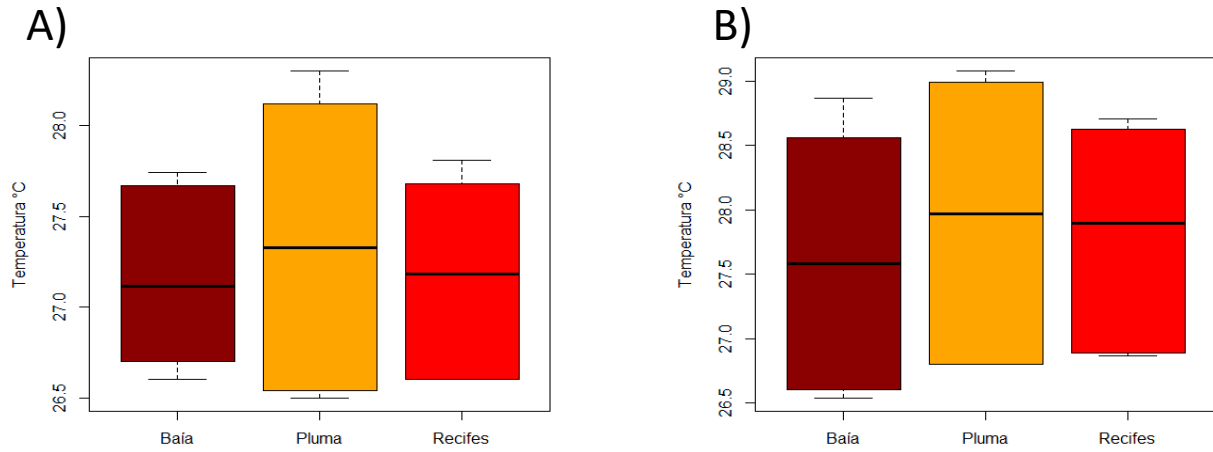


Figura 5 – A) Boxplot da temperatura no período seco, B) Boxplot da temperatura no período chuvoso.

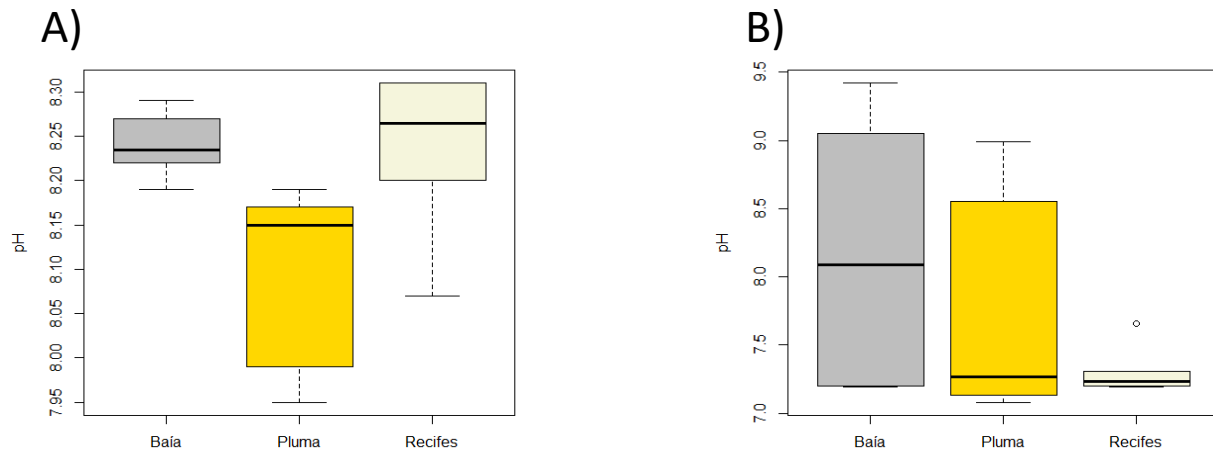


Figura 6 – A) boxplot de pH no período seco e B) Boxplot de pH no período chuvoso.

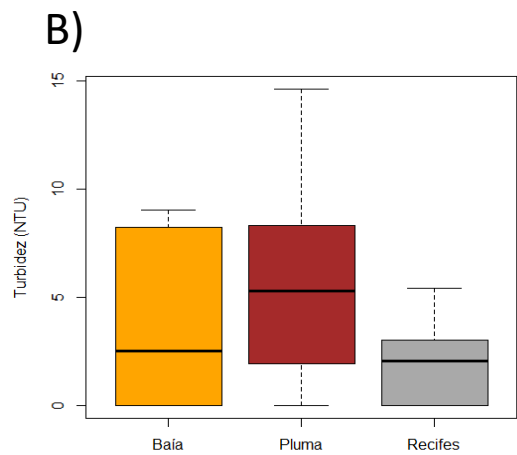
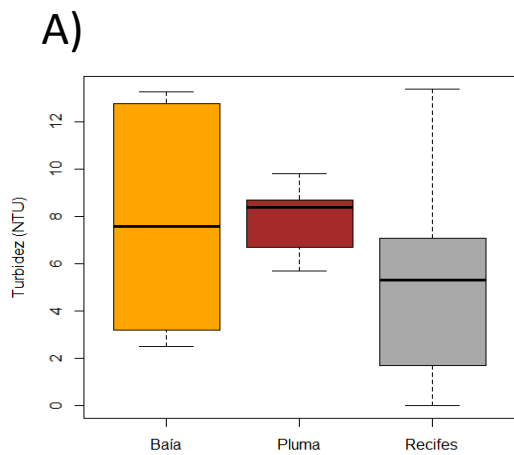


Figura 7 – A) Boxplot da turbidez no período seco e B) Boxplot da turbidez no período chuvoso.

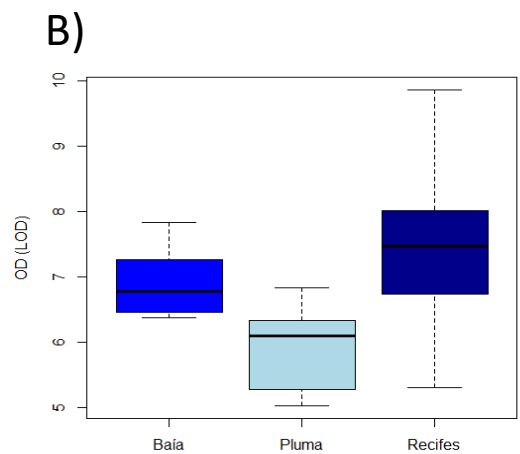
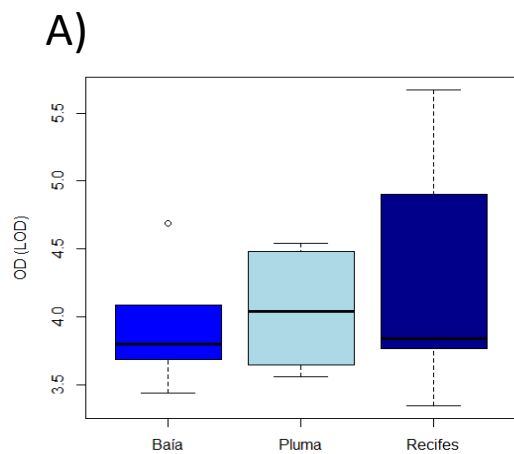


Figura 8 – A) Boxplot do oxigênio dissolvido no período seco e B) Boxplot do oxigênio dissolvido no período chuvoso.

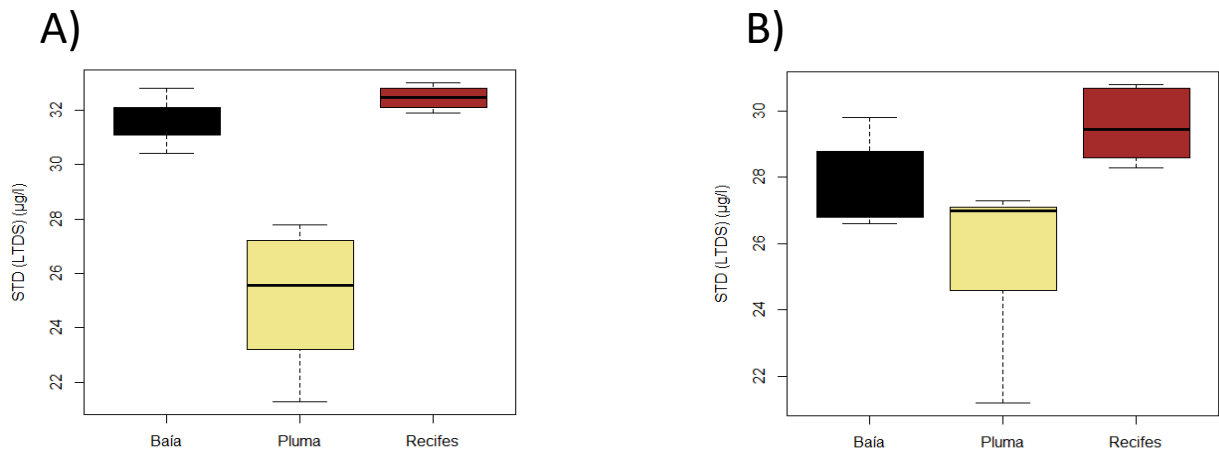


Figura 9 – A) Boxplot de sólidos totais dissolvidos no período seco e B) Boxplot de sólidos totais dissolvidos no período chuvoso.

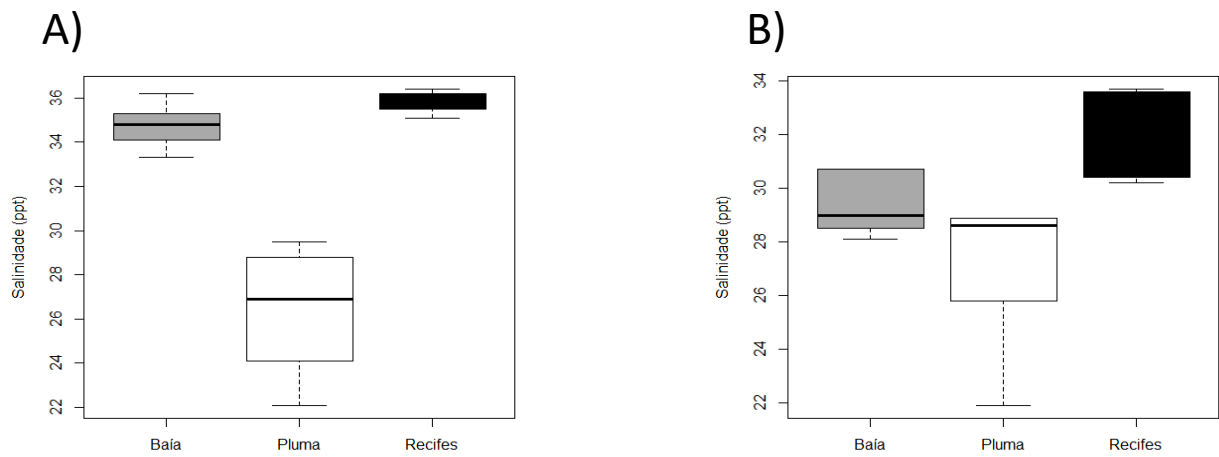


Figura 10 – A) Boxplot da salinidade no período seco e B) Boxplot da salinidade no período chuvoso.

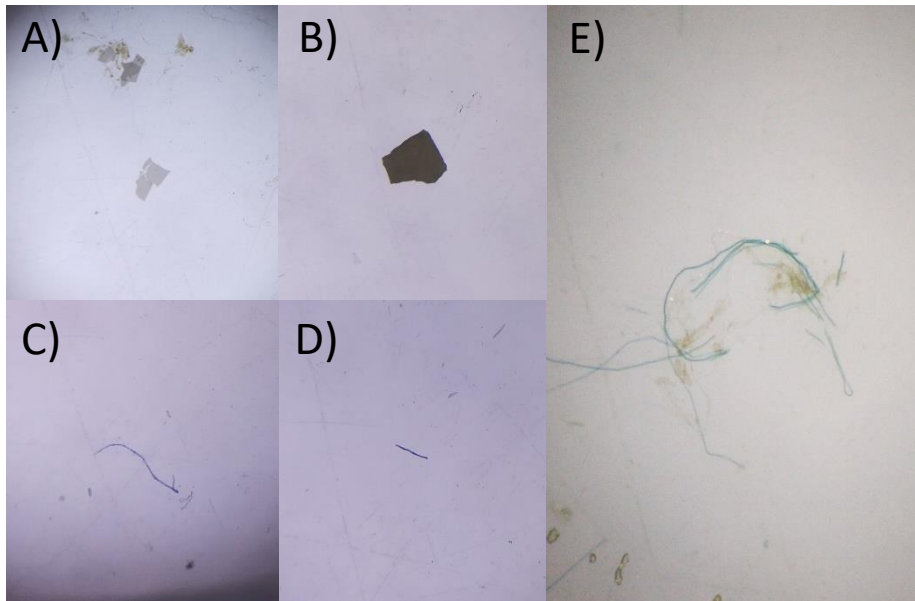


Figura 11 - A) e B) microplástico do tipo fragmento duro branco, C) e D) microplástico filamentosso azul escuro, E) microplástico filamentosso azul claro.

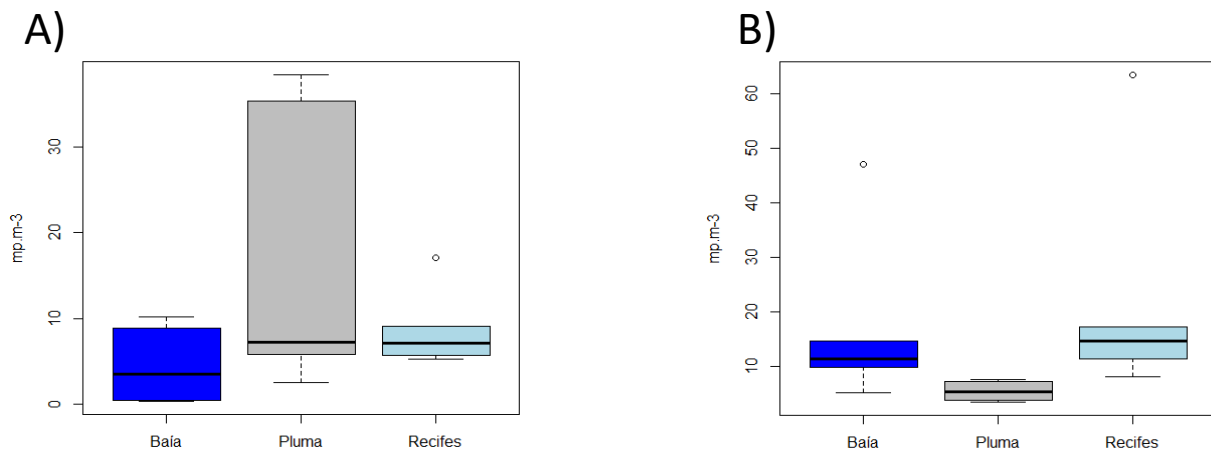


Figura 12 – A) Boxplot dos microplásticos do tipo filamentosso no período seco.e B) Boxplot dos microplásticos do tipo filamentosso no período chuvoso.

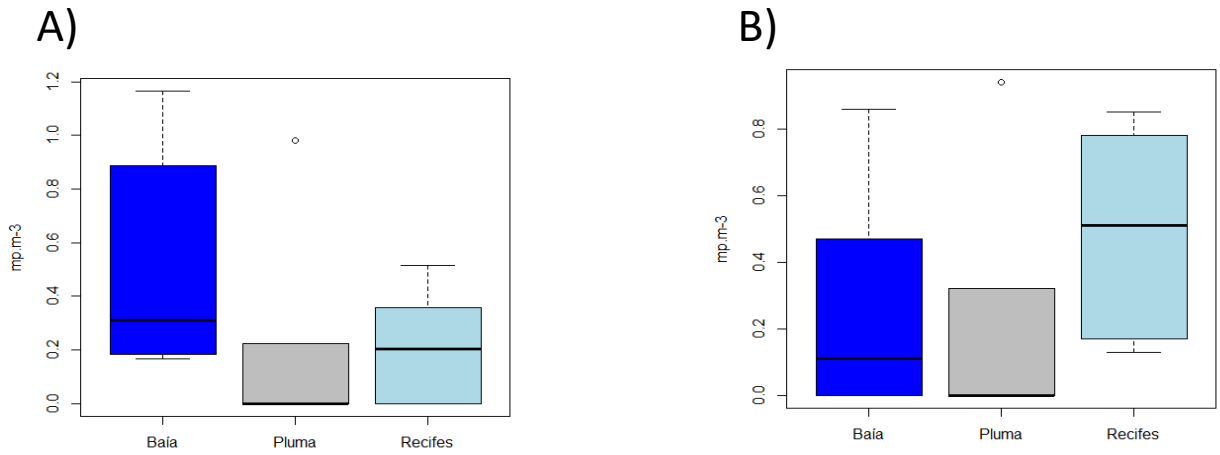


Figura 13 – A) Boxplot dos microplásticos do tipo fragmento duro no período seco e B) Boxplot dos microplásticos do tipo fragmento duro no período chuvoso.

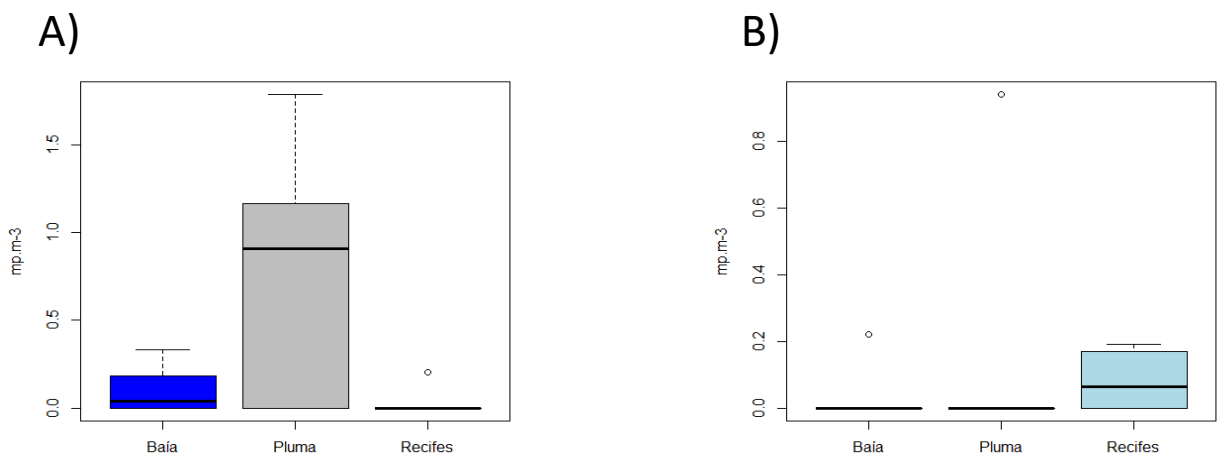


Figura 14 – A) Boxplot dos microplásticos do tipo fragmento mole no período seco e B) Boxplot dos microplásticos do tipo fragmento mole no período chuvoso.

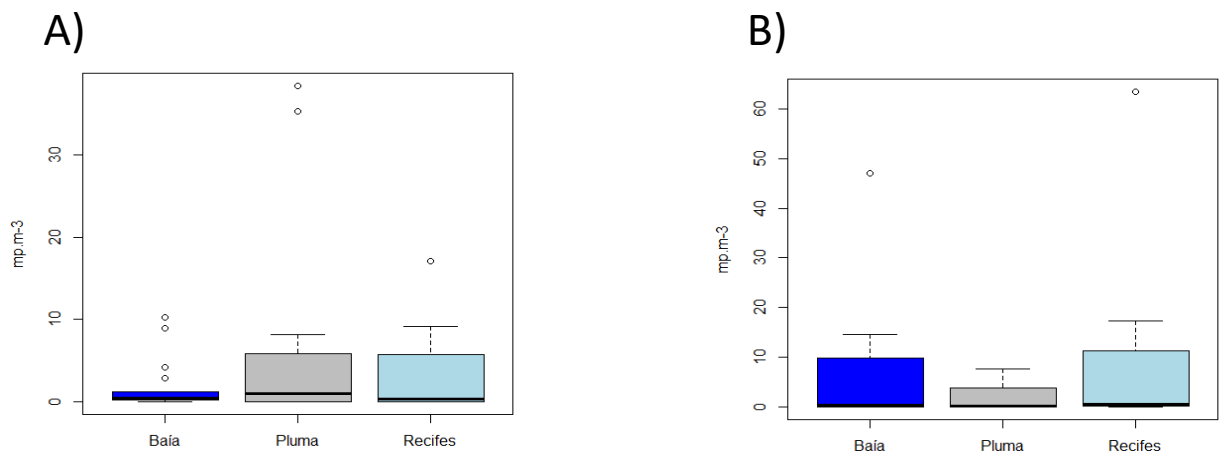


Figura 15 – A) Boxplot da densidade total de microplásticos no período seco e B) Boxplot da densidade total de microplásticos no período chuvoso.

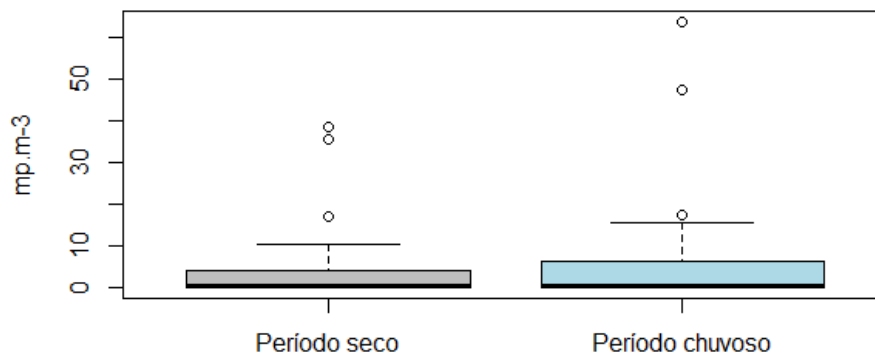


Figura 16 - Densidade total de microplásticos no período.

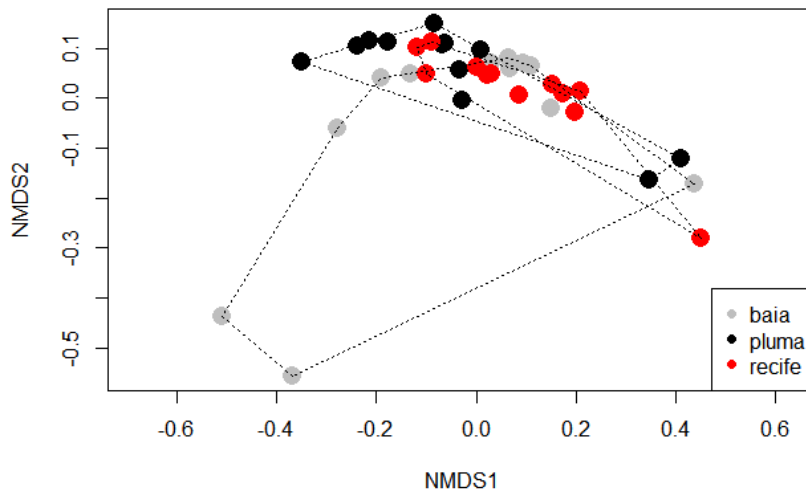


Figura 17: Teste NMDS por área.

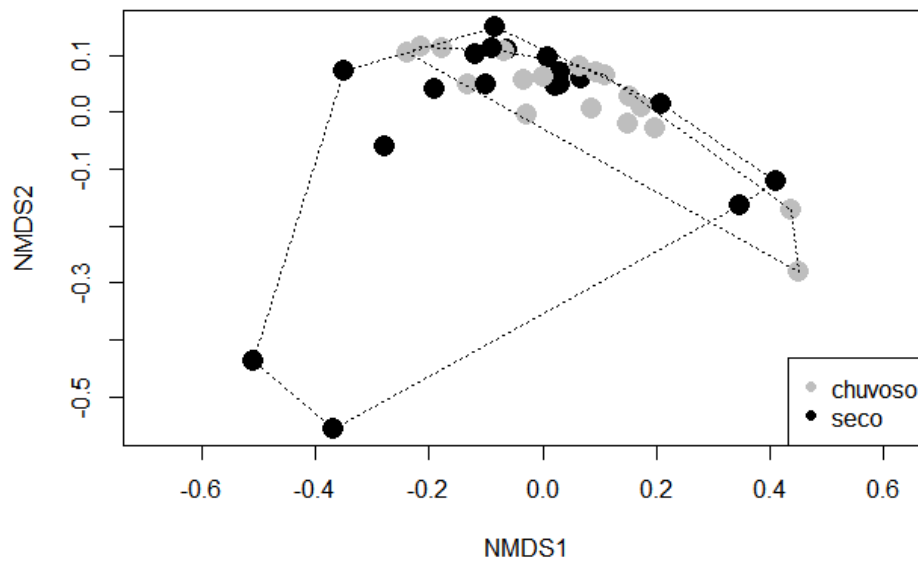


Figura 18: Teste NMDS por período.