



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS V
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JICAURY ROBERTA PEREIRA DA SILVA

**DIETA E INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS EM PEIXES DO ESTUÁRIO DO
RIO PARAÍBA, PARAÍBA, BRASIL**

JOÃO PESSOA

2018

JICAURY ROBERTA PEREIRA DA SILVA

**DIETA E INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS EM PEIXES DO ESTUÁRIO DO
RIO PARAÍBA, PARAÍBA, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Lúcia Vendel

JOÃO PESSOA

2018

S586d Silva, Jicaury Roberta Pereira da.
Dieta e ingestão de microplásticos em peixes do estuário do rio Paraíba, Paraíba, Brasil [manuscrito] / Jicaury Roberta Pereira da Silva. - 2018.
44 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas , 2018.
"Orientação : Profa. Dra. Ana Lúcia Vendel , Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CCBSA."
1. Ecologia trófica. 2. Hábito bentívoro. 3. Impacto antrópico . I. Título

21. ed. CDD 577.6

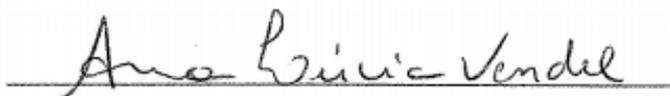
JICAURY ROBERTA PEREIRA DA SILVA

**DIETA E INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS EM PEIXES DO ESTUÁRIO DO
RIO PARAÍBA, PARAÍBA, BRASIL**

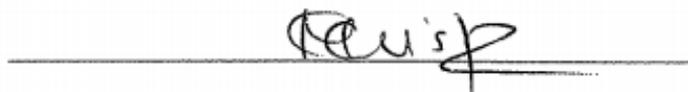
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Ciências Biológicas da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel
em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 13/06/2018

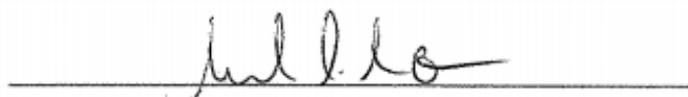
BANCA EXAMINADORA



Profª. Dra. Ana Lúcia Vendel (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Drª. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof. Dr. Cleber Ibraim Salimon
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

A minha “MAINHA” (mãe), Jacinta.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Jacinta (*in memoriam*), que mesmo não podendo estar comigo no fim dessa jornada foi minha maior incentivadora e minha melhor amiga ao longo de toda minha vida, me mostrando sempre que eu era capaz mesmo quando eu mesma não acreditava; por ser meu maior exemplo de persistência e perseverança. E embora fisicamente ausente, sua lembrança me deu forças para que este projeto fosse concluído.

Ao meu pai Roberto que junto a minha mãe fez de tudo, mesmo diante as dificuldades diárias, para me fornecer a estabilidade necessária para realização e conclusão do curso que escolhi pra vida.

A minha irmã Emmanuelle, que mesmo com toda rixa típica de irmã mais nova (kkkk) sempre torceu por mim (em seu íntimo mais torceu, rsrs).

A alguns familiares, minha tia Josinete, meus primos Rafael, Joeloisa, Joel e Jordão, minhas avós Anália e Maria por todas as conversas, concelhos e incentivos.

Aos amigos da vida Anderson, Raissa, Eduardo, Mariana, Iandra, Jessica, por todas as risadas e conversas que me ajudaram a superar momentos de stress e a paciência em escutar meus lamentos (rsrsr).

A orientadora, Dr. Ana Lúcia, por todo saber compartilhado, pelas horas de dedicação nos inúmeros projetos, e por sempre acreditar que a gente sempre pode ir mais além.

A todos os professores que tive durante esses cinco anos de curso (um ano foi “juntando” as greves, rsrs), por todo conhecimento cedido, e a parceria dentro e fora da sala de aula, nos despertando a paixão pelo curso, e a sermos os melhores profissionais que pudermos.

Aos Bioamigos mais lindos do mundo que adquiri durante a graduação Anderson, Raissa, Glacy, Samara, Alice, Sara, Juliana, Paula beatriz, Ruth pelos maravilhosos momentos que passamos juntos, pelos risos e bom humor nas horas de desespero em conjunto seja com provas ou trabalhos, pelos ouvidos cedidos nas horas de desabafo e pela cumplicidade em diversos momentos.

A Anderson (sim, você tem um parágrafo só seu), pelo melhor amigo (por consequência, rsrsrs) que alguém poderia ter, por estar comigo tantos nos momentos de maior desespero quanto nos de maior alegria, sempre me dando suporte e incentivo, sem você eu não teria conseguido.

A família Lab Ictio, Ana Lucia, por ter me dado à oportunidade de fazer parte do laboratório, Vivi e Aninha, pelo norte precioso no começo da pesquisa, Anderson, Samara e Glacy (a intrusa) pelo companheirismo em todas as divertidíssimas coletas (mesmo com todos os ônus posteriores sentidos, kkkkk) e os momentos de amizade em todos os projetos, e Patrícia (vulgo, Paty a melhor técnica da UEPB), por todas as conversas, ajuda, incentivo e cuidado sem esquecer os bordões (“Éaê, galera”) que marcaram nossos inícios de tarde e trabalhos. Em especial a Anderson e a Vivi, pela disponibilidade e ajuda em rodar as estatísticas para esse trabalho.

A banca examinadora, Dr. Dra. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva e Dr. Cleber Ibraim Salimon pelas contribuições com o presente estudo.

“Quando a vida te decepciona, qual é a solução? Continue a nadar! Continue a nadar! Continue a nadar, nadar, nadar! Para achar a solução, nadar, nadar!”

(Dory-Procurando Nemo 2003)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 METODOLOGIA	13
2.1 Área de estudo.....	13
2.2 Amostragens.....	14
2.3 Análise de dados.....	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1 Dados ambientais	17
3.2 Alimentação	19
3.3 Ingestão de microplásticos	29
4 CONCLUSÃO	35
5 ABSTRACT E KEYWORDS.....	36
6 REFERÊNCIAS	37

DIETA E INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS EM PEIXES DO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA, PARAÍBA, BRASIL

JICAURY ROBERTA PEREIRA DA SILVA*

RESUMO

Os peixes de ambientes estuarinos desempenham um importante papel ecológico, como a transformação do potencial energético e o seu fluxo dentro do ecossistema. Os estudos sobre hábito alimentar em peixes proporcionam uma melhor compreensão das relações entre as espécies e o ecossistema, as quais podem refletir variações devido à sazonalidade e ao grau de impacto antrópico local. O presente estudo objetivou descrever a proporção de itens ingeridos por peixes no Estuário do Rio Paraíba, no intuito de relacionar a dieta dos peixes nele ocorrentes ao impacto antrópico presente neste ecossistema. Para isso foram realizados arrastos manuais neste estuário, entre maio de 2016 e março de 2017, abrangendo as estações seca e chuvosa e as zonas à montante e à jusante do estuário. Após a identificação de peixes e itens alimentares em laboratório, sua dieta foi analisada por meio do índice alimentar (IAi). Nesse contexto, a partir da análise dos 712 indivíduos distribuídos em 18 espécies e nove famílias, obteve-se uma variedade de 22 itens alimentares e dois itens não alimentares, onde a partir da dieta observada foram classificadas três guildas tróficas, os zooplancívoros, os bentívoros e os insetívoros para as assembleias de peixes. Os itens alimentares que apresentaram um maior compartilhamento entre as espécies, como também, predominaram na dieta dos peixes foram: Decapoda Brachyura, Hymenoptera e Polychaeta. A análise da sobreposição alimentar observada revelou a partição trófica dos recursos disponíveis pelas espécies e as distintas guildas inferem em estratégias que permitem a coexistência das mesmas no ambiente. O item não alimentar microplástico ocorreu em 12 (66,67%) das 18 espécies consideradas, com consumo majoritário de microplásticos registrado para peixes de hábito bentívoro.

Palavras chaves: Ecologia Trófica, Hábito Bentívoro, Impacto Antrópico

1 INTRODUÇÃO

Estuários são corpos de água costeiros semifechados com ligação livre com oceano aberto, estendendo-se rio acima até o limite da influência da maré, sendo que em seu interior, a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental (CAMERON e PRITCHARD, 1963; FAIRBRIDGE, 1980; DYER, 1997). Os estuários são ecossistemas dinâmicos altamente afetados por condições marinhas e limnéticas, como mudanças no fluxo das marés e do rio, o que permite a percepção de diferentes zonas, segundo um gradiente de salinidade característico ao longo do estuário (AQUINO et al., 2015). Esse ecossistema aquático é o principal fornecedor de nutrientes para as regiões costeiras, pois recebe e concentra o material originado de sua bacia de drenagem e pode receber aportes significativos por ação antrópica (PEREIRA FILHO et al., 2001). Caracteristicamente, os estuários são em geral mais produtivos do que o mar adjacente e o rio que nele deságua. As razões desta elevada produtividade residem no fato destes ambientes serem abundantes em nutrientes, que os favorece fisicamente e biologicamente, como também o fato de apresentarem importantes organismos produtores de biomassa (macrófitos, micrófitos bentônicos e fitoplâncton) além do movimento alternativo da água, que executa uma boa quantidade de trabalho, removendo resíduos e transportando alimentos e nutrientes (ODUM, 2004).

Ambientes estuarinos são fundamentais para o desenvolvimento de diversas espécies de peixes, exercendo fundamental importância em termos de alimentação, crescimento, reprodução e proteção (BLABER, 2000). Nos estuários, a distribuição dos organismos e a estrutura das comunidades são influenciadas por um conjunto de fatores físicos, químicos e biológicos, que atuam sob diferentes escalas, o que pode acarretar em uma zonação espacial da comunidade. Os estuários tropicais e subtropicais possuem grande biodiversidade, caracterizando-se por apresentar fauna e flora altamente adaptáveis às pressões ambientais e relativa estabilidade ecológica em um ambiente fisicamente variável, porém frágil às mudanças introduzidas pelo homem (YÀÑEZ-ARANCIBIA, 1985).

A estrutura da ictiofauna estuarina tropical varia com o tipo de estuário (BLABER, 2000) e com as diferenças no padrão espacial e temporal da comunidade (e.g. SPACH et al., 2003; SPACH et al., 2004; LOEBMANN e VIEIRA, 2005) que a compõe. Na ictiofauna dos estuários estão presentes espécies residentes, visitantes

ocasionais e migrantes marinhas ou dulcícolas (BLABER, 2000; VENDEL et al., 2010). As espécies de peixes que completam o ciclo de vida no ambiente estuarino são classificadas como residentes, as ocasionais adentram o estuário pontualmente para alimentar-se, não permanecendo nele, já as migrantes deslocando-se regularmente por quilômetros e mudam periodicamente sua localização, para fins de alimentação e reprodução (ELLIOTT et al., 2007). Os peixes possuem uma alimentação bastante variada, o que implica em diversas estratégias e hábitos alimentares. Estudos da dieta destes organismos podem fornecer informações relevantes a respeito da sua biologia e, conseqüentemente, importantes no delineamento da estrutura trófica do ecossistema e na identificação do nível trófico ocupado pelas espécies (FUGI e HAHN, 1991).

Segundo Caberty et al. (2004) o hábito alimentar dos peixes estuarinos é bastante diversificado permitindo a percepção de representantes de todas as categorias tróficas. De modo geral, os herbívoros são representados por poucas espécies; os bentívoros são dominantes, e ambos ocorrem em todos os tipos de estuários; os iliófagos e os planctívoros dominam os estuários do tipo fechado e aberto, respectivamente; e os piscívoros são dominantes em estuários com influência de águas costeiras e abertos (BLABER, 2000). Nos ambientes estuarinos, os peixes representam cerca de 99% das espécies nectônicas, desempenhando um importante papel ecológico nestes sistemas, seja conduzindo energia dos níveis tróficos inferiores para os superiores, trocando energia com os ecossistemas vizinhos e/ou armazenando energia através de espécies que adentram nos estuários e passam parte de sua vida neste ambiente nutrindo-se e crescendo (ANDRADE-TUBINO et al., 2008).

Estudos sobre alimentação de peixes estuarinos baseiam-se em descrições autoecológicas, ontogenéticas e de teias tróficas quando falamos em população (BLABER, 2000). Nesse contexto, a ecologia trófica consiste numa importante ferramenta de análise. Estudos sobre hábitos alimentares são importantes para explicar as interações das espécies e suas contribuições como integrantes da teia trófica dos sistemas aquáticos, através dos quais flui a energia. Diferenças na alimentação entre as espécies podem ser um fator importante para a coexistência das mesmas, em alta abundância e em diferentes grupos de tamanho (SANTOS, 2009). Em ecossistemas altamente produtivos, como estuários e lagunas costeiras, o conhecimento sobre a dinâmica trófica é essencial para estabelecer uma gestão racional e adequada dos recursos pesqueiros (MACARINGUE, 2009), um entendimento sobre os mecanismos

que permitem a coexistência e exploração dos recursos por várias espécies (GOULDING, 1980) e planos de conservação do ecossistema. Sendo assim, a compreensão dessa dinâmica permite descrever o fluxo energético no ecossistema e as relações ecológicas entre os organismos (ALMEIDA et al., 1997), podendo ser definido sua função no ambiente.

Os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em razão de múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas (GOULART e CALLISTO, 2003; MARCELINO et al., 2005), como por exemplo o lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados (WATANABE et al., 1994; MARCELINO et al., 2005), o que pode causar interferência direta e indireta no comportamento e no ciclo biológico de diversas espécies (NERLAND et al., 2014). Resíduos plásticos vêm sendo encontrados em todos os tipos de ambientes costeiros e marinhos, desde praias, recifes, manguezais, oceanos e estuários, em diversas formas e condições, como fragmentos, fibras, ou grânulos que são denominados microplásticos e medem $\leq 5 \mu\text{m}$ (AZZARELLO e VLEET, 1987; THOMPSON et al., 2004; GALLOWAY et al., 2017), como também pelletes e diversas formas de plástico fragmentado (MIRANDA e CARVALHO-SOUZA, 2011). São muitos os relatos de animais que sofrem de maneira direta ou indireta danos físicos e/ou metabólicos quando em contato com o lixo em ambientes aquáticos, em especial o plástico; estudos em ambientes marinhos são bem mais frequentes, mas análises focadas na ingestão de plástico por peixes em ambientes estuarinos ou ribeirinhos vem contribuindo substancialmente com os estudos sobre os impactos nocivos causados por materiais sólidos nos peixes. Uma vez que os estuários fornecem um sistema modelo viável ao estudo da influência do vento e do regime deposicional na distribuição de detritos plásticos (BROWNE et al., 2010).

Este trabalho objetivou, primeiramente, caracterizar a dieta peixes comuns e abundantes em arrastos manuais no Estuário do Rio Paraíba, assim como descrever e correlacionar suas dietas com as estações seca e chuvosa, e as áreas a montante (mais próximas ao rio) e a jusante (mais próximas ao mar) do estuário. Além de, quantificar a ingestão de microplásticos relacionando-o com a dieta da comunidade ictiofaunística, no sentido de avaliar o impacto antrópico do Estuário do Rio Paraíba, e as condições às quais este ambiente e sua ictiofauna estão submetidos. Tal avaliação é importante para futuras ações de gestão de qualidade ambiental e pesqueira deste sistema,

principalmente quanto à utilização sustentável dos seus recursos. Isto irá contribuir para a avaliação da qualidade deste importante estuário paraibano, ao longo do tempo.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no Estuário do Rio Paraíba (Fig. 1). A bacia hidrográfica do Rio Paraíba é a segunda maior bacia do estado, com extensão aproximada de 380 km, intercepta 37 municípios e subdivide-se em alto Paraíba com 114,5 km de extensão, médio Paraíba com 155,5 km e baixo Paraíba com 110 km (NISHIDA, 2000). Constitui uma planície flúvio-marinha formada pelo Rio Paraíba e seus afluentes: Sanhauá, Paroeira, Mandacaru, Tibiri, Tambiá, Ribeira e Guia (GUEDES, 2002). O clima da bacia do Rio Paraíba, segundo a classificação de Köppen, é Tropical (Aw), com estação seca no inverno (ALVARES et al., 2013) tendo a menor precipitação em novembro e a estação chuvosa se estendendo de fevereiro a agosto (ALVES et al., 2016).

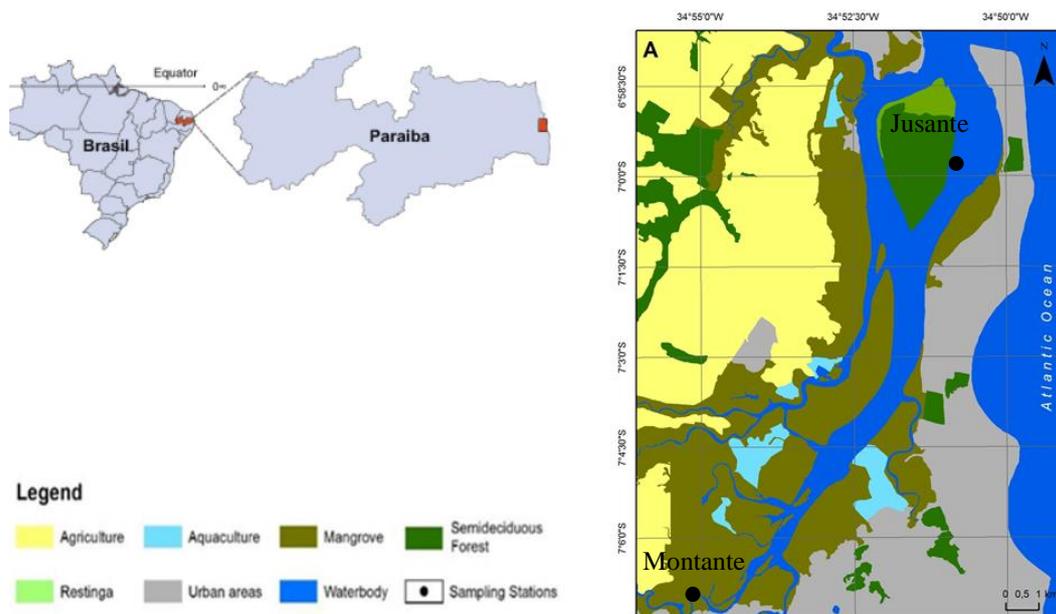


Figura 1. Estuário do Rio Paraíba, PB, Brasil.

O estuário está localizado entre as coordenadas 34°47'07" e 34°55'37" Sul, e 06°56'58" e 07°08'18" Oeste e apresenta manguezais compostos por *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* e *Conocarpus erectus* possuindo aproximadamente 22 km de comprimento e 2,2 km de largura em sua foz, dominando por volta de 3.012 ha e situa-se entre extensas

plantações de cana de açúcar, bem como uma região metropolitana (João Pessoa, Santa Rita, Bayeux, Cabedelo e Lucena), com cerca de 1.100.000 habitantes (IBGE, 2010). Ao longo do estuário, também existem áreas de aquicultura para a produção de camarão. Ilhas como Stuart e Restinga e o porto de Cabedelo encontram-se próximos à boca deste estuário, o qual sofre impacto contínuo decorrente de atividades antrópicas (Fig. 2).

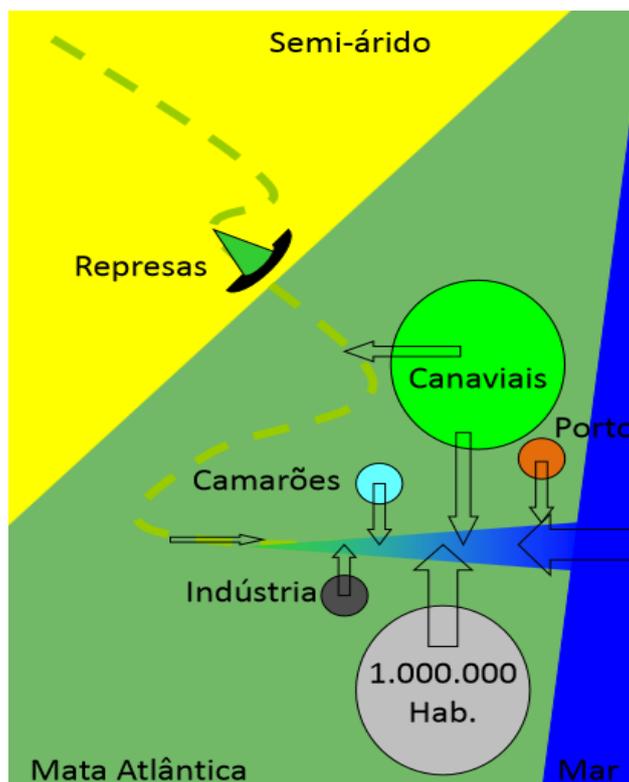


Figura 2. Esquema dos impactos antrópicos no Estuário do Rio Paraíba, PB, Brasil.

2.2 Amostragens

As amostragens foram realizadas preferencialmente na baixamar de quadratura, sempre em período diurno, através de arrastos manuais realizados com rede de 10 m de comprimento x 1,5 m de altura e malha de 8 mm, por uma extensão aproximada de 30 m (Fig. 3). O deslocamento entre as áreas ocorreu por meio de canoa com motor de popa e auxílio de pescador local.



Figura 3. Rede utilizada nos arrastos marginais no Estuário do Rio Paraíba, PB, Brasil.

As coletas foram realizadas nas zonas a montante e a jusante do Estuário do Rio Paraíba, sendo efetuados de 3 a 5 arrastos em cada local, à montante (Bayeux) e à jusante (Cabedelo), correspondendo à frequência bimestral de arrastos durante um ano, entre maio/2016 e março/2017. Desta forma, a comunidade de peixes possui amostras por pelo menos três meses, na estação seca, e pelo menos três meses na estação chuvosa. As amostragens foram realizadas mediante a devida permissão do órgão ambiental competente, de acordo com Licenças concedidas ao Laboratório de Ictiologia (IBAMA/ICMBIO n°18623-1 e n° 31000-1).

Durante as mesmas coletas, amostras de água foram coletadas. Em cada zona de amostragem, valores de superfície para salinidade, temperatura da água (°C), pH, e oxigênio dissolvido (mg/L) foram medidos *in situ* utilizando uma sonda multiparâmetros (Horiba/U-50). Da mesma forma, a transparência da água (m) foi medida com disco de Secchi. Para a precipitação foram usados os dados pluviométricos obtidos disponibilizados pela Emater (2017).

2.3 Análise de dados

Os peixes capturados foram conduzidos ao Laboratório de Ictiologia, Campus V, UEPB, onde foi feita a identificação das espécies com o auxílio de literatura especializada, sendo mensurados (comprimento total – mm e peso total 0,1 g). Foi feita também a identificação dos peixes, segundo a ordem taxonômica de Nelson (2006). Os estômagos foram fixados em formol 10%, sendo posteriormente realizada a identificação dos conteúdos estomacais sob microscópio estereoscópico, com o auxílio

de tesoura e pinças para a retirada do conteúdo estomacal. Então, foi realizada a partir de literatura pertinente a identificação dos itens alimentares, ao menor nível taxonômico possível (e.g. HICKMAN et al., 2004; RUPPERT e BARNES, 2005; BRUSCA e BRUSCA, 2007).

Para os estudos da composição taxonômica da dieta foram utilizados, de maneira simultânea, métodos qualitativos e quantitativos, a fim de fornecer uma análise detalhada, segundo os métodos descritos por Hyslop (1980). Na análise qualitativa, o cálculo da frequência de ocorrência (%FO) refere-se ao número de estômagos em que cada item está presente (N_i), em relação ao total de estômagos com conteúdo analisado (N), segundo a fórmula:

$$FO = N_i/N \times 100$$

Quantitativamente, utilizou-se o método de contagem de pontos, uma forma indireta de quantificar volume (%V) dos itens alimentares, devido ao alto grau de digestão e o pequeno tamanho dos mesmos, o que inviabilizou a tomada de seu volume em três dimensões. Desta forma, a quantidade relativa dos itens foi estimada através da proporção de quadrículas, em uma superfície plana de papel milimetrado, ocupada por determinado item (q_i) em relação ao número total de quadrículas preenchidas por todos os itens juntos, presentes naquele estômago (q), segundo a fórmula:

$$CP = \sum q_i / \sum q \times 100$$

A seguir, os métodos de frequência e ocorrência e contagem de pontos foram relacionados através do índice alimentar (IA_i) segundo Kawakami e Vazzoler (1980), para determinar a importância alimentar de cada item na dieta dos peixes. Onde F_i = frequência e ocorrência e P_i = valor volumétrico.

$$IA = \frac{F_i \times P_i}{\sum_{I=1}^n (F_i \times P_i)}$$

Foi utilizado o programa Past para realizar uma Análise de Componentes Principais (PCA), que foi utilizada para verificar a correlação entre as espécies estudadas e suas dietas, utilizando os dados de frequência dos itens alimentares e analisando a variabilidade inter e intra-específica.

Para examinar a sobreposição entre as dietas aplicou-se a análise de agrupamento Cluster (Cluster Analysis) utilizando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis aos dados da dieta, usando o método de agrupamento UPGMA

Uma Análise de Coordenadas Principais (PCO) realizada no programa prime, foi utilizada como critério para confirmar as guildas tróficas definidas segundo as dietas das assembleias de peixes. Para tal, uma matriz de dados de dieta com o consumo relativo, segundo o volume de itens no estômago e o número de espécies consideradas foi construída com base no índice de similaridade de Bray-Curtis. Na PCO, foi ainda utilizada a abundância média de microplásticos, definida pela relação entre o número de microplásticos ingeridos por espécie, e a porcentagem desta abundância de microplásticos por espécie e por hábito alimentar foi representada por bolhas na PCO.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dados ambientais

Com relação as variáveis abióticas consideradas (Fig. 4), a salinidade foi maior à jusante (30-36) e menor à montante (5-18) do estuário. O pH variou entre 6,83-8,90, com tais registros no mesmo mês, em Julho, ou seja, maior valor do ano obtido para o pH à jusante e menor à montante, trata-se de um parâmetro conhecido pela grande variação em ambiente estuarino. Vale salientar que amostragens à jusante e à montante do estuário, ocorriam em dias distintos. Para oxigênio dissolvido foi registrado o maior valor na estação chuvosa em julho à montante do estuário (11,78mg/l), enquanto que nos demais meses os valores foram baixos, com mínimo de 1,42mg/l. Já na zona à jusante, os valores para oxigênio dissolvido foram decrescentes durante a estação chuvosa, Março a Julho, sendo registrado o menor valor em novembro (0,41mg/l), no pico da estação seca na região (Setembro a Fevereiro).

O pH e o oxigênio dissolvido têm uma relação direta com o processo de manutenção da vida aquática (NOZAKI et al., 2014), tanto na manutenção de um

ambiente que proporcione a realização de reações químicas importantes para a vida (pH), como em processos de respiração aeróbia (DO) (PIVELI e KATO, 2006). O pico mais baixo de pH, ao final de maio, mês que apresenta o maior registro de precipitação local, pode ser atribuído ao aporte de vegetação alóctone, carregada pela chuva (AMORIM, 2015), uma vez que, em grandes quantidades o excesso de nutrientes a partir da formação de massas de matéria orgânica, quando decompostas, podem provocar a diminuição do Ph como também do oxigênio dissolvido. A sazonalidade nas concentrações de oxigênio dissolvido também pode estar relacionada com temperaturas mais elevadas que influenciam a solubilidade do gás (BERBEL et al., 2015), que diminui na medida em que a temperatura aumenta (LEIRA et al., 2017) e seus baixos valores podem ser consequência de atividades potencialmente causadoras de degradação ambiental (CORREIA et al., 2005).

A transparência apresentou maior valor no período seco em comparação ao chuvoso e, como era esperado, manteve-se sempre menor à montante devido à turbidez presumida para o local, dessa forma o pico de turbidez registrado à jusante pode ser associado à influência das correntes de maré e à ação das ondas, em maré enchente (SANTANA et al., 2017). Como previsto, a temperatura variou pouco ao longo do ano, apresentando valores mais altos na estação seca (29C°) em comparação com a chuvosa (25C°). Resultados semelhantes foram registrados por Alves et al. (2016) e Dolbeth et al. (2016) em seus estudos realizados no mesmo estuário.

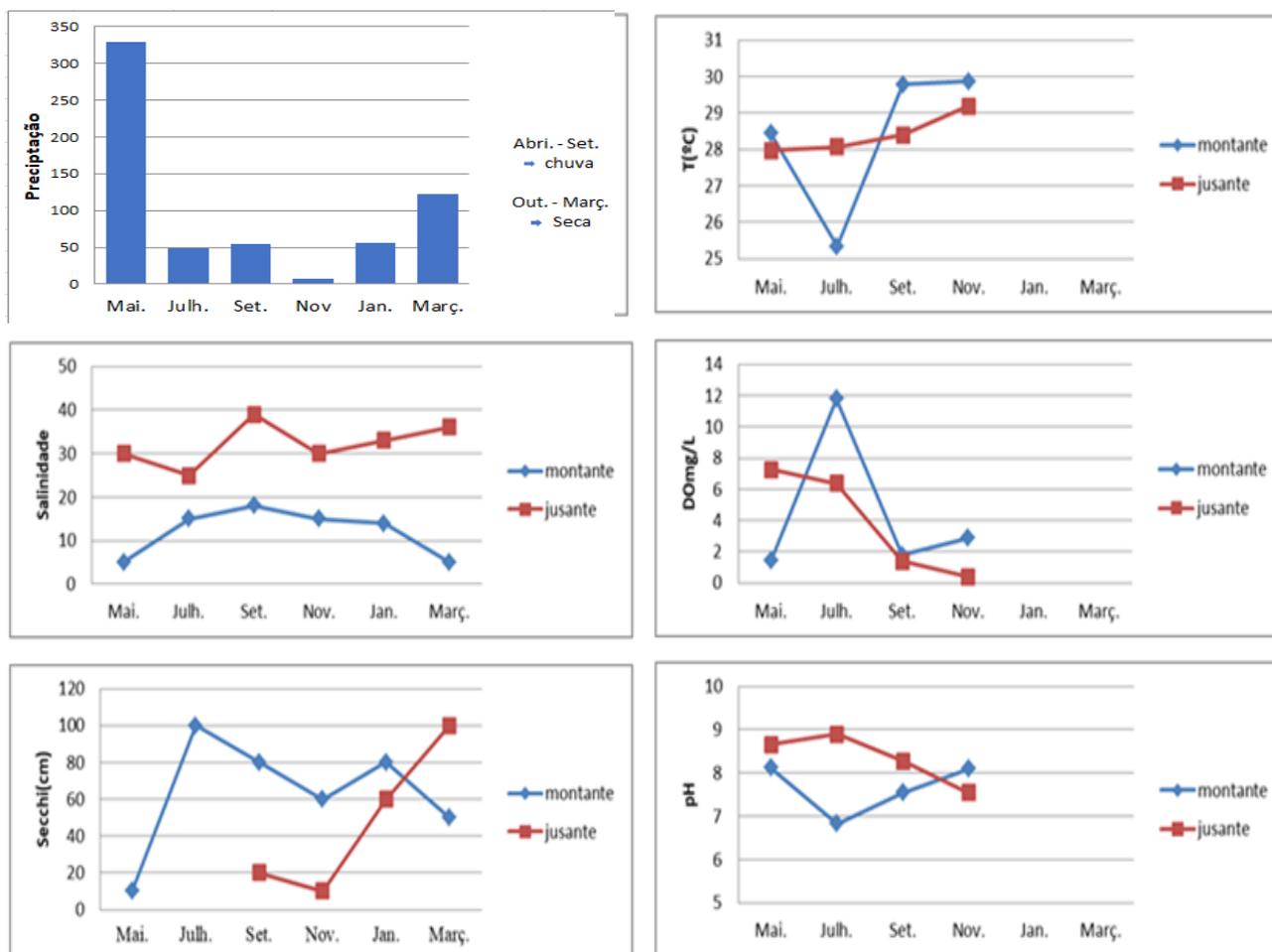


Figura 4. Variáveis abióticas: (a) Precipitação total mensal, (b) Salinidade, (c) Secchi (cm), (d) Temperatura da água (°C), (e) pH, (f) Oxigênio Dissolvido (DOMg/L) nas duas zonas (montante-M e jusante-J) do Estuário do Rio Paraíba, de maio/2016 a março/2017.

3.2 Alimentação

Foram identificados e analisados 711 indivíduos, distribuídos em 18 espécies e 9 famílias (Tab. 1). A análise dos conteúdos estomacais revelou uma variedade de 24 itens distintos, incluindo itens alimentares e não alimentares (Fig. 5). Em termos espaciais, à montante do estuário foram triados 388 estômagos, enquanto à jusante foram 323, em termos sazonais foram analisados 403 indivíduos no período chuvoso (Março, Maio e Julho) e 308 no seco (Setembro, Novembro e Janeiro). Destes 711 estômagos analisados, 112 estavam vazios (38 a montante e 74 a jusante do estuário e 32 no período seco e 80 no período chuvoso), portanto, não participaram da análise.

Tabela 1. Peixes capturados no Estuário do Rio Paraíba, PB. Abrev.= abreviação do nome específico; n° = de indivíduos.

Família	Espécie	Abrev.	n°
Atherinopsidae	<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	<i>A. bra</i>	280
Belonidae	<i>Strongylura marina</i> (Walbaun, 1792)	<i>S. mar</i>	09
	<i>Strongylura timucu</i> (Walbaun, 1792)	<i>S. tim</i>	09
Carangidae	<i>Caranx latus</i> (Agassiz, 1730)	<i>C. lat</i>	18
	<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	<i>O. sau</i>	10
	<i>Oligoplites</i> sp.	<i>O. sp.</i>	30
Clupeidae	<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	<i>O. ogl</i>	41
Engraulidae	<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	<i>C. ede</i>	08
	<i>Lycengraulis grossidens</i> (Spix & Agassiz, 1829)	<i>L. gro</i>	08
	<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)	<i>A. lep</i>	58
Gerreidae	<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842	<i>D. aur</i>	63
	<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	<i>D. rho</i>	16
	<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855	<i>E. arg</i>	26
	<i>Eugerres brasilianus</i> (Cuvier, 1830)	<i>E. bra</i>	08
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	<i>H. uni</i>	37
Lutjanidae	<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	<i>L. joc</i>	13
Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1766)	<i>L. lae</i>	08
	<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>S. tes</i>	69
Total			711

A ANOVA aplicada para detectar diferenças entre as espécies capturadas à montante e à jusante no Estuário do Rio Paraíba, não se mostrou significativa ($p > 0,05$), portanto optou-se por considerar o estuário como um todo, sem distinção espacial das espécies em termos de análise da dieta.

Os itens alimentares identificados representam recursos alóctones e autóctones, fazendo parte da dieta dos peixes analisados, os seguintes itens: Bivalve, Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida, Copepodes Não Identificados, Coleoptera, Chironomidae, Decapoda Brachyura, Diptera, Hymenoptera, escamas de Teleostei, Gammaridea,

Gastropoda, larvas de Bivalvia, larvas de Gastropoda, Material vegetal, Ostracoda, Peixe, Polychaeta errante e Polychaeta tubícula (Fig. 5). Itens como Nematoda, substrato e microplástico foram considerados itens não alimentares. A respeito do item não alimentar microplástico, 12 das 18 espécies analisadas apresentaram este item no conteúdo estomacal.

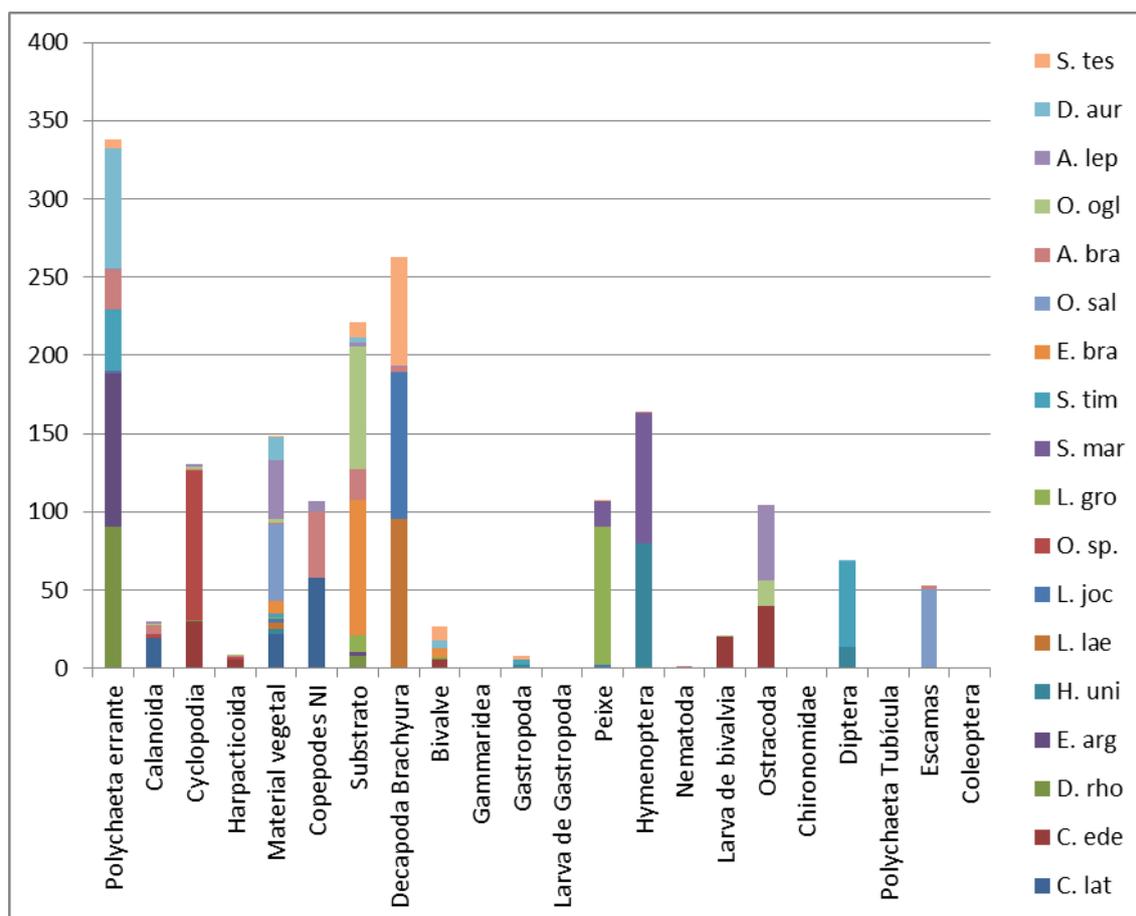


Figura 5. Proporção de consumo de cada item alimentar presente na dieta de peixes capturados no Estuário do Rio Paraíba, PB.

Os peixes em ambientes estuarinos dispõem de uma ampla gama de estratégias e táticas alimentares. A maioria dos peixes neotropicais apresenta capacidade suficiente para adaptar suas dietas segundo a disponibilidade do alimento no ambiente (HAHN, 2007), desta forma, com alteração nesta disponibilidade, muitas espécies são hábeis para tomar vantagens disso (GERKING, 1994). Segundo Dill (1983) este comportamento é chamado de flexibilidade adaptativa e representa a habilidade que os peixes têm para alterar seu comportamento em resposta a fatores como disponibilidade de alimento, competição pelo recurso e o risco de predação iminente.

Os itens alimentares Hymenoptera, Decapoda Brachyura e Polychaeta errante assim como o item não alimentar substrato, foram os que apresentaram maior abundância entre todos os itens ocorrentes na dieta dos peixes analisados (Fig. 5), agrupando, segundo a ingestão, espécies pertencentes ou não a mesma família (Fig. 6).

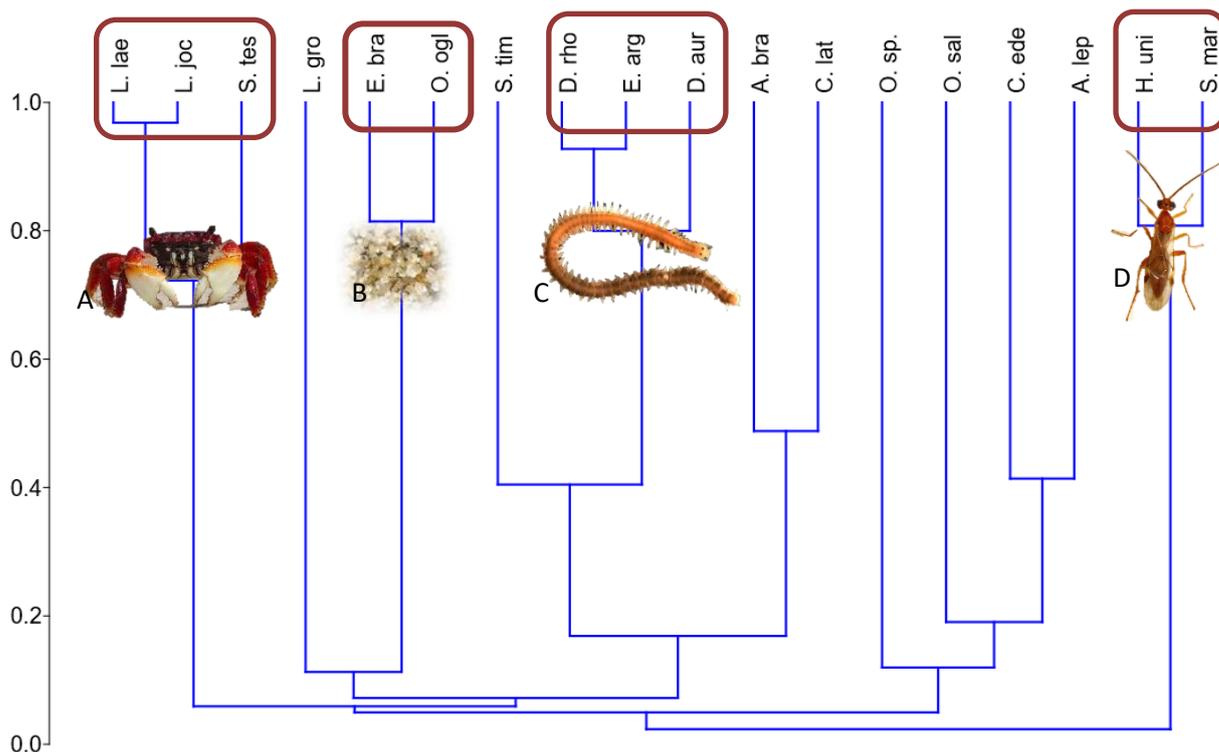


Figura 6. Agrupamento das espécies de peixe capturadas no Estuário do Rio Paraíba com base nos itens alimentares consumidos (Abreviações vide Tab. 1). A: Decapoda Brachyura, B: substrato, C: Polychaeta errante, D: Hymenoptera.

Polychaeta errante foi a presa com maior importância alimentar para *D. rhombeus* (90%), *E. argenteus* (97%) e *D. auratus* (76%) (Tab.2), essa semelhança pode ser associada a uma das características diagnósticas da família Gerreidae, que é a retratibilidade notável do maxilar superior, que facilita o forrageio de tais presas.

Os indivíduos de *E. argenteus* apresentaram, além de Polychaeta, uma dieta composta de Bivalve, escamas, Harpacticoida, Ostracoda e Substrato. Os dados relatados por Hofling et al. (1998), para a dieta de *E. argenteus* corroboram o observado neste estudo, que a espécie se alimenta principalmente de Polychaeta, crustáceos

bentônicos e moluscos. As análises também corroboram com Sazima (1986) que relata que a captura desses itens é devido ao hábito desse peixe em forragear seu alimento cavando o substrato com o auxílio da sua boca protrátil, adaptação que justifica a predominância desse item em seu conteúdo estomacal.

D. auratus consumiu uma grande porcentagem de bivalves e crustáceos em sua alimentação, assim como registrado por Chávez e Hammann (1989) em seu estudo. Esta espécie ainda consumiu uma gama de itens como: Material vegetal, Decapoda Brachyura, Bivalve, Gammaridea, Diptera, Polychaeta tubícula e substrato. Diante do espectro alimentar diversificado, *D. auratus* foi classificada como onívora, assim como defendido por Vasconcelos-Filho et al. (2009).

Segundo Chaves E Otto (1998) a dieta de *D. rhombeus* compreende Material vegetal e Invertebrados, especialmente Polychaeta. O mesmo foi observado na presente análise, onde os itens alimentares observados foram Bivalves, Cyclopoida, Material vegetal, Polychaeta errante e substrato, este último sendo relacionado ao forrageio na hora da captura do seu alimento. Segundo Barbosa (2012), *D. rhombeus*, assim como a maioria das espécies da família Gerreidae, pode ser descrito como generalista devido ao seu variado espectro alimentar; oportunista, pois nutre-se principalmente do alimento mais abundante no ambiente; e como onívora por consumir itens tanto de origem vegetal quanto de origem animal, com destaque para ingestão de invertebrados, especialmente Polychaeta.

Decapoda Brachyura foi o item que uniu e predominou na dieta observada para *L. laevigatus* (95%), *S. testudineus* (69%) e *L. jocu* (94%) (Tab. 2). Nos estômagos de *L. laevigatus* analisados, foram observados apenas os itens alimentares Gastropoda, Material vegetal e Decapoda Brachyura, tais itens são confirmados por Chalom et al. (2008) para a dieta desta espécie.

Já para *S. testudineus* seis itens além de Decapoda Brachyura compuseram a sua dieta: Polychaeta errante, Material vegetal, Bivalve, Gastropoda, Peixe e Coleoptera, tais itens também foram descritos por Chiaverini (2008) compondo a dieta deste baiacú. A estrutura bucal destas duas espécies pertencentes à família Tetraodontidae, permite maior facilidade na ingestão de crustáceos, pois suas placas dentígeras favorecem a quebra dos mesmos. Sendo assim, eles são descritos como carnívoros, por possuírem uma dieta preferencialmente composta por outros organismos. O item Material vegetal, também presente na dieta dessas espécies, pode

ser considerado como ingestão acidental no momento de forrageio de suas presas, provavelmente devido ao hábito demersal desses peixes.

Para *L. jocu* os itens classificados como alimentares, foram Chironomidae, Material vegetal, Peixe e Polychaeta errante, destacando a importância alimentar, do item Decapoda Brachyura, também observado em Garcia e Vendel (2016), corroborando com o descrito na literatura para esse peixe bentívoro, caracterizado como carnívoro (DUARTE, 2015). Os itens Peixe (0,020) e Polychaeta errante (0,011) também foram considerados importantes na dieta dessa espécie. Já o item Material vegetal pode ser associado à sua postura demersal, e assim, possivelmente seja acidental na dieta destes juvenis de *L. jocu*, migrantes no ecossistema estuarino.

No agrupamento, os itens Hymenoptera e Diptera aproximaram *H. unifasciatus* e *S. marina* (Fig. 6). Para *H. unifasciatus*, espécie onívora e de elevada plasticidade alimentar, quatro itens de dieta, Gastropoda, Material vegetal, Hymenoptera e Diptera foram contabilizados, tendo apresentado maior importância alimentar os itens Hymenoptera (80%) e Diptera (13%) (Tab. 2), inferindo em grande disponibilidade desses itens no ambiente onde essa espécie se alimentou antes de ser capturada. Desta forma, *H. unifasciatus* pode ser descrita como insetívora, com grande consumo de um recurso de origem alóctone, fonte principal de energia de sua dieta, assim como descrito por Trigueiro (2013) e Amorim (2015) para a espécie.

Por sua vez, *S. marina* apresentou em sua dieta apenas quatro itens alimentares: Diptera, Hymenoptera, Peixe e Polychaeta errante. Sendo os itens com maiores valores de importância alimentar, para essa espécie Hymenoptera (83%) e Peixe (0,15) (Tab. 2). Com base no espectro alimentar, a espécie é descrita como insetívora (PESSANHA et al., 2015) e classificada como carnívora, uma vez que em sua dieta 100% dos recursos para obtenção de energia, correspondem a outros animais.

O item substrato agrupou *E. brasiliensis* e *O. oglinum*, no entanto, esse item é considerado não alimentar. Na literatura, a primeira é descrita como onívora (BARBOSA, 2012) e a segunda como zooplancívora/opportunista (FROESE e PAULY, 2018). Sendo o substrato consumido de maneira acidental e associado, de maneira geral, com o hábito destes indivíduos na hora da captura do seu alimento.

Tabela 2. Frequência de Ocorrência (FO), Contagem de Pontos (CP) e Importância Alimentar (IAi) do conteúdo estomacal de peixes coletados no Estuário do Rio Paraíba.

	<i>C. latus</i>			<i>C. edentulus</i>			<i>D. rhombeus</i>			<i>E. argenteus</i>			<i>H. unifasciatus</i>			<i>L. laevigatus</i>		
	FO	CP	IA	FO	CP	IA	FO	CP	IA	FO	CP	IA	FO	CP	IA	FO	CP	IA
Bivalve	8,333	1,351	0,592	12,500	9,091	5,000	7,692	2,857	0,787	4,167	0,652	0,080	-	-	-	-	-	-
Calanoida	25,000	14,865	19,526	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Copepoda NI	16,667	66,216	57,987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclopoida	-	-	-	25,000	27,273	30,000	7,692	1,429	0,394	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Decapoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,000	90,510	95,266
Brachyura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,714	33,878	13,280	-	-	-
Escamas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,167	1,304	0,159	-	-	-	-	-	-
Gammaridea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropode	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,714	5,306	2,080	12,500	0,987	0,260
Harpacticoida	8,333	1,351	0,592	12,500	9,091	5,000	-	-	-	4,167	0,217	0,027	-	-	-	-	-	-
Hymenoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,857	51,020	80,001	-	-	-
Larva de Bivalve	-	-	-	25,000	18,182	20,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Larva de Gastropoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Material vegetal	25,000	16,216	21,301	-	-	-	7,692	1,429	0,394	-	-	-	8,571	4,898	2,880	25,000	8,338	4,388
Não identificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nematoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,857	0,408	0,080	12,500	-	-
Ostracoda	-	-	-	25,000	36,364	40,000	-	-	-	4,167	0,217	0,027	-	-	-	-	-	-
Peixe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubícula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta Errante	-	-	-	-	-	-	38,462	65,714	90,551	37,500	88,913	97,587	-	-	-	-	-	-
Substrato	-	-	-	-	-	-	7,692	28,571	7,874	8,333	8,696	2,121	-	-	-	-	-	-

	<i>L. jocu</i>			<i>Oligoplites</i> sp.			<i>L. grossidens</i>			<i>S. marina</i>			<i>S. timucu</i>			<i>E. brasilianus</i>		
	FO	CP	IA	FO	CP	IA	FO	CP	IA	FO	CP	IA	FO	CP	IA	FO	CP	IA
Bivalve	-	-	-	-	-	-	28,571	0,266	0,252	-	-	-	-	-	-	20,000	5,988	5,747
Calanoida	-	-	-	27,586	4,717	1,757	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomidae	11,111	0,118	0,023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Copepoda NI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclopoida	-	-	-	82,759	85,849	95,944	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Decapoda	66,667	81,176	94,349	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brachyura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,667	0,475	0,122	20,000	54,688	54,688	-	-	-
Escamas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropode	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,000	3,125	3,125	-	-	-
Harpacticoida	-	-	-	24,138	5,346	1,743	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hymenoptera	-	-	-	-	-	-	14,286	0,266	0,126	83,333	64,715	83,030	-	-	-	-	-	-
Larva de Bivalve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Larva de Gastropoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Material vegetal	22,222	6,294	2,438	13,793	2,516	0,469	14,286	0,133	0,063	-	-	-	20,000	3,125	3,125	40,000	4,192	8,046
Não identificado	22,222	0,176	0,068	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nematoda	-	-	-	3,448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peixe	11,111	10,294	1,994	-	-	-	28,571	93,484	88,484	33,333	30,854	15,834	-	-	-	-	-	-
Polychaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubícula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta Errante	33,333	1,941	1,128	3,448	1,258	0,059	-	-	-	16,667	3,956	1,015	20,000	39,063	39,063	-	-	-
Substrato	-	-	-	-	-	-	57,143	5,851	11,076	-	-	-	-	-	-	20,000	89,820	86,208

	<i>O. saurus</i>			<i>A. brasiliensis</i>			<i>O. oglinum</i>			<i>A. lepidentostole</i>			<i>D. auratus</i>			<i>S. testudineus</i>		
	FO	CP	IA	FO	CP	IA	FO	CP	IA	FO	CP	IA	FO	CP	IA	FO	CP	IA
Bivalve	-	-	-	1,429	0,030	0,002	-	-	-	-	-	-	24,390	9,048	5,023	25,581	13,471	9,344
Calanoida	-	-	-	17,857	6,632	5,924	20,000	1,370	0,616	8,333	4,386	1,739	-	-	-	-	-	-
Chironomidae	-	-	-	0,714	0,030	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,326	0,020	0,001
Copepoda NI	-	-	-	19,286	43,555	42,018	-	-	-	4,167	35,088	6,957	-	-	-	-	-	-
Cyclopoida	-	-	-	13,571	1,733	1,176	28,000	2,568	1,617	8,333	3,509	1,391	-	-	-	-	-	-
Decapoda Brachyura	-	-	-	6,429	9,649	3,103	-	-	-	4,167	1,754	0,348	4,878	0,714	0,079	48,837	52,619	69,682
Diptera	-	-	-	2,857	0,627	0,090	-	-	-	-	-	-	4,878	5,952	0,661	-	-	-
Escamas	42,857	50,000	50,525	8,571	4,824	2,069	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,439	0,714	0,040	-	-	-
Gastropode	-	-	-	1,429	0,164	0,012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,930	3,791	2,151
Harpacticoida	-	-	-	7,143	0,478	0,171	16,000	0,856	0,308	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hymenoptera	-	-	-	8,571	0,881	0,378	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Larva de Bivalve	-	-	-	0,714	0,015	0,001	4,000	0,171	0,015	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Larva de Gastropoda	-	-	-	0,714	0,015	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Material vegetal	42,857	48,438	48,947	13,571	0,971	0,659	28,000	4,452	2,802	37,500	21,053	37,565	36,585	17,143	14,274	23,256	2,099	1,324
Não identificado	-	-	-	2,857	0,822	0,117	-	-	-	-	-	-	2,439	-	-	-	-	-
Nematoda	-	-	-	2,143	0,105	0,011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	-	-	-	1,429	0,075	0,005	32,000	22,089	15,889	58,333	17,544	48,696	-	-	-	-	-	-
Peixe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,651	8,152	1,028
Polychaeta Tubícula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,878	0,714	0,079	-	-	-
Polychaeta Errante	-	-	-	34,286	14,623	25,079	4,000	1,027	0,092	4,167	3,509	0,696	58,537	57,619	76,765	37,209	6,256	6,313
Substrato	14,286	1,563	0,526	26,429	14,488	19,154	52,000	67,295	78,661	4,167	13,158	2,609	17,073	7,857	3,053	27,907	13,328	10,086

Pode-se observar que para algumas espécies de peixes existe uma sobreposição nos itens alimentares, o que implica em competição, caso os recursos sejam limitados (VASCONCELOS-FILHO, 2009). Geralmente, espécies que coexistem em um mesmo ecossistema e pertencem às mesmas guildas tróficas, partilham os recursos disponíveis de acordo com fatores como morfologia, períodos de dia e noite, locais e classes de tamanho (FREHSE et al., 2015).

Os indivíduos de *C. latus*, *C. edentulus*, *Oligoplites* sp., *L. grossidens*, *S. timucu*, *E. brasilianus*, *O. saurus*, *A. brasiliensis*, *O. oglinum* e *A. lepidentostole* fizeram uso de recursos alimentares semelhantes, porém esta sobreposição (Fig. 7), não necessariamente invoca a existência de competição por alimento, podendo ser reflexo de maior disponibilidade real destes recursos (HURLBERT, 1978) que, neste caso, podem ser diferencialmente partilhados. Os itens alimentares que apresentaram maiores indícios de compartilhamento foram copépodes, material vegetal, crustáceos e invertebrados, em geral. Segundo Meschiatti (1995) a sazonalidade na abundância de alimentos pode influenciar na sobreposição alimentar entre as espécies; e a elevação do nível das águas no período chuvoso, que inunda os ambientes terrestres favorece que os peixes encontrem maior quantidade de alimentos, comportando-se assim como oportunistas. As espécies citadas acima são consideradas espécies marinhas com forte ligação com o estuário e estuarinas residentes (MEDEIROS, 2016). A maioria das espécies analisadas no estudo corresponde ao período chuvoso, de forma que a sazonalidade e a presença constante no mesmo ambiente fortaleceriam o uso de recursos similares por diversas espécies.

Os indivíduos de *O. saurus* apresentaram elevado consumo de Material vegetal (48%) e escamas, este sendo o item com maior importância alimentar para a espécie (50,52), corroborando os estudos de Sazima (1986) que relata seu comportamento lepidofágico, que consiste na ingestão de escamas com finalidade de nutrição.

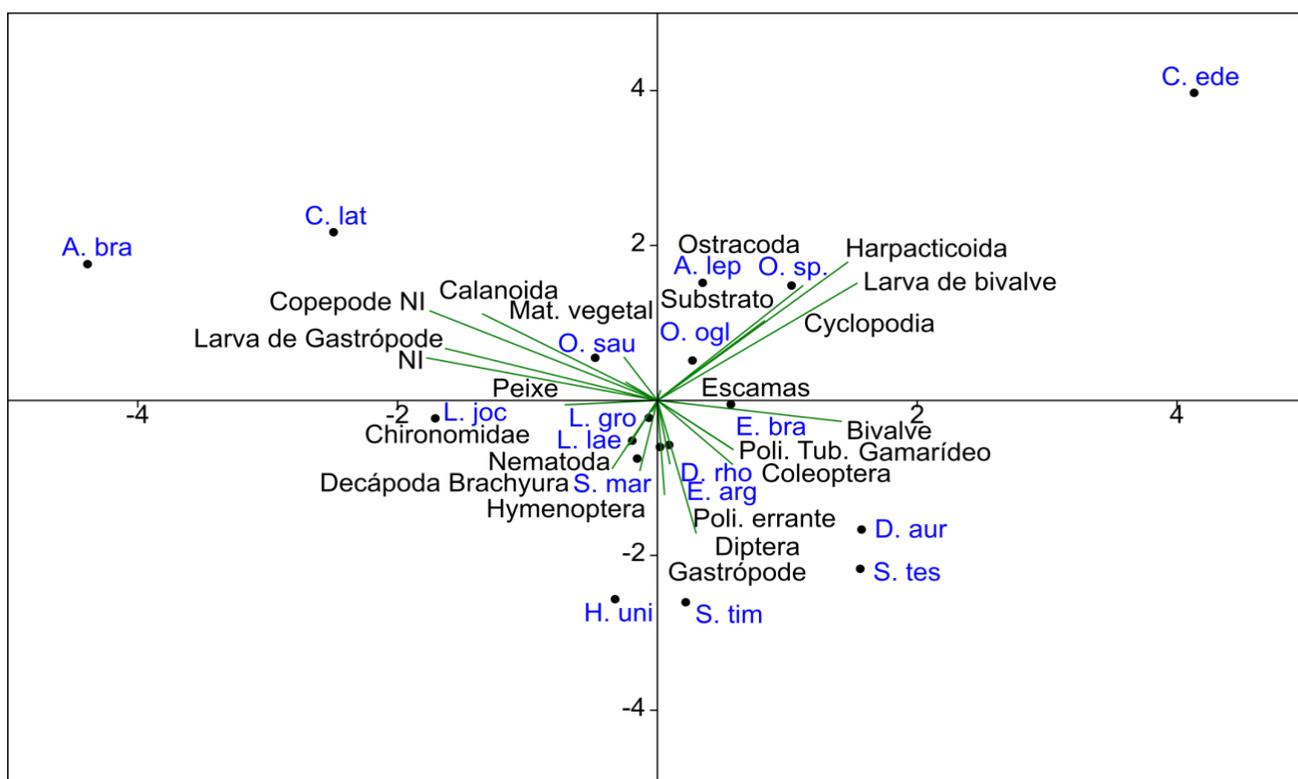


Figura 7. Análise de Componentes Principais da dieta dos peixes do Estuário do Rio Paraíba, PB.

3.3 Ingestão de microplásticos

Doze das 18 espécies cuja dieta foi analisada, ou seja, *Diapterus rhombeus*, *Eucinostomus argenteus*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Lagocephalus laevigatus*, *Oligoplites* sp., *Strongylura timucu*, *Strongylura marina*, *Atherinella brasiliensis*, *Diapterus auratus*, *Sphoeroides testudineus*, *Opisthonema oglinum* e *Anchoviella lepidentostole* ingeriram microplásticos (Tab. 3), o que gera grande preocupação com a constante ocorrência deste item na dieta de vários indivíduos que compõem a ictiofauna ocorrente no Estuário do Rio Paraíba. Foram registrados durante as análises até 10 microplásticos ingeridos por um único indivíduo, o que é relevante. A ingestão desse material por peixes estuarinos também é discutida por Vendel et al. (2017), para o mesmo local, e relata a importância de estudos que abordam o impacto antrópico e a perda de qualidade da água no estuário, devido aos potenciais efeitos que os microplásticos podem causar no funcionamento da comunidade de peixes e no ecossistema, como possivelmente também nas comunidades humanas locais, que fazem uso dos peixes como recurso alimentar.

As espécies de peixes foram classificadas em grupos tróficos com base nas proporções das diferentes categorias de presas ingeridas (Tab.3). Os bentívoros incluem espécies cuja dieta foi dominada por moluscos, Polychaeta, Decapoda ou crustáceos bêntonicos, os zooplantívoros foram representados por quem se alimentou principalmente de copépodes e os insetívoros foi o grupo que apresentou um consumo maior que 50% de insetos em sua dieta.

Tabela 3. Espécies de peixes e ingestão de microplásticos (MP), nº total de indivíduos com registro de consumo MP e nº total de microplásticos por espécie, grupos funcionais e hábito alimentar dos peixes. Abreviações das espécies, vide Tabela 1.

Espécies	nº ind. c/ MP	nº MP por spp.	Grupos Funcionais	Hábito
<i>D. rho</i>	3	11	Lateralmente comprimidos	Bentívoro
<i>E. arg</i>	2	2	Lateralmente comprimidos	Bentívoro
<i>H. uni</i>	4	7	Cilíndricos	Insetívoro
<i>L. lae</i>	1	1	Cilíndricos	Bentívoro
<i>O. sp.</i>	7	16	Lateralmente comprimidos	Zooplantívoro
<i>S. mar</i>	2	6	Cilíndricos	Insetívoro
<i>S. tim</i>	2	11	Cilíndricos	Insetívoro
<i>A. bra</i>	17	26	Lateralmente comprimidos	Bentívoro
<i>O. ogl</i>	7	11	Lateralmente comprimidos	Zooplantívoro
<i>A. lep</i>	1	1	Lateralmente comprimidos	Zooplantívoro
<i>D. aur</i>	2	3	Lateralmente comprimidos	Bentívoro
<i>S. tes</i>	7	7	Cilíndricos	Bentívoro

Relatos do contato da fauna marinha com resíduos sólidos têm sido registrados desde a década de 80 (AZZARELLO e VLEET, 1987), mas atualmente os resíduos sólidos estão em um momento de projeção midiática internacional e vários veículos científicos e de ampla divulgação expõem os problemas relacionados com a contaminação ambiental e o destino final desses resíduos. O uso, assim como o descarte de maneira incorreta dos resíduos plásticos, tem afetado diretamente os ambientes aquáticos e suas comunidades. Em todo o mundo, estudos relatam danos à fauna aquática causados por resíduos sólidos, podendo ser por meio de fatores químicos, físicos ou biológicos. É indiscutível o progresso e os benefícios que o plástico trouxe para a sociedade como um todo, porém, quando em ambientes aquáticos, e passando por processos de degradação, o material se mistura ao plâncton e então entra na cadeia alimentar de diversos animais (MIRANDA e CARVALHO-SOUZA, 2016). Os

impactos causados pelo homem podem induzir os organismos atingidos a responderem à perturbação, sendo necessário ocorrer adaptações fisiológicas ou comportamentais, em resposta a um determinado impacto. Entretanto, diante da interferência dos resíduos sólidos na cadeia alimentar dos organismos aquáticos, esta capacidade de resiliência pode ou não ser apresentada (CHOWN e GASTON, 2008).

Materiais sólidos como filamentos ou fibras, podem formar bolos que se alojam nas paredes do intestino causando úlceras (BALAZS, 1985; BJORN DAL et al., 1994), ou ainda podem se prender em diferentes porções do trato digestório pressionando suas alças e acarretando necrose do tecido gastrointestinal (BJORN DAL et al., 1994) de organismos aquáticos. Muitas vezes a coloração, flutuação e forma dos resíduos, principalmente microplásticos, cujo tamanho limita-se a 5 mm, atraem peixes e outros organismos, que os ingerem e posteriormente vem a óbito por problemas gastrointestinais, asfixia e desnutrição (HOSS e SETTLE, 1990; TOURINHO et al., 2010).

A PCO aplicada à matriz de dieta e aos hábitos alimentares dos peixes analisados explicou 53,4% da variabilidade da dieta nos dois primeiros eixos. A análise confirmou as três guildas de alimentação definidas: 1) zooplancívoros, 2) bentívoros, 3) insetívoros (Fig. 8). A este respeito, os três grupos foram definidos levando em consideração os grupos ecomorfológicos propostos por Pessanha et al. (2015) em seu estudo. A melhor associação entre dieta e abundância de microplásticos ingeridos pelos peixes do Estuário do Rio Paraíba foi obtida para dietas nas quais predominam os itens Polychaeta, Copepoda, Material vegetal, Crustacea e Insecta.

A PCO também reforça a ingestão generalizada de microplásticos nas três guildas de alimentação examinadas, em 12 de 18 espécies. De toda forma, não existiram diferenças significativas entre a ingestão de microplásticos nas espécies consideradas demersais ou pelágicas, assim como nos estudos realizados por Lusher, et al. (2013), Neves (2013) e Vendel et al. (2017), não houve também diferença na ingestão de microplásticos entre os grupos funcionais ($p > 0,05$) ou seja, o formato do corpo dos peixes não influencia no consumo do item microplástico, tal como sua presença nos conteúdos estomacais. Porém, foram identificadas diferenças acerca da proporção de microplástico ingerido nas regiões a montante e a jusante, nos período seco e chuvoso, como também, entre as guildas tróficas classificadas.

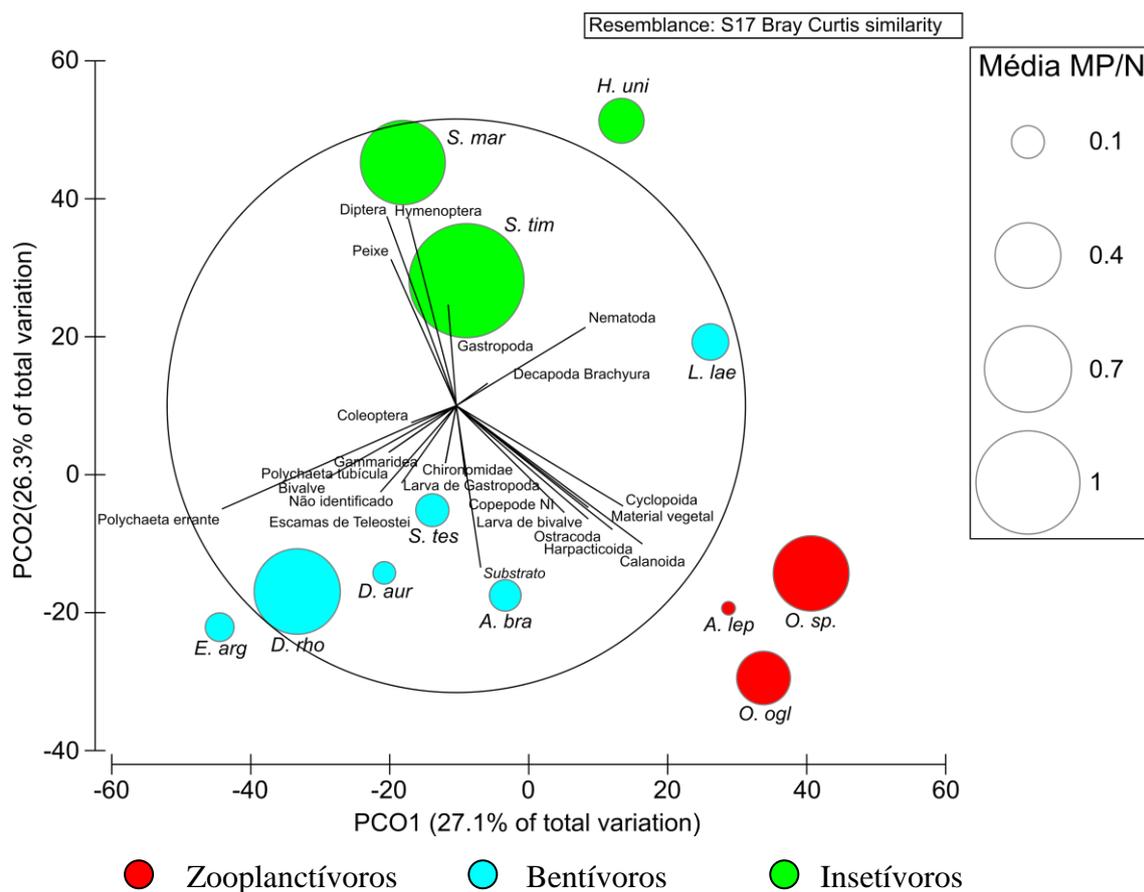


Figura 8: Análise de Coordenadas Principais do hábito dos peixes do Estuário do Rio Paraíba, PB. Bolhas: abundância média de microplásticos por espécie.

Em relação às diferenças observadas nas zonas (montante e jusante) e entre as estações (seca e chuvosa), 78% dos estômagos que continham microplásticos em seu interior, encontravam-se a montante e apenas 22% a jusante. Destes mesmos estômagos, 64% foram coletados no período chuvoso e 36% no seco, o que implica em maior ingestão de alimento, bem como de microplásticos, na estação chuvosa a montante do estuário. Isso pode ocorrer devido ao aumento do carreamento de material orgânico e não orgânico das regiões costeiras durante o período chuvoso, o que pode refletir no aumento do aporte nutritivo e de outros materiais nessa zona. Além disso, o aumento da corrente devido ao maior aporte de água na época de chuva, também pode ser um fator que influencia essa relação, por revolver o sedimento disponibilizando no meio, a matéria orgânica e/ou materiais sólidos ali decantados. Isso pode proporcionar uma relação positiva entre abundância de alimento e ingestão de microplásticos uma vez que esse item foi considerado nas análises como item acidental.

Esta possível ligação entre disponibilidade de alimento e ingestão de microplásticos e a diferença de consumo desse item entre os peixes, também podem ser relacionadas aos aspectos comportamentais dos indivíduos. Por exemplo, segundo Neves (2013) os filtradores não são seletivos, exceto na dimensão do que ingerem, podendo ingerir alimento ou microplásticos de forma indiscriminada. Já os predadores são seletivos, mas podem confundir alimento com microplásticos devido à sua semelhança, ou mesmo ingerirem presas que contêm microplásticos no seu interior, sendo essa, uma ingestão indireta de microplásticos (COLE et al., 2013). Como tal, esta relação terá de ser estudada em maior profundidade através da sua comparação com outras variáveis que nela influenciam.

A maior ingestão de microplástico foi registrada para os bentívoros *A. brasiliensis*, *S. testudineus*, *D. rhombeus*, *L. laevigatus*, *D. auratos*, *E. argenteus* (Tab 3). Levantando a hipótese que o fundo desse impactado estuário urbano proporcione um ambiente favorável à ingestão de microplásticos pela ictiofauna que nele forrageia, pois o tamanho e a densidade de detritos plásticos determinam a sua posição vertical na coluna de água (BROWNE et al., 2010). Estudos sugerem que fatores como o vento (DEBROT et al., 1999; ASTUDILLO et al., 2009) e ação das ondas (THORNTON e JACKSON, 1998) têm um papel importante nos padrões de acumulação do microplásticos. Sendo assim o fato do estuário apresentar baixa hidrodinâmica e menor interferência de ventos devido à sua fisiografia, estrutura e vegetação circundante, o ambiente estuarino é favorável à maior acumulação de materiais sólidos em seu substrato, proporcionando um maior contato, principalmente da fauna bentívora, com esses materiais.

Os microplásticos observados nos estuários tropicais são compostos principalmente por fibras (BOERGER et al., 2010; LUSHER et al., 2013; NEVES et al., 2015). Os itens identificados nesse estudo foram classificados como fragmentos e fibras (Fig. 9). Balazs (1985) e Bjorndal et al. (1994) tratam da ingestão de materiais sólidos por organismos aquáticos e afirmam que a ingestão de grande quantidade desses itens, juntamente com restos alimentares, pode causar compactação e obstrução do intestino, o que pode ter como consequência a morte do indivíduo. Além dos impactos físicos potenciais oriundos de fragmentos de plástico, foi expressa uma preocupação recente sobre o potencial dos plásticos em adsorver poluentes orgânicos persistentes,

denominados POPs (Moura et al., 2011). A durabilidade do plástico no meio aquático ainda é incerta, mas eles parecem durar cerca de três a dez anos, e provavelmente os aditivos podem prorrogar esse prazo de 30 a 50 anos (Gregory, 1978). Eles possuem também uma alta mobilidade de dispersão e liberação de substâncias como Nonilfenóis, DDE (Dichloroethylene), PCB (Polychlorinated Biphenyls) e DDT (Diphenyl-Trichloroethane) (Carvalho-Souza, 2009). Sendo então os POPs prejudiciais tanto para os próprios organismos, como para aqueles que se alimentam deles, incluindo o ser humano.

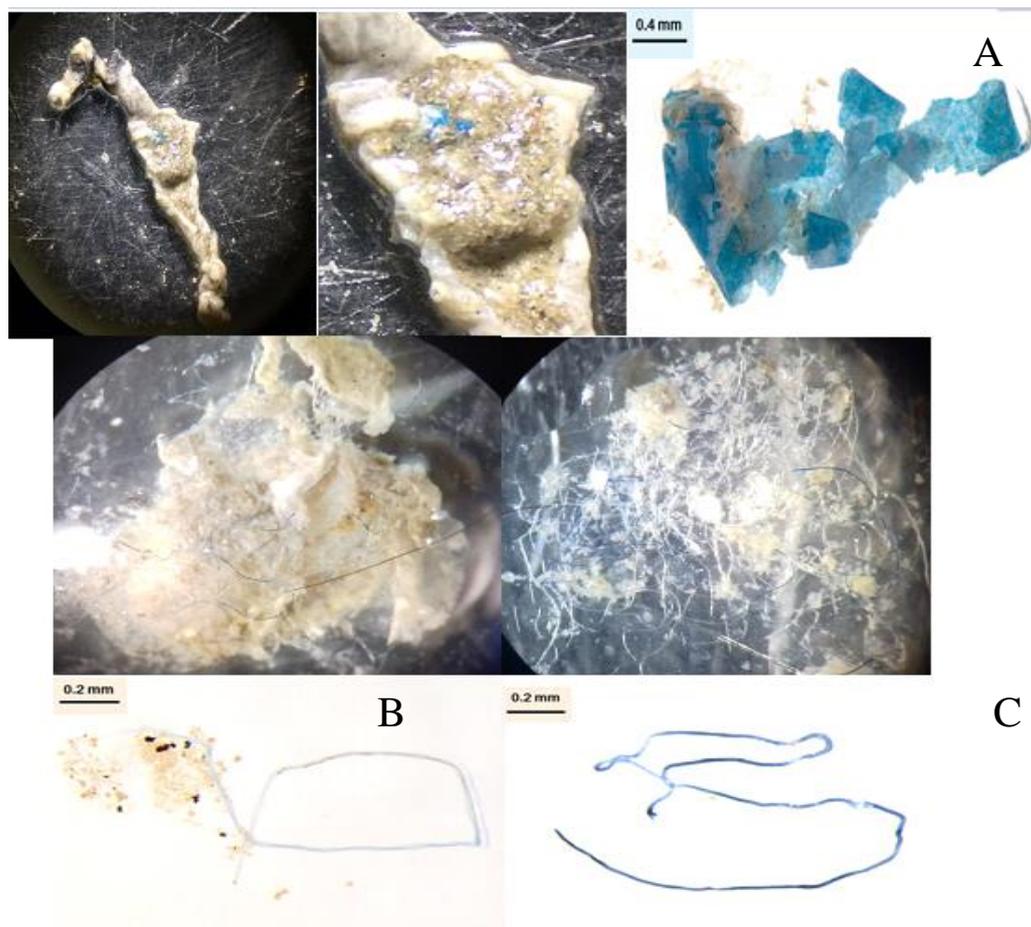


Figura 9. Fragmento (A) e fibras (B, C) encontrados nos estômagos dos peixes do Estuário do Rio Paraíba, PB.

A identificação da origem dos itens, mesmo que realizada de maneira qualitativa, traz informações importantes para propor ações de políticas públicas específicas para os itens de maior impacto, principalmente nos estuários localizados dentro de centros urbanos, como é o caso do Estuário do Rio Paraíba. A hipótese sugerida por Browne et al. (2011) apregoa que as possíveis fontes de fibras no ambiente

marinho estão relacionadas ao rejeito urbano oriundo dos efluentes de máquinas de lavar roupas, pois quantidades significativas de fibras têxteis foram observadas em muitos estudos de amostragem *in situ*, tanto em águas abertas como em sedimentos marinhos. Reafirmando a ligação direta entre os ambientes, como também, o impacto antrópico evidente transferido de um ambiente a outro, fator este que corrobora com as formas de microplásticos predominantes neste estudo.

Recentemente, Jabeen et al. (2017) levantaram a hipótese de que uma maior variedade de itens plásticos podem estar presentes no ambiente marinho do que em ambientes de água doce, aumentando assim, a probabilidade de ingestão de microplásticos por peixes de água salgada. Mas, para que essa hipótese seja tida como verdadeira, é preciso avaliações acerca dos níveis de microplásticos em ambiente circundante como a água e sedimentos dos estuários para que se possa comparar os níveis de contaminação por microplástico nestes ecossistemas, como discutido por Vendel et al. (2017). Sendo assim, outras análises são necessárias para determinar a composição específica destes microplásticos, para averiguar as potenciais fontes de contaminação plástica no estuário.

4 CONCLUSÃO

No presente estudo, os itens alimentares Hymenoptera, Decapoda Brachyura e Polychaeta apresentaram maior abundância dentre todos os itens ocorrentes na dieta dos peixes analisados, levando ao agrupamento de espécies evolutivamente aparentadas ou não, mas com hábito alimentar similar. Hymenoptera representa o item de maior consumo para *H. unifasciatus* e *S. marina*, de hábito insetívoro. Decapoda Brachyura foi o item mais consumido por *L. laevigatus*, *S. testudineus* e *L. jocu*, já o item Polychaeta foi mais representativo em *D. rhombeus*, *E. argenteus* e *D. auratus*. O compartilhamento alimentar observado para estas e as demais espécies analisadas, não indica competição direta pelo alimento, podendo esta relacionada a diversos fatores como período de alimentação, presença do alimento no ambiente, morfologia e hábito do peixe; tais fatores possibilitam a coexistência dessas espécies que dependem do ambiente. Constatou-se que 67% das espécies ingeriram microplásticos, principalmente fibras e fragmentos. As maiores proporções de ingestão deste item não alimentar foram observadas em peixes de hábito bentívoro, notadamente: *A. brasiliensis*, *S. testudineus*, *D. rhombeus*, *L. laevigatus*, *D. auratus* e *E. argenteus*, revelando o alto potencial de acúmulo de microplásticos no substrato do Estuário do Rio Paraíba.

5 ABSTRACT

Fishes from estuarine environments play an important ecological role, such as the transformation of energy potential and its flow within the ecosystem. Fish feeding studies provide a better understanding of the relationships between species and the ecosystem, which may reflect variations due to seasonality and the degree of local anthropogenic impact. The present study aimed to describe the proportion of consumed items by fish in the Paraíba river estuary, in order to relate the fish diet in to the anthropic impact present in this ecosystem. For this, manual trawls were carried out in this estuary between May 2016 and March 2017, covering the dry and rainy local seasons and the zones upstream and downstream of the estuary. After identification of fish and food items in the laboratory, their diet was analyzed through the feeding index (IAi). In this context, we dispose of the analysis of 712 individuals distributed in 18 species and nine families that ingested a variety of 22 food items and two non-food items, where from the observed diet were classified three trophic guilds: zooplanktivorous, bentivorous and insectivorous for the analyzed fish assemblage. The food items that presented a greater share among the species, as well as, predominated in the diet of the fish were: Decapoda Brachyura, Hymenoptera and Polychaeta. The analysis of the food overlap observed revealed the trophic partition of the resources available by the species and the different guilds imply in strategies that allow the coexistence of the same in the environment. The microplastic item occurred in 12 (66.67%) of the 18 species considered, being the majority of them registered in bentivorous fish.

Keywords: Trophic Ecology, Bentivorous Habit, Anthropic Impact

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA Z.S., FONSÊCA G. V. e VASCONCELOS F. L.. 1997. **Alimentação de *Achirus lineatus* (Teleostei, Pleuronectiforme: Achiridae) em Itapissuma - PE.** Boletim do Laboratório de Hidrobiologia. 10: 79-95.
- ALVARES C. A., STAPE J. L., SENTELHAS P. C., MORAES GONÇALVES J. L. e SPAROVEK G.. 2013. **Koppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift. 22(6): 711-728.
- ALVES V. E., PATRÍCIO J., DOLBETH M., PESSANHA A., PALMA AR., DANTAS E.W. e VENDEL A. L.. 2016. **Do different degress of human activity affect the diet of Brazilian silverside *Atherinella brasiliensis*?** Journal Fish Biology. 89(2): 1239-1257.
- AMORIM A. L.. 2015. **Comparação da dieta de *Hyporhamphus unifasciatus* (Ranzani, 1841) (Beloniformes: Hemiramphidae) em dois estuários do Nordeste do Brasil.** 27f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa.
- ANDRADE-TUBINO M. F., RIBEIRO A. L. R. e VIANNA M.. 2008. **Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos brasileiros: uma síntese.** Oecologia Brasiliensis. 12(4):640-661.
- AQUINO E. P., BORGES G. C., HONORATO-DA-SILVA M., PASSAVANTE J. Z. O. e SILVA-CUNHA M. G.. 2015. **Phytoplankton in a tropical estuary, Northeast Brazil: composition and life forms.** Check List. 11(3): 1633.
- ASTUDILLO J. C., BRAVO M., DUMONT C. P. e THIEL M.. 2009. **Detached aquaculture buoys in the SE Pacific: potential dispersal vehicles for associated organisms.** Aquatic Biology. 5 (3):219-231.
- AZZARELLO M.Y. e VLEET E.S.V.. 1987. **Marine birds and plastic pollution.** Marine Ecology Progress Series. (37):295-303.
- BALAZS G., 1985. **Impact of ocean debris on marine turtles: entanglement and ingestion.** In: Shomura RS, Yoshido HO, editors. Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris. Honolulu, Hawaii: US Department of Commerce, NOAA Technical Memo. 54:387-429
- BARBOSA R T.. 2012. **Dieta e sobreposição de nichos de duas espécies de gerreídeos, *Eugerres brasilianus* (Cuvier, 1830) e *Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829) capturadas no canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco.** 56 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BARLETTA M., JAUREGUIZAR A. J., BAIGUN C., FONTOURA N.F., AGOSTINHO A. A., ALMEIDA-VAL V. M. F., VAL A. L., TORRES R. A., JIMENES S. L. F., GIARRIZZO T., FABRÉ N. N., BATISTA V. S., LASSO C., TAPHORN D. C., COSTA M. F., CHAVES P. T., VIEIRA J. P. e CORRÊA M. F. M.. 2010. **Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems.** Journal of Fish Biology. 76(9): 2118-2176.

BERBEL G. B. B., FAVARO D. I. T. e BRAGA E. S.. 2015.. **Impact of harbour, industry and sewage on the phosphorus geochemistry of a subtropical estuary in Brazil.** Marine Pollution Bulletin. 93(1-2): 44-52.

BJORNDAL K.A., BOLTEN A.B. e LAGUEUX C.J.. 1994. **Ingestion of marine debris by juvenile sea turtle in coastal Florida habitats.** Marine Pollution Bulletin. (28):154-158.

BLABER, S.J.M.. 2000. **Tropical estuarine fishes. Ecology.** exploitation and conservation. Oxford, Blackwell Science. (2):148-157.

BROWNE M. A., CRUMP P., NIVEN S.J., TEUTEN E.L., TONKIN A., GALLOWAY T. e THOMPSON R.C.. 2011. **Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks.** Environmental science & technology. 45(9):175-9179.

BROWNE M. A., GALLOWAY T. S. e THOMPSON R. C.. 2010. **Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines.** Environmental Science & Technology. 44(9): 3404-3409.

BRUSCA, R. C., BRUSCA, G. J.. 2007. **Invertebrados.** 2ª Ed., Editora: Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 968.

CABERTY S., BOUCHEREAU J. e CHAVES P.T.. 2004. **Organisation et fonctionnement trophiques de l'assemblage ichtyque d'un écosystème lagunaire à mangrove antillais au moyen de l'indice trophique de contribution.** Cahier de Biologie Marine (45): 243-254.

CAMERON W.M. e PRITCHARD D.W.. 1963. **Estuaries.** In: Hill, M.N. (ed.) **The Sea. Vol. 2.** John Wiley and Sons, New York. 306-324pp.

CARVALHO-SOUZA, G. F.. 2009. **Uma nova síndrome ecológica nos ambientes recifais: Associação da biota ao lixo marinho no nordeste do Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Católica do Salvador. Capítulo II, pp. 31.

CHALOM A, MUTO E.Y. e SOARES L.S.H.. 2008. **Descrição da dieta de *Lagocephalus laevigatus* (Linnaeus, 1766) (Teleostei, Tetraodontidae) na**

plataforma sudeste do Brasil. In Resumos expandidos. III Congresso Brasileiro de Oceanografia, Fortaleza, CE, 20 to 24 May 2008

CHAVES P.T.C. e OTTO G.. 1998. **Aspectos biológicos de *Diapterus rhombeus* (Cuvier) (Teleostei, Gerreidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia. 15 (2): 289-295.

CHÁVEZ-COMPARÁN J. C. e HAMMANN M. G.. 1989. **Diet Of The Mojarras, *Gerres cinereus* And *Diapterus peruvianus* (Pisces: Gerreidae) In Cuyutlan Lagoon, Colima, Mexico During Summer.** Ciencias Marinas. 15 (3): 71-80.

CHIAVERINI, A. P.. 2008. **Ecologia trófica de *Sphoeroides testudineus* Linnaeus, 1758 e *Sphoeroides greeleyi* Gilbert, 1900 da Gamboa do Perequê, Pontal do Sul, Paraná, Brasil.** Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre (Programa de PósGraduação em Ciências Biológicas), Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

CHOWN S. L. e GASTON K. J.. 2008. **Macrophysiology for a changing world.** Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences. 275 (1642): 1469-1478.

COLE M., LINDEQUE P., FILEMAN E., HALSBAND C., GOODHEAD R., MOGER J., e GALLOWAY T. S.. 2013. **Microplastic ingestion by zooplankton.** Environmental Science & Technology. 47(12): 6646-6655.

CONTENTE R. F., STEFANONI M. F. e SPACH H. L.. 2010. **Feeding ecology of the Brazilian silverside *Atherinella brasiliensis* (Atherinopsidae) in a sub-tropical estuarine ecosystem.** Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 91(6): 1197-1205.

CORREIA L. J. H., FERNANDES A. J. D., LÚCIO M. M. L. M., TOMAZ J. K. O., HONORATO M. B. e CARNEIRO E. N.. 2005. **Monitoramento da qualidade físico-química da água do Estuário do Rio Paraíba – Cabedelo, PB.** Revista Principia. (27): 48-53.

DEBROT A. O., TIEL A. B. e BRADSHAW J. E.. 1999. **Beach debris in Curacao.** Marine Pollution Bulletin. 38 (9): 795–801.

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

DILL L. M.. 1983. **Adaptive flexibility in the foraging behavior of fishes.** Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 40 (4): 398-408.

DOLBETH M., VENDEL A. L., PESSANHA A. e PATRÍCIO J.. 2016. **Functional diversity of fish communities in two tropical estuaries subjected to anthropogenic disturbance**. Marine Pollution Bulletin. 112(1-2): 244-254.

DUARTE M. R. N.. 2015. **Dieta de *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828), *Lutjanus jocu* (Bloch & Schneider, 1801) (PERCIFORMES: LUTJANIDAE) em um estuário hipersalino-RN-Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

DYER K.R.. 1997. **Estuaries: a physical introduction**. 2^a Edição. John Wiley and Sons, New York, 195p.

ELLIOTT M., WHITFIELD A. K., POTTER I. C., BLABER S. J., CYRUS D. P., NORDLIE F. G. e HARRISON T. D.. 2007. **The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review**. Fish and Fisheries. 8(3):241-268.

EMATER, 2017-2018. **Dados pluviométricos** Available at: emater.pb.gov.br/sigater/gera_pluviometria_aesa.php.

FAIRBRIDGE R.W.. 1980. The estuary its definition and geodynamic cycle. In: Olausson, E. e Cato, I. (eds.) **Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries**. Wiley, New York. 1-35pp.

FREHSE F. A., VALDUGA M. O., CORRÊA M. F. M., PINHEIRO P. C., e VITULE, J. R. S.. 2015. **Feeding ecology and resource sharing patterns between *Stellifer rastrifer* (Jordan, 1889) and *S. brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes: Sciaenidae) along the coasts of Paraná and Santa Catarina, Brazil**. Journal of Applied Ichthyology. 31(3):479-486.

FREIRE A. G., e AGOSTINHO A. A.. 2000. **Distribuição espaço temporal de 8 espécies dominantes da ictiofauna da Bacia do Alto Rio Paraná**. Acta Limnol. Bras. (12):105-120.

FROESE R., e PAULY D.. 2018. **Fishbase** (www database). World Wide Web Electronic Publications. Disponível em: <http://www.fishbase.org>

FUGI R. e HAHN N.S.. 1991. **Espectro alimentar e relações morfológicas com o aparelho digestivo de três espécies de peixes comedores de fundo do rio Paraná, Brasil**. Rev. Brasileira de Biologia., Rio de Janeiro. 51 (4): 873-879.

GALLOWAY T. S., COLE M. e LEWIS C.. 2017. **Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem**. Nature ecology & evolution, 1(5):116.

GARCIA A. F. S. e VENDEL A. L.. 2016. **Dietary overlap and food resource partitioning among fish species of a tropical estuary in northeastern Brazil**. Gaia Scientia. 10: (4).

- GARCÍA C. B. e RAMÍREZ J.. 2016. **Perceived length at first maturity in the lane snapper, *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Lutjanidae), along the Caribbean coast of Colombia.** Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 11(1):60-69.
- GERKING S.D. **Feeding ecology of fish.** Califórnia: Academic Press, 1994.
- GOULART M. D. e CALLISTO M.. 2003. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental.** Revista da FAPAM. 2 (1): 153-164.
- GOULDING M. 1980. **The fishes and the forest. Explorations in Amazonian Natural History.** University of California Press. Berkeley, USA. 280p.
- GOULDING M., SMITH N. J. H. e MAHAR D. J.. 1996. **Floods of fortune: ecology and economy along the Amazon.** Columbia University Press, New York, USA. 193p.
- GREGORY M. R. 1978. **Accumulation and distribution of virgin plastic granules on New Zealand beaches.** New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 12 (4): 399-414.
- HAHN N. S. A.. 2007. **Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: alterações e consequências nos estágios iniciais do represamento.** Oecologia Brasiliensis. 11(4): 469-480.
- HICKMAN C. P. J., ROBERTS L. S. e LARSON A.. 2004. **Princípios Integrados de Zoologia.** 11 Ed. Editora: Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- HOFLING J.C., FERREIRA L. I., NETO F. B. R., LIMA P. A. B. e GIBIN T. E.. 1998. **Alimentação de peixes da família Gerreidae do complexo estuarino-lagunar de Cananeia, SP, Brasil.** Bioikos 12: 7-18.
- HOSS D.E. e SETTLE L.R.. 1990. **Ingestion of plastics by teleost fishes.** In: Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris. NOAA Technical Memorandum. NOAA-TM-NMFS-SWFSC-154. Miami, FL. p 693-709.
- HURLBERT S. H. 1978.. **A medição da sobreposição de nicho e alguns parentes.** Ecologia. 59 (1): 67-77.
- HYSLOP E. J.. 1980. **Stomach contents analysis a review of methods and their application.** Journal of fish biology. 17 (4): 411-429.
- IBGE, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico.** Available at: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>.

IUCN, 1994. **Guidelines for Protected Area Management Categories**. Gland and Cambridge: IUCN. Available at:

<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/1994-007-En.pdf/>.

JABEEN K., SU L., LI J., YANG D., TONG C., MU J. e SHI H.. 2017. **Microplastics and mesoplastics in fish from coastal and fresh waters of China**. Environmental Pollution. (221): 141-149.

KAWAKAMI E. e VAZZOLER, G.. 1980. **Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes**. São Paulo: Boletim do Instituto Oceanográfico. 29(2): 205-207.

LAIST D.W.. 1987. **Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment**. Marine Pollution Bulletin. 18(6B):319-326.

LEIRA M. H., CUNHA L. T., BRAZ M. S., MELO C. C. V., BOTELHO H. A. e REGHIM L. S.. 2017. **Qualidade da água e seu uso em pisciculturas**. PUBVET. 11(1): 11-17.

LOEBMANN D. e VIEIRA J. P.. 2005. **Distribuição espacial e abundância das assembléias de peixes no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia. 22 (3): 667-675.

LUSHER A., MCHUGH M., e THOMPSON R.. 2013. **Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel**. Marine Pollution Bulletin. 67: 94- 99.

MACARINGUE C. L. S.. 2009. **Ictiofauna e ecologia trófica de peixes do canal de Mira-Ria de Aveiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.

MEDEIROS A. P. M. 2016. **Padrões de distribuição e organização trófica da assembleia de peixes no estuário do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

MEIRELLES A.C.O. e BARROS H.M.D.R.. 2007. **Plastic debris ingested by a rough-toothed dolphin, *Steno bredanensis*, stranded alive in northeastern Brazil**. Revista Biotemas. 20(1):127-131.

MESCHIATTI A. J. 1995. **Alimentação da comunidade de peixes de uma lagoa marginal do Rio Mogi-Guaçu, SP**. Acta limnologica Brasiliensia 7: 115-137.

MIRANDA D. A. e CARVALHO-SOUZA G. F. 2011. **Presença de pellets plásticos em conteúdos estomacais de peixes desembarcados na costa de salvador, Bahia, Brasil**. In: Proceedings of the XIV Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar (COLACMAR).

- MIRANDA D. A. e CARVALHO-SOUZA G. F. 2016. **Are we eating plastic-ingesting fish?** Marine pollution bulletin. 103(1-2): 109-114.
- MOURA C.M., MOURA A.C., SILVA E.V., ROCHA F. S. P., PONTES-NETO J. G., MURRAY F. e COWIE P.R. 2011. **Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758)**. Marine Pollution Bulletin. 62(6): 1207-1217.
- NELSON J. S., GRANDE T. C. e WILSON M. VH. 2006. **Fishes of the World**. John Wiley e Sons. Hoboken, ed 4.
- NERLAND I. L.; HALSBAND C.; ALLAN I., e THOMAS K. V. 2014. **Microplastics in marine environments: Occurrence, distribution and effects**. NIVA 6754-2014.
- NEVES D., 2013. **Lixo marinho nos fundos oceânicos e a sua ingestão por peixes da costa portuguesa**. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, p. 77.
- NEVES D., SOBRAL P., FERREIRA J.L. e PEREIRA T., 2015. **Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast**. Marine Pollution Bulletin. 101:119-126.
- NISHIDA A. K.. 2000. **Catadores de moluscos do litoral paraibano. Estratégias de subsistência e formas de percepção da natureza**. São Carlos/SP. (Tese de Doutorado)–UFSCar, Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.
- NOZAKI C. T., MARCONDES M. A., LOPES F. A., SANTOS K. F. e LARIZZATTI P. S. C.. 2014. **Comportamento temporal de oxigênio dissolvido e pH nos rios e córregos urbanos**. Atas de Saúde Ambiental. 2(1): 29-44.
- ODUM E. P. **Fundamentos de Ecologia**. Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. ed 7, p 434.
- PAIVA A. C. G., CHAVES P. T. C. e ARAÚJO M. E.. 2008. **Estrutura e Organização Trófica da Ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical**. Revista Brasileira de Zoologia. 25 (4): 647-661.
- PEREIRA FILHO J., CAF SCHETTINI L. R. e SIEGLE E.. 2001. **Intratidal variation and net Transport of Dissolved Inorganic Nutrients, POC and Chlorophyll a in the Camboriú River Estuary, Brazil**. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 53: 249-257.
- PESSANHA A. L. M., ARAÚJO F. G., OLIVEIRA R. E. M., SILVA A. F. D. e SALES N. S.. 2015. **Ecomorphology and resource use by dominant species of tropical estuarine juvenile fishes**. Neotropical Ichthyology. 13(2): 401-412.

PIVELI R. P e KATO M. T.. 2006. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físicos-químicos**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, São Paulo, p 285.

POSSATTO F. E., BARLETTA M., COSTA M. F., DO SUL J. A. I. e DANTAS D. V.. 2011. **Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact**. Marine Pollution Bulletin. 62(5): 1098-1102.

PRITCHARD D. W.. 1967. **What is an estuary: Physical View Point**. In: lauff, g.h. (eds). Estuaries. Washington, American Association for Advance of Science, p 3-5.

PRUTER A.T.. 1987. **Sources, quantities and distribution of persistent plastics in the marine environment**. Marine Pollution Bulletin. 18(6B): 305-310.

RUPPERT E. e BARNES R. D. 2005. **Zoologia dos Invertebrados**. 7 Ed. Editora Roca, São Paulo, 1029.

SANTANA R. M. C., DOLBETH M., BARBOSA J. E. L. e PATRÍCIO J.. 2017. **Narrowing the gap: Phytoplankton functional diversity in two disturbed tropical estuaries**. Ecological Indicators. 86: 81-93.

SANTOS E. P. 2009. **Dieta de espécies de peixes dominantes nos arrastos de calão na praia de Cabuçu, Baía de Todos os Santos, BA**. Tese de Doutorado. Dissertação de mestrado em Sistemas Aquáticos tropicais–Universidade Estadual de Santa Cruz. 37p.

SAZIMA I., GADIG O. B. F., NAMORA R. C. e MOTTA F. S. 2002. **Plastic debris collars on juvenile carcharhinid sharks (*Rhizoprionodon lalandii*)**. southwest Atlantic. Marine Pollution Bulletin. 44: 1147-1149.

SAZIMA, I. 1986. **Similarities in feeding behaviour between some marine and freshwater fishes in two tropical communities**. Journal of Fish Biology. 29(1): 53-65.

SIGNORIN M., PEREIRA FILHO J., DELFIM R. e SCHETTINI C. A. F.. 2010. **Hydrodynamics and Dissolved Inorganic Nutrients in the Perequê River Estuary, SC**. Brazilian Journal of Aquatic Science & Technology. 14(2): 13-21.

SILVA A.B. e MARMONTEL M. 2009. **Ingestão de lixo plástico como provável causa mortisde peixe-boi amazônico (*Trichechus inunguis* Natterer, 1883)**. Revista UAKARI, Belém, PA, Brasil. 5(1):105-112.

SPACH, H.L., SANTOS C. e GODEFROID R.S.. 2003. **Padrões temporais na assembléia de peixes na gamboa do Sucuriú, Baía de Paranaguá, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia. 20 (4):591-600.

- SPACH, H.L., SANTOS C., GODEFROID R. S., NARDI M. e CUNHA F.. 2004. **A study of the fish community structure in a tidal creek**. Brazilian Journal Biology. 64 (2):337-351.
- THOMPSON R. C., OLSEN Y., MITCHELL R. P., DAVIS A., ROWLAND S. J., JOHN A. W. G., MCGONIGLE D. e RUSSELL A. E.. 2004. **Lost at sea: Where is all the plastic?**. Science. 304 (5672): 838-838.
- THORNTON, L. e JACKSON, N. L.. 1998. **Spatial and temporal variations in debris accumulation and composition on an estuarine shoreline, Cliffwood beach, New Jersey, USA**. Marine Pollution Bulletin. 36 (9):705-711.
- TOURINHO P.S., DO SUL J. A. I. e FILLMANN G.. 2010. **Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil?** Marine Pollution Bulletin. 60(3):396-401.
- TRIGUEIRO L. G. V. 2013. **Dieta de *Hyporhamphus unifasciatus* (RANZANI, 1841) (Actinopterygii: Hemiramphidae) no estuário do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil**. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.
- VASCONCELOS-FILHO A. L., NEUMANN L. S., ESKENAQZI L. E., e OLIVEIRA A. M. S.. 2009. **Hábitos alimentares de consumidores primários da ictiofauna do sistema estuarino de Itamaracá (Pernambuco-Brasil)**. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca. 4 (1): 21-31.
- VELLUDO M. R. 2007. **Ecologia trófica da comunidade de peixes do reservatório do Lobo (Broa), Brotas – Itirapina/SP, com ênfase à introdução recente da espécie alóctone *Cicla kelberi* (Perciformes, Cichlidae)**. Dissertação. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP. 71p.
- VENDEL A. L., BESSA F., ALVES V. E. N., AMORIM A. L. A., PATRÍCIO J. e PALMA A. R. T.. 2017. **Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures**. Marine Pollution Bulletin. 117(1-2):448-455.
- VENDEL A. L., BOUCHEREAU J. L. e CHAVES P. T. 2010. **Environmental and subtidal fish assemblage relationships in two different Brazilian coastal estuaries**. Brazilian Archives of Biology and Technology. 53(6): 1393-1406.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. e R. NUGENT. 1977. **El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras**. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología.. Univ. Nal. Auton. México. 4: 107-117.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., A. L. LARA-DOMINGUEZ, A. AGUIRRE-LEÓN, S. DÍAZ RUIZ, F. AMEZCUA-LINARES, D. FLOREZ-HERNÁNDEZ e P. CHAVANCE. 1985. **Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios**

tropicales: factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción. In: A. Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration. UNAM, Mexico, D.F. p.311-366.