



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - FANAT
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS
MESTRADO EM CIÊNCIAS NATURAIS – MCN**



ANA LUIZA GOMES BEZERRA

INTERFERÊNCIA ANTROPOGÊNICA NA ALIMENTAÇÃO DO *Hypostomus puarum*
(STARKS, 1913) NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

MOSSORÓ/RN
2019

ANA LUIZA GOMES BEZERRA

INTERFERÊNCIA ANTROPOGÊNICA NA ALIMENTAÇÃO DO *Hypostomus pusalurum*
(STARKS, 1913) NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, da Faculdade de Ciências Exatas e Naturais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciências Naturais. Área de concentração: Recursos Naturais.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Danielle Peretti

MOSSORÓ/RN
2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do(a) autor(a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu(a) respectivo(a) autor(a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Catálogo da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

B574i Bezerra, Ana Luiza Gomes
INTERFERÊNCIA ANTROPOGÊNICA NA
ALIMENTAÇÃO DO *Hypostomus puzarum* (STARKS,
1913) NO SEMIÁRIDO NORDESTINO. / Ana Luiza
Gomes Bezerra. - Mossoró, 2019.
64p.

Orientador(a): Profa. Dra. Danielle Peretti Filgueira.
Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-
Graduação em Ciências Naturais). Universidade do
Estado do Rio Grande do Norte.

1. Dieta. 2. peixe. 3. semiárido. 4. poluição. 5.
microplástico. I. Filgueira, Danielle Peretti. II. Universidade
do Estado do Rio Grande do Norte. III. Título.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Danielle Peretti (Orientadora - UERN)

Prof.^a. Dr.^a Máisa Clari Farias Barbalho de Mendonça (Avaliadora - UERN)

Prof. Dr. Jônnata Fernandes de Oliveira (Avaliador – IFMA)

Ao meu filho, dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força que me fez continuar, mesmo na adversidade não me desamparou.

Aos meus orientadores, Prof.^a Dr.^a Danielle Peretti (UERN) e Prof. Dr. Jônata Fernandes de Oliveira (IFMA), pela amizade, paciência, dedicação, estímulo e apoio nesta jornada, além de todo conhecimento que puderam dividir. Se tornaram meus exemplos de profissionais, sem.

Aos amigos do Laboratório de Ictiologia (LABIC) da Universidade do Estado do Rio Grande Norte, que sem eles seria impossível concluir esse projeto. Em especial a Geize, Priscylla e Rayane que me estenderam a mão no momento de necessidade.

À todos do Laboratório de Ecologia de Peixes & Pesca Continental (LAPEC) da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

Aos meus colegas de mestrado, pelo incentivo que deram uns aos outros, pela amizade, momentos de descontração e força nos momentos difíceis e aos demais amigos que contribuíram com apoio e torcida para o sucesso deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais (PPCN), pela oportunidade da realização do mestrado.

Finalmente, um especial agradecimento à minha família, principalmente ao meu esposo João Victor de Queiroz, por sempre me apoiar na realização dos meus sonhos e oferecer muito incentivo para a conclusão deste trabalho. A minha sogra, Mônica Helena, que nunca hesitou em cuidar do netinho nos momentos de prazos apertados.

“A persistência é o menor caminho do êxito”

Charles Chaplin

RESUMO

Estudos da dieta natural fornece ferramentas importantes para o conhecimento da estrutura trófica da comunidade íctica e podem contribuir para o manejo adequado das espécies. Estudos acerca da biologia alimentar de espécies de água doce vem recebendo atenção especial principalmente devido à sua importância no que se refere à conservação de ambientes aquáticos. Devido à expansão urbana os ecossistemas dulcícolas sofrem graves impactos das ações antrópicas. Vivemos na era do plástico e descobriu-se que detritos plástico são a forma mais difundida de lixo antropogênica em sistemas de água doce mundiais. Os ambientes dulcícolas necessitam de especial atenção para sua conservação. Com o presente estudo realizou-se dois artigos. No primeiro artigo se verificou a dieta de *Hypostomus pusalum* no reservatório de Santa Cruz, Apodi/RN ao longo dos anos 2011, 2013 e 2017, no segundo artigo identificou-se a presença de microplástico no trato intestinal de *Hypostomus pusalum* no reservatório de Santa Cruz, Apodi/RN, procurando caracterizar o tipo de microplástico, observar a frequência de ocorrência do item e quantificar em volume o microplástico presente no trato intestinal da espécie durante o ano de 2017.

Palavras chave: Dieta; peixe; semiárido; poluição; microplástico.

ABSTRACT

Studies of the natural diet provide important tools for the knowledge of the trophic structure of the fish community and can contribute to the proper management of the species. Studies on the dietary biology of freshwater species have received special attention mainly due to their importance in the conservation of aquatic environments. Due to the urban expansion, the sweet ecosystems undergo heavy impacts of the anthropic actions. We live in the age of plastic and it has been discovered that plastic debris is the most widespread form of anthropogenic garbage in the world's freshwater systems. Sweet environments need special attention for their conservation. With the present study two articles were carried out. In the first article we verified the diet of *Hypostomus puarum* in the reservoir of Santa Cruz, Apodi / RN during the years 2011, 2013 and 2017, in the second article we identified the presence of microplastic in the intestinal tract of *Hypostomus puarum* in the reservoir of Santa Cruz , Apodi / RN, trying to characterize the type of microplastic, to observe the frequency of occurrence of the item and to quantify in volume the microplastic present in the intestinal tract of the species during the year 2017.

Keywords: Diet; fish; semiarid; pollution; microplastic.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. Estudo sobre dieta	12
2.2. Reservatório da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró	13
2.3. Poluição por microplástico	15
2.4. <i>Hypostomus pusalum</i>	16
ARTIGO 1: ALIMENTAÇÃO DE <i>Hypostomus pusalum</i> NO RESERVATÓRIO DE SANTA CRUZ, APODI/RN	18
RESUMO	19
1- INTRODUÇÃO	20
2- METODOLOGIA	22
3- RESULTADOS	24
4- DISCUSSÃO	28
5- CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33
ARTIGO 2: INGESTÃO DE MICROPLÁSTICO POR PEIXES DE ÁGUA DOCE NO RIO GRANDE DO NORTE	38
RESUMO	39
1- INTRODUÇÃO	40
2- METODOLOGIA	43
3- RESULTADOS	45
4- DISCUSSÃO	48
5- CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52
REFERÊNCIAS GERAIS	58

1. INTRODUÇÃO GERAL

Analisar a dieta em peixes tem constituído um importante acervo para o conhecimento dos processos que regulam os ecossistemas aquáticos tropicais. A descrição dos itens alimentares consumidos por todas as espécies de peixes em uma comunidade é o ponto de partida para o reconhecimento da estrutura trófica (MAZZONI et al., 2010). Os peixes desempenham um papel-chave na biocenose de reservatórios, sendo, muitas vezes, um importante parâmetro biológico na caracterização trófica do ecossistema aquático (DIAS; BRANCO; LOPES, 2005). Estudos da dieta natural fornece ferramentas importantes para o conhecimento da estrutura trófica da comunidade íctica e podem contribuir para o manejo adequado das espécies.

De acordo com Zavala-Camin (1996), dados relacionados à alimentação fornecem subsídios à compreensão dos seguintes temas: (1) nutrição da espécie, incluindo a assimilação de alimentos; (2) os levantamentos faunísticos e florísticos do ambiente, refletido no conteúdo estomacal; e (3) a transferência de energia nos ecossistemas. É necessário conhecer o espectro trófico e a atividade alimentar das espécies em seu ambiente, para alcançar o sucesso nos esforços de conservação (LIMA e BEHR, 2010). É preciso levar em conta que estudos sobre alimentação de peixes são indispensáveis para um efetivo manejo da população, além de contribuir para o entendimento da biologia da espécie (HAHN, 1991; HAHN et al., 1997).

Estudos sobre ecologia de peixes são necessários para uma melhor compreensão da estrutura e funcionamento de ecossistemas represados. A transformação do ambiente lótico em lêntico é uma das consequências ecológicas mais importantes, pois altera as condições físicas, químicas e biológicas do ambiente, refletindo de forma impactante sobre toda a biota local (JÚLIO JR.; BONECKER e AGOSTINHO, 1997). O conhecimento prévio da biologia alimentar das espécies proporciona identificar futuras alterações no ambiente.

Devido à expansão urbana os ecossistemas dulcícolas sofrem grades impactos das ações antrópicas. O acúmulo de lixo em torno dos reservatórios propicia a entrada desse material para o corpo d'água após períodos de chuva, alterando assim a paisagem local. Uma vez que a maioria dos peixes podem mudar de um alimento para outro, tão logo ocorram alterações na abundância relativa do recurso alimentar em uso (AGOSTINHO E LÚLIO JÚNIOR, 1999) a presença de lixo no corpo aquático pode ocasionar a ingestão acidental ou intencional desse material, pois muitos peixes variam sua dieta em consequência da ontogenia ou do oportunismo (JACKSON et al., 2001).

Vivemos na era do plástico e descobriu-se que detritos plástico são a forma mais difundida de lixo antropogênica em sistemas de água doce mundiais (VINCENT et al., 2017). A geração de detrito é a principal consequência dos modelos de produção e consumo da atualidade (THOMPSON et al., 2009), um problema ambiental que exige solução rápida e que pode ser comparado as mudanças climática como uma questão emergente que afeta a humanidade (SUTHERLAND et al., 2010). Os detritos plástico em altas concentrações acumulam diversos tipos de contaminantes, como poluentes orgânicos (ZICCARDI et al., 2016), metais pesados (HOLMES et al., 2012) e os efeitos tóxicos podem ser percebidos nos organismos após sua ingestão (GANDARA e SILVA et al., 2016). Jambeck et al. (2015) afirmam que o plástico é o principal componente do lixo nos oceanos assim como foi dito por Vincent et al. (2017) para os sistemas de água doce mundial.

Microplástico é o material plástico de tamanho microscópico usados como matéria prima na fabricação de produtos de limpeza, cosméticos e medicamentos (DERRAIK, 2002), podem também resultar de fragmentos e fibras da quebra de produtos plásticos maiores (MOORE, 2008). Fragmentos menores que 5 mm, são de especial preocupação, pois podem ser ingeridos em toda a cadeia alimentar mais facilmente. Sua ingestão é provavelmente o impacto mais comum, tendo sido identificado para mais de 270 táxons (LAIST, 1997) de diferentes níveis tróficos (COLE et al., 2011). Entre os táxons identificados são os peixes os mais afetados, com vários relatos de ingestão de detritos de plástico para diferentes espécies. A ingestão de detritos plástico pode causar lesões internas ou obstrução do trato gastrointestinal, que levam à morte por inanição (COURTENE-JONES et al., 2017).

A maior parte da informação disponível na literatura sobre ingestão de detritos plástico são para espécies marinhas, poucas pesquisas concentram-se nos sistemas de água doce (THOMPSON et al., 2009; HOUSE of COMMONS, 2013; WAGNER et al., 2014), as informações sobre ingestão de microplástico por peixes de água doce são limitadas. Estudos no Brasil têm sido conduzidos nas regiões nordeste e sudeste (POSSATTO et al., 2011; FERREIRA et al., 2016; SILVA-CAVALCANTI et al., 2017). Com base no levantamento bibliográfico realizado, o estudo acerca da poluição por microplástico é escasso.

É possível observar a investigação acerca da ictiofauna do Rio Grande do Norte sobre diferentes aspectos, anatomia do trato digestório (MONTENEGRO, 2009; PESSOA et al., 2013; SILVA, 2016) levantamento faunístico (ALMEIDA et al., 1993; ALMEIDA, 2000; NASCIMENTO et al., 2014), ecologia das espécies (BUENO; CHELLAPPA; CHELLAPPA, 2006; BUENO; CHELLAPPA; CHELLAPPA, 2008; CHELLAPPA et al., 2009; PESSOA et al., 2013), estrutura trófica (SEGUNDO, 2013; PESSOA, 2014; OLIVEIRA, 2014; MOURA,

2014) e dieta (OLIVEIRA et al., 2018a ; MOURA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2018b; OLIVEIRA et al., 2019). Apesar da quantidade de informações ecológicas para peixes de água doce do Rio Grande do Norte vir aumentando ao longo dos anos ainda se faz necessário estudos mais aprofundados acerca da biologia dos Loricariidae. Nota-se uma carência de estudos sobre como as ações antrópicas influenciam a alimentação dos peixes e quais são os efeitos da poluição por microplástico em ambientes dulcícolas. No Rio Grande do Norte não existe estudos ou publicações sobre poluição de microplásticos para nenhum tipo de espécie de peixes de água doce.

Dessa forma, objetiva-se com o estudo avaliar a dieta de *Hypostomus pusalum* no reservatório de Santa Cruz, Apodi/RN, estabelecer os itens preferenciais e secundários componentes de sua dieta a fim de identificar e quantificar a presença de resíduo plástico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Estudo sobre dieta

Estudos acerca da biologia alimentar de espécies ícticas vem recebendo atenção especial principalmente devido à sua importância no que se refere à conservação de ambientes aquáticos. Os estudos de dieta em peixes, através da análise de conteúdos estomacais, fornecem uma oportunidade, ainda que indireta, de se avaliar de forma mais ampla a estrutura do sistema aquático. Sem os estudos de dieta é impossível desenvolver planos de manejo sustentável visando à preservação das espécies de peixes, bem como estabelecimento de parâmetros que devem nortear decisões sobre política de preservação e programas de piscicultura (MENEZES, 1994).

Para compreender a ecologia das espécies, seu papel no ecossistema e determinar seus padrões na alimentação ao longo do seu ciclo de vida se faz necessário o estudo da alimentação e o estabelecimento da estrutura trófica de peixes (OLIVEIRA,2016). Estudos sobre a alimentação de uma espécie é a chave para compreender diversos aspectos básicos da sua biologia, como reprodução, crescimento e adaptação. Sendo importante também para o entendimento da maneira como as espécies exploram, utilizam e compartilham os recursos do ambiente (ALMEIDA et al., 1993).

Os peixes tropicais exibem intensa plasticidade trófica em suas dietas (MONTENEGRO et al 2011), apresentam uma ampla gama de estratégias e táticas alimentares, consumindo muitos itens e exibindo adaptações às novas condições impostas (HAHN e FUGI 2007) em que eles podem melhorar sua dieta usando os recursos mais energéticos ou através do consumo de itens que estão em maior disponibilidade (MACARTHUR e PIANKA 1966). Os peixes diferem quanto ao tipo de alimento consumido, mais do que qualquer outro grupo de vertebrados (NIKLOSKY, 1963) indicando que embora haja diferenciação do hábito alimentar, exibem uma considerável plasticidade que confere vantagens às espécies generalistas em relação às especialistas (LOWE-MCCONNEL, 1999).

Zavala-Camin,1996 classificou os peixes de acordo com sua alimentação em três grandes grupos, herbívoros, carnívoros e onívoros. Os peixes herbívoros selecionam vegetais superiores, macro e microalgas bentônicas e fitoplâncton. Carnívoros faz uso do alimento animal, tais como, peixes, crustáceos, moluscos, insetos e zooplâncton (ZAVALA-CAMIN, 1996). Quando há a presença de lama, material orgânico em decomposição e plâncton na sua

alimentação, os peixes podem ser agrupados como iliófagos, detritívoros e planctófagos, respectivamente (ROTTA, 2003). O conhecimento da dieta é fundamental para a compreensão da dinâmica trófica das comunidades e para a conservação dos ecossistemas (BARRETO; ARANHA, 2006; PESSOA et al., 2013). O estudo sobre os aspectos ecológicos dos peixes em águas represadas é importante para o manejo e conservação dos recursos aquáticos, em especial em áreas de semiárido, onde há carência de conhecimento nessa área (CHELLAPPA et al., 2009; PESSOA et al., 2013; BARROS et al., 2017)

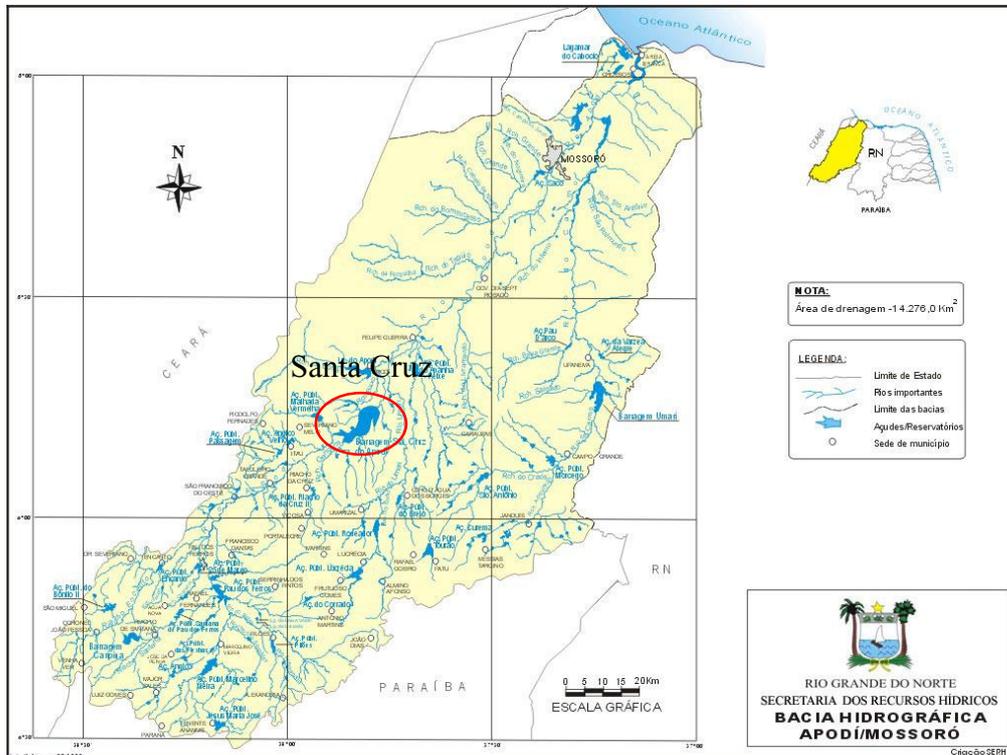
É possível perceber o recorrente aumento nos estudos relacionados à alimentação natural de peixes. Porém, o estudo da relação entre a biologia do animal com as mudanças antrópicas do corpo d'água ainda não estão bem elucidadas. Nota-se uma carência de estudos sobre poluição por microplástico presentes na dieta dos peixes em ambientes dulcícolas. No Rio Grande do Norte não existe estudos ou publicações sobre poluição de microplásticos para nenhum tipo de espécie de peixes de água doce.

2.2. Reservatório da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró

O Nordeste abrange 18,27% do território brasileiro, a maior parte desse território está inserido no denominado Polígono das Secas que abrange o semiárido nordestino. O clima da região apresenta características específicas, como temperaturas altas, acima dos 20° C de médias anuais, precipitações escassas, entre 280 a 800 mm; e déficit hídrico (ARAÚJO, 2011). Os ecossistemas do semiárido brasileiro têm como características as variações de seus recursos hídricos, os baixos índices pluviométricos, bem como a elevada taxa de evaporação. Como forma de minimizar os impactos socioeconômicos causados pela seca, usa-se estocar a água em reservatórios para abastecimento e fonte de alimento durante os períodos de escassez de chuvas. Essas reservas podem ser em cisternas, pequenos açudes e até mesmo grandes reservatórios, esses reservatórios são construídos com finalidade de estocar água no período chuvoso para consumo humano, uso na agropecuária e indústrias durante o período de estiagem (VIEIRA; SANTOS; CURI, 2010).

Um exemplo é o reservatório de Santa Cruz (Figura 1), o maior reservatório da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, com uma área de 4.264,00 km², e capacidade máxima de aproximadamente 600 milhões de m³, construída por meio do barramento do Rio Apodi/Mossoró. Sua construção teve como objetivos irrigação, controlar as cheias e regular a vazão do Rio Apodi (PACHECO e BAUMANN, 2006), servir de anteparo às águas da transposição do Rio São Francisco, além de garantir o abastecimento de água para 27 cidades do alto oeste potiguar

Figura 1 – Rios e reservatórios presentes na bacia hidrográfica do rio Apodi- Mossoró, com destaque para a barragem de Santa Cruz. **Fonte.** SEMARH, – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, (modificada pelo autor).



A bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, considerada exorréica (SOUZA; SILVA; DIAS, 2012) é a maior bacia genuinamente potiguar, ocupando 14.276 km² correspondendo a aproximadamente 27% do território estadual, com nascente próxima a Serra do Major, município de Luiz Gomes (OLIVEIRA et al., 2000).

Ao longo da bacia são cadastrados 618 reservatórios entre açudes e barragens de diversos tamanhos, totalizando um volume de 469.714.600 km³ de água, equivalentes a 27,4% do total de açudes e 10,7% dos volumes de água acumulados no Estado, segundo dados da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN, 2019).

Os ecossistemas de água doce estão sendo constantemente alterados, decorrentes do aumento populacional, uso e ocupação do solo, atividades como construção de reservatórios e represamentos diretamente atreladas a alterações que destruíram o ambiente, causando diminuição da biodiversidade aquática, principalmente na composição e estrutura das comunidades que compõem os ecossistemas aquáticos (MEDEIROS e MOTA et al., 2016). A variação de nível da água a que os reservatórios são submetidos anualmente, é outro aspecto relevante relacionado à estrutura trófica, podendo ocasionar mudanças na dieta dos peixes, uma

vez que as variações hidrológicas afetam a disponibilidade dos recursos alimentares (SANTOS, 2014).

A escassez de conhecimentos referentes a muitas espécies nordestinas, em especial no aspecto alimentar, faz justificar a necessidade de estudos relacionados à ecologia trófica dos peixes. Este conhecimento permite entender o comportamento das espécies e suas funções no ambiente. A aplicabilidade se dá por proporcionar maior segurança ao fazer o manejo dos ambientes ou das populações, o que contribui para o uso sustentável do sistema.

2.3. Poluição por microplástico

O aumento do consumo associado a mal gestão dos resíduos plásticos resultam no acúmulo e dispersão do lixo nos oceanos e em todo o mundo (JAMBECK et al., 2015), estima-se que quase metade de todos os produtos de plástico produzidos são descartados em menos de um ano após sua produção (HOPEWELL et al., 2009). Cerca de 60 a 80% do lixo marinho é composto por detritos plástico (BARNES et al., 2009). No ano de 2010 cerca de 12 milhões de toneladas de plástico foram despejados nos oceanos e estima-se que 5 trilhões de detritos plásticos estejam hoje à deriva nos oceanos (JAMBECK et al., 2015). O aumento do lixo que vem sendo descartado, juntamente com as taxas de degradação muito lentas, estão ocasionando o aumento gradual do lixo encontrado no mar, no fundo do oceano, e ao longo da costa.

O impacto ambiental mais comum associado aos detritos plástico é sua ingestão. No Pacífico Norte de 20 a 30% dos peixes coletados tinham detritos plástico dentro do intestino (CHOY e DRAZEN, 2013). Outro estudo mostrou que de 26% a 52% dos peixes coletados no Canal da Mancha tinham detritos plástico em seus intestinos (LUSHER et al., 2013). Os detritos plásticos são os principais responsáveis pela perda da biodiversidade (GALL e THOMPSON, 2015) e representa uma potencial ameaça à saúde humana (THOMPSON et al., 2009), uma vez que interferem na forma da obtenção do alimento ou até mesmo bloqueando o sistema digestório dos animais. Trazem consigo altos riscos toxicológicos quando transferidos na cadeia alimentar ou sofrem bioacumulação, ocasionando perigo eminente para os seres humanos que consomem peixes (WRIGHT et al., 2013).

Através dos trabalhos de Laist (1997) e Gall e Thompson (2015) foi possível observar um aumento em 75% nos relatos de interação entre a fauna marinha e os detritos plástico no ambiente nas últimas duas décadas. Os detritos de plástico tornaram-se onipresente com potenciais impactos para peixes e animais selvagens, quando ingerido, direta ou indiretamente quando contidos os corpos dos itens alimentares (FOSSI et al., 2017).

Os detritos plásticos podem ser classificados como macropástico, quando as partículas são maiores que 25mm e microplásticos para partículas menores de 5mm (GESAMP, 2015). O microplástico é classificado ainda de acordo com sua origem. Microplásticos primário são bolinhas ou microesferas usadas em produtos de limpeza, cosméticos e medicamentos, os microplásticos secundários são formados a partir da fragmentação dos plásticos maiores (COLE et al., 2011). Essa fragmentação acontece pela abrasão por contato causada pela ação da água e do vento ou por decomposição química devido a exposição a radiação solar (MOORE, 2008; BARNES et al., 2009).

De modo geral, resíduos de plástico no ambiente causam impactos negativos a biota, incluindo o entrelaçamento de animais dentro de grandes itens (macropásticos) e ingestão de microplásticos (partículas <5 mm) com posterior transferência dentro da cadeia alimentar (FOSSI et al., 2012; COLE et al., 2013; IVAR DO SUL E COSTA, 2014).

Os principais riscos que os microplásticos oferecem são sua grande capacidade de persistência e dispersão no ambiente marinho, sua grande afinidade por poluentes orgânicos, ingestão pela biota e a transferência para a teia trófica marinha (IVAR do SUL e COSTA, 2014). Os efeitos do consumo humano de organismos que contêm microplásticos ainda são pouco conhecidos. Alguma evidência tem sido relatada que partículas de plástico podem causar respostas imunotóxicas, resultantes da exposição a produtos químicos ou estresse mecânico induzido por partículas (SELTENRICH, 2015). Muitos peixes ingerem minúsculas partículas de plástico intencionalmente ou acidentalmente enquanto se alimentam na coluna de água ou nos bentos (BROWNE et al., 2010).

Diante das informações torna-se urgente a necessidade de melhorar o conhecimento sobre a poluição plástica em todo Brasil.

2.4. *Hypostomus pusalum*

A ictiofauna dos açudes do semiárido brasileiro representa o resultado de processos ecológicos que determinaram a adaptação de espécies às condições climáticas e ao regime hidrológico da região. A identificação taxonômica dos peixes que ocorrem no bioma Caatinga revelou a presença de 240 espécies, distribuídas em 7 ordens. A ordem dos Siluriformes apresentou a maior diversidade, com 76 espécies (Família Loricariidae com 34 espécies; Família Pimelodidae com 27 espécies e Família Callichthyidae com 15 espécies (ROSA, et al 2005). A diversidade dos membros da família Loricariidae é maior que a de muitos outros grupos de teleosteos neotropicais (MONTROYA-BURGOS et al., 1998).

Hypostomus pusarum (Starks, 1913) pertencente à família Loricariidae é uma espécie que habita rios e lagos da América Central e do Sul, sua grande maioria está localizada na Bacia Amazônica, Bacia Atlântico Sul, São Francisco e Bacia da Prata (BUENO; CHELLAPPA; CHELLAPPA, 2008). Aparecem em abundância no nordeste brasileiro habitando rios e áreas represadas (FREIRE et al., 2000; ROSA et al., 2003) e constituem a mais diversificada família de bagres (NELSON, 1994). Conhecidas como Acari ou Cascudo é uma espécie exclusivamente de água doce com características marcantes como corpo delgado, revestido por placas ósseas e cabeça grande (PAIXÃO, 2012), boca situada ventralmente com lábios alargados em forma de ventosa, modificada para raspar algas do substrato (SUZUKI et al., 2000). Devido seu hábito alimentar algívoro/detritívoro, os loricarídeos desempenham importante papel na ciclagem de matéria energética nos ecossistemas neotropicais (SUZUKI et al., 2000) e podem ser encontrados nos açudes do Rio Grande do Norte (BUENO; CHELLAPPA, 2003; BUENO et al., 2006; CHELLAPPA et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2011).

Os loricarídeos expõe a matéria orgânica do lodo na fase de pré- mineralização, fornecendo para as bactérias um substrato de fácil decomposição. Como consequência, ocorre o aumento da produtividade dos ecossistemas neotropicais e a facilitação do processo de depuração do manancial (DELARIVA; AGOSTINHO, 2001)

ARTIGO 1: ALIMENTAÇÃO DE *Hypostomus pusalum* NO RESERVATÓRIO DE SANTA CRUZ, APODI/RN

RESUMO

Estudos acerca da biologia alimentar de espécies ícticas vem recebendo atenção especial, principalmente devido à sua importância no que se refere à conservação de ambientes aquáticos. O conhecimento da dieta é fundamental para a compreensão da dinâmica trófica das comunidades e para a conservação dos ecossistemas. É possível perceber o recorrente aumento nos estudos relacionados à alimentação natural de peixes. Porém, o estudo da relação entre a biologia do animal com as mudanças antrópicas do corpo d'água ao longo dos anos ainda não estão bem elucidadas. Diante desse contexto, objetivou-se com a presente proposta, avaliar a dieta de *Hypostomus pusalum* no reservatório de Santa Cruz, Apodi/RN, procurando caracterizar a dieta e analisar a variação na alimentação entre os anos 2011, 2013 e 2017. Foram feitas coletas trimestralmente nos três anos estudados. Os indivíduos foram identificados, pesado, medidos, abertos, retirados os intestinos e conservando em álcool 70%. Os itens foram identificados até o menor nível taxonômico possível, obtidos os volumes e calculado o Índice Alimentar (IAi). Foram analisados 242 intestinos de *Hypostomus pusalum* ao longo dos anos 2011, 2013 e 2017. A análise da dieta permitiu a identificação de 14 itens. Detrito/Sedimento foi o item que apresentou relevância considerável na dieta da espécie ao longo dos três anos analisados. Bacillariophyta, Protozoa e Restos Vegetais apresentaram relevância para os anos de 2011, 2013 e 2017 respectivamente. Com base nos valores do Índice Alimentar (IAi) a espécie possui hábito detritívoro. O presente estudo é o primeiro a descrever a ingestão de partículas de microplástico por peixes de água doce no reservatório de Santa Cruz. Foi confirmada a presença de plástico em ~ 30% dos indivíduos capturados no ano de 2017.

1- INTRODUÇÃO

Os ecossistemas de água doce estão sendo constantemente alterados, decorrentes do aumento populacional e uso e ocupação do solo. Atividades como construção de reservatórios e represamentos estão diretamente atreladas a alterações que desestruturam o ambiente, causando diminuição da biodiversidade aquática, principalmente na composição e estrutura das comunidades que compõem os ecossistemas (MEDEIROS e MOTA, 2016). A variação de nível da água a que os reservatórios são submetidos anualmente, é um aspecto relevante relacionado à estrutura trófica, podendo ocasionar mudanças na dieta dos peixes, uma vez que as variações hidrológicas afetam a disponibilidade dos recursos alimentares (SANTOS, 2014). Na região semiárida, a baixa precipitação afeta as populações (ARAUJO et al., 2016) e a estrutura trófica do ambiente aquático (OLIVEIRA et al., 2016a; OLIVEIRA et al., 2016b).

Estudos acerca da biologia alimentar de espécies ícticas vem recebendo atenção especial, principalmente devido à sua importância no que se refere à conservação de ambientes aquáticos (PESSOA et al., 2012). O estudo sobre a alimentação de peixes é um dos mais importantes aspectos da biologia das espécies, interferindo diretamente na estrutura e composição das populações. Os estudos de dieta em peixes, através da análise de conteúdos estomacais, fornecem uma oportunidade, ainda que indireta, de se avaliar de forma mais ampla a estrutura do sistema aquático. Os estudos de dieta são imprescindíveis para desenvolver planos de manejo sustentável visando à preservação das espécies de peixes, bem como estabelecimento de parâmetros que devem nortear decisões sobre política de preservação e programas de piscicultura (MENEZES, 1994).

Para compreender a ecologia das espécies, seu papel no ecossistema e determinar seus padrões na alimentação ao longo do seu ciclo de vida se faz necessário o estudo da alimentação e o estabelecimento da estrutura trófica de peixes (OLIVEIRA, 2016a). Estudos sobre a alimentação de uma espécie é a chave para compreender diversos aspectos básicos da sua biologia, como reprodução, crescimento e adaptação. Sendo importante também para o entendimento da maneira como as espécies exploram, utilizam e compartilham os recursos do ambiente (ALMEIDA et al., 1993).

O conhecimento da dieta é fundamental para a compreensão da dinâmica trófica das comunidades e para a conservação dos ecossistemas (BARRETO; ARANHA, 2006; PESSOA et al., 2013). O estudo sobre os aspectos ecológicos dos peixes em águas represadas é importante para o manejo e conservação dos recursos aquáticos, em especial em áreas de

semiárido, onde há carência de conhecimento nessa área (CHELLAPPA et al., 2009; PESSOA et al., 2013; BARROS et al., 2017).

A família Loricariidae representa um grande grupo de peixes encontrados principalmente em ecossistemas de água doce da Região Neotropical (NELSON, 1994), constituem a mais diversificada família de bagres do mundo. Eles são representados por seis subfamílias, cerca de 90 gêneros e um pouco mais de 680 espécies descritas (MENEZES et al., 2007). Indivíduos desta família apresentam diferenças morfológicas, tais como placas dérmicas, boca apresentando lábios ventrais, com papel certamente importante para o sucesso evolutivo dos Loricariidae (SCHAEFER E LAUDER, 1986; SCHAEFER E STEWART, 1993). Os Loricariidae exibem hábitos bentônicos, vivendo próximo ao fundo, onde eles capturaram algas do substrato ou procuram por invertebrados (BRITSKI et al., 1999).

Hypostomus representa o gênero mais diversificado dentro desta família (WEBER, 2003; HOLLANDA CARVALHO et al., 2010; BORBA et al., 2013). O *Hypostomus pusalum* é uma espécie que desempenha importante papel na ciclagem dos nutrientes nos ecossistemas aquáticos neotropicais (NASCIMENTO et al., 2011). Porém, existem poucos estudos de alimentação relacionados a espécies desse gênero. Apesar de sua grande distribuição geográfica nos rios brasileiros, existem importantes lacunas na compreensão das interações ecológicas e também nos aspectos alimentares. Portanto, esses atributos ecológicos devem ser melhor conhecidos para avaliar como eles podem explorar melhor os recursos alimentares (GARAVELLO E GARAVELLO, 2004).

É possível perceber o recorrente aumento nos estudos relacionados à alimentação natural de peixes. Porém, o estudo da relação entre a biologia do animal com as mudanças antrópicas do corpo d'água ao longo dos anos ainda não estão bem elucidadas. A escassez de conhecimentos referentes a muitas espécies nordestinas, em especial no aspecto alimentar, faz justificar a necessidade de estudos relacionados à ecologia trófica dos peixes. Este conhecimento permite entender o comportamento das espécies e suas funções no ambiente. A aplicabilidade se dá por proporcionar maior segurança ao fazer o manejo dos ambientes ou das populações, o que contribui para o uso sustentável do sistema.

Dessa forma, o objetivo geral desse artigo é avaliar a dieta de *Hypostomus pusalum* no reservatório de Santa Cruz, Apodi/RN e de maneira específica caracterizar a dieta e analisar a variação na alimentação de *Hypostomus pusalum* entre os anos 2011, 2013 e 2017.

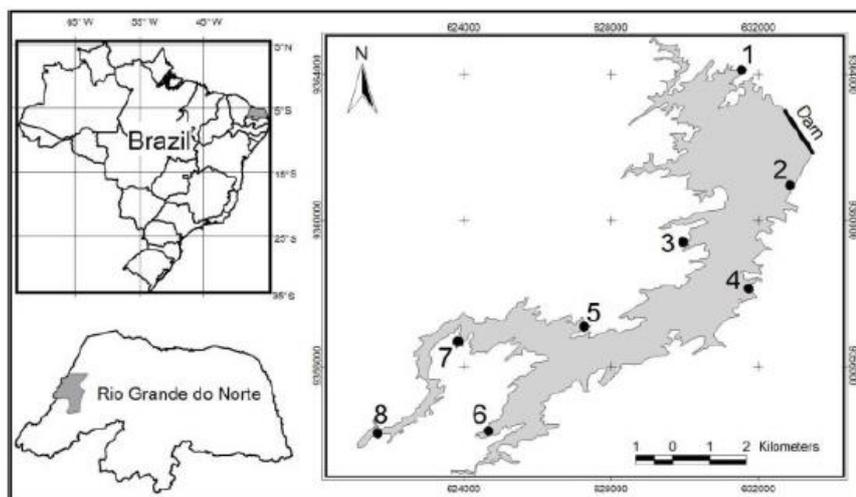
2- METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Reservatório de Santa Cruz, localizado a 18 km do centro do município de Apodi, Rio Grande do Norte. Constitui-se em um dos reservatórios artificiais mais importantes do Estado, sendo o segundo maior do Rio Grande do Norte em termos de capacidade hídrica e o maior na bacia do rio Apodi/Mossoró (HENRY-SILVA et al., 2013). Sua construção teve como objetivos irrigar 9.236 hectares na Chapada do Apodi, controlar as cheias e regular a vazão do Rio Apodi, servir de anteparo às águas da transposição do Rio São Francisco, além de garantir o abastecimento de água para 27 cidades do alto oeste potiguar (PACHECO; BAUMANN, 2006).

As coletas foram realizadas trimestralmente entre fevereiro a novembro dos anos 2011, 2013 e 2017 em oito pontos amostrais distribuídos ao longo do reservatório (Figura 1). Em cada ponto foi utilizado uma bateria de 11 redes de espera com malhas variando de 12 mm a 70 mm entre nós adjacentes, com 5m de comprimento por 1,5m de altura, cada. Estas foram instaladas às 16h00min e retirados às 5h00min do dia seguinte, sendo realizada uma despesca às 21h00min.

Os dados de chuva acumulada (mm) e o volume de água acumulada do reservatório (%) foram obtidos nos sites da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN, 2019) e da Agência Nacional de Águas (ANA,2019), respectivamente.

Figura 1 – Localização da área de estudo e dos pontos de coleta, no reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil. (Dam = Barragem)



Fonte: Novaes et al. (2014)

Os peixes capturados foram acondicionados e levados ao Centro de Pesquisa em Aquicultura e Pesca Sustentável do Semiárido – CEPAS/UFERSA. Em laboratório os peixes foram identificados até o nível de espécie (BUCKUP et al., 2007; RAMOS et al., 2014) e a identificação confirmada por taxonomista da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, onde alguns exemplares estão depositados na coleção ictiológica da instituição (UFPB: 8934, 8963, 8975, 8984, 8991). Os exemplares foram dissecados e eviscerados, retirados os intestinos que foram fixados em formol a 10% e após 72h conservadas em álcool 70%. As análises do conteúdo intestinal foram realizadas sob microscópio óptico, e os itens alimentares identificados quando possível, até o menor nível taxonômico, com o auxílio de bibliografias especializadas (BICUDO E MENEZES, 2006; NEEDHAM E NEEDHAM, 1982)

Para a análise foi considerado o intestino como objeto de estudo em sua porção inicial, correspondendo a 10% do comprimento total (DELARIVA, 1997; PERETTI E ADRIAN, 2003). O volume total do conteúdo foi obtido por meio de provetas graduadas cujo volume é dado pelo deslocamento de líquido ou pelo método volumétrico rápido de Hellawell & Abel (1971). Neste método, o conteúdo obtido foi espalhado sobre uma placa de Petri milimetrada com alturas padronizadas em 1 mm³ e compactados contra lâminas de vidro de 1 mm de espessura, pelas laterais e por cima, formando blocos de 1 mm³; assim, os blocos formados tem seu volume mensurado em ml (BASTOS *et al.*, 2013).

Do conteúdo alimentar total foi feita uma suspensão em álcool 70% e com uma pipeta retirou-se parte da solução, colocando-a em lâmina para a investigação microscópica. Para cada indivíduo foram investigados três lâminas e seus itens, que após identificados, por meio de estimativa visual, foram atribuídos percentuais. Os percentuais, associados ao volume total, correspondem ao volume do item (PERETTI E ADRIAN, 2003).

Foram calculadas as frequências de ocorrência e volume (HYNES, 1950; HYSLOP, 1980; ZAVALA-CAMIN, 1996) cuja associação dá origem ao cálculo de Índice Alimentar (IA_i) (KAWAKAMI; VAZZOLER, 1980), em porcentagem, que permite observar a importância relativa de cada item na dieta do peixe, levando em consideração os itens predominantes na dieta. Descritos pela equação:

$$IA_i: [F_o \cdot F_v / \Sigma (F_o \cdot F_v)] \times 100$$

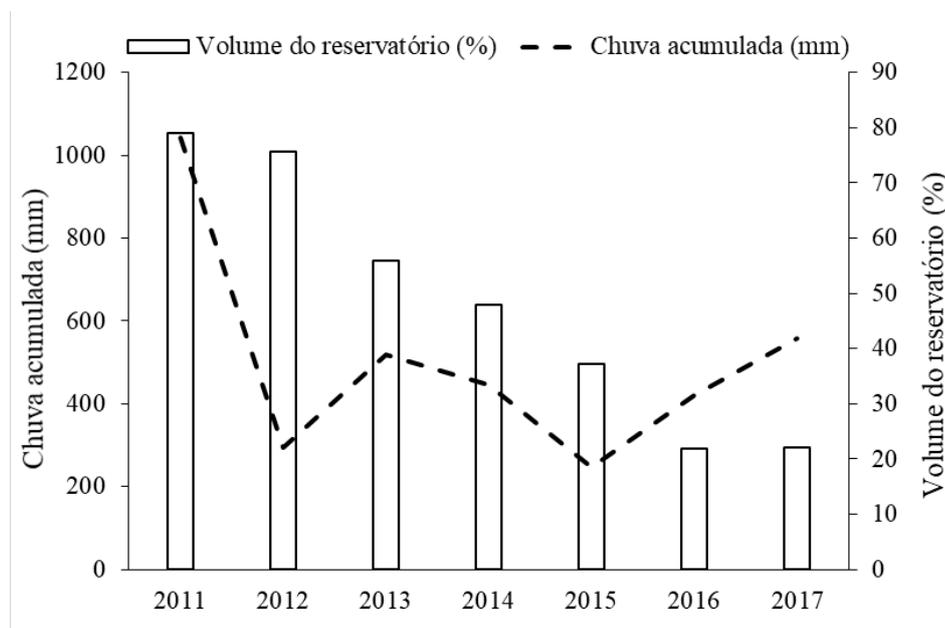
Onde: IA_i = índice alimentar; F_o = frequência de ocorrência; F_v = frequência volumétrica.

3- RESULTADOS

Houve redução considerável no nível da água no Reservatório de Santa Cruz durante o período do estudo, de 91% de sua capacidade em 2011 para 22% de sua capacidade em 2017. A chuva acumulada variou entre 1040 mm (ano de 2011) e 518 mm (ano de 2013), valores de chuva acumulada inferiores foram encontrados em outros anos, o que ocasionou a diminuição do volume de água do reservatório (Figura 2).

Foram analisados 242 intestinos de *Hypostomus pusalum* (Starks, 1913) ao longo dos anos 2011, 2013 e 2017. A análise da dieta permitiu a identificação de 14 itens: Chlorophyceae, Cyanophyceae, Detrito/Sedimento, Bacillariophyta, Microcrustacea, outras Algas, Protozoa, Restos Vegetais, Porifera (Espículas), Fungos (Hifas), Oligochaeta (Cerdas), Rotifera, Resto animal (Resto de inseto) e Microplástico

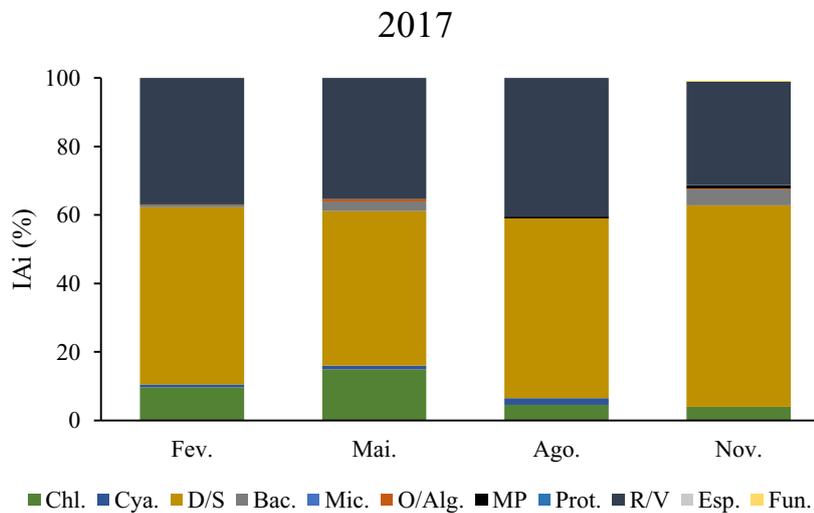
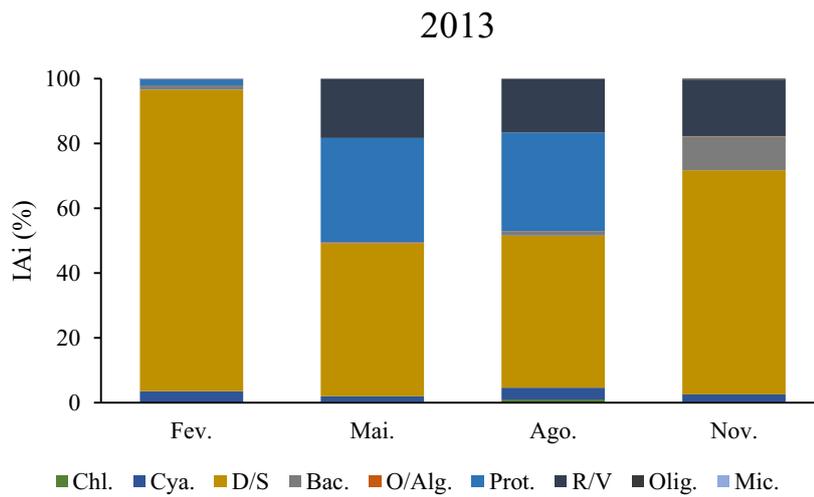
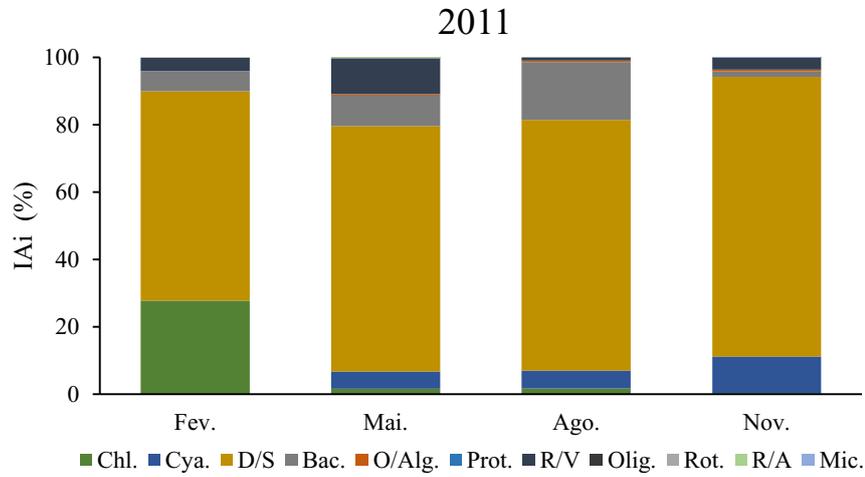
Figura 2 – Chuva acumulada e volume de água do reservatório de Santa Cruz, Apodi, Rio Grande do Norte.



Detrito/Sedimento foi o item que apresentou relevância considerável na dieta da espécie ao longo dos três anos analisados. Bacillariophyta, Protozoa e Restos Vegetais apresentaram relevância para os anos de 2011, 2013 e 2017 respectivamente (Figura 3).

Figura 3 - Índice Alimentar (IAi) de *Hypostomus pusalum* (Starks, 1913) no reservatório de Santa Cruz, Apodi, Rio Grande do Norte, nos anos de 2011, 2013 e 2017. Chl: Chlorophyceae; Cya: Cyanophyceae; D/S: Detrito/Sedimento; Bac: Bacillariophyta; Mic: Microcrustacea; O/Alg:

Outras Algas; MP: Microplástico; Prot: Protozoa; R/V: Restos Vegetais, Esp: Porifera; Fun: Fungos; Olig: Oligochaeta; Rot: Rotifera; R/A: Resto Animal; Mic: Microcrustacea.



A ordenação NMDS evidenciou três grupos (Figura 4), sendo encontrada diferença significativa no IAI (PERMANOVA $F = 5,31$, $p = 0,002$). E o teste *post-hoc* da PERMANOVA indicou diferença entre os anos de 2017 vs. 2011 ($p = 0,03$) e 2013 ($p = 0,03$), não sendo encontrado diferença entre 2011 vs. 2013 ($p = 0,11$).

Essa alteração é apontada pelo teste SIMPER, que demonstrou o uso diferencial dos recursos alimentares. Evidenciando o item que apresentaram maior contribuição na dieta, que foi detrito/sedimento 2011 (73,20%), 2013 (64,10%) e 2017 (52,10%). Sendo que restos vegetais apresentou uma maior abundância média (35,70%) no ano de 2017 e valores inferiores para 2011 (4,75%) e 2013 (13,10%). Essas informações auxiliaram na dissimilaridade entre o ano de 2017 vs. 2011 e 2013 (Tabela 1).

Figura 4 – Representação dos dois primeiros eixos da NMDS (Eixo 1: 0,61 e Eixo 2: 0,31; $stress = 0,009$), mostrando a variação no consumo de recursos alimentares por *Hypostomus pusalum* (Starks, 1913) no reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil nos períodos de 2011, 2013 e 2017.

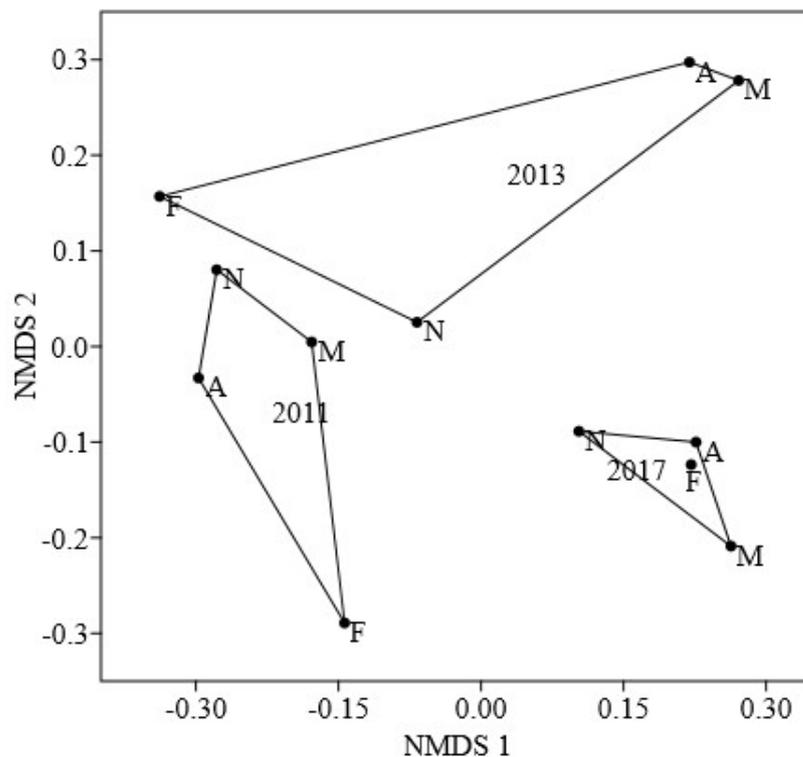


Tabela 1 - Análise de SIMPER complementar a NMDS mostrando a contribuição e a abundância média dos itens alimentares para dissimilaridade da dieta de *Hypostomus pusalum*

(Starks, 1913) no reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil nos períodos de 2011, 2013 e 2017.

Táxon	Contribuição %	Média 2011	Média 2013	Média 2017
Restos Vegetais	30,46	4,75	13,10	35,70
Detrito/Sedimento	27,84	73,20	64,10	52,10
Protozoa	15,30	0,06	16,10	0,02
Chlorophyceae	12,28	7,83	0,30	8,29
Bacillariophyta	8,19	8,42	3,28	2,10
Cyanophyceae	4,94	5,33	2,84	1,14
Microplástico	0,40	0,00	0,00	0,43*
Outras algas	0,39	0,33	0,16	0,25
Oligochaeta	0,10	0,03	0,10	0,00
Rotifera	0,05	0,05	0,00	0,00
Fungos	0,02	0,00	0,00	0,02*
Microcrustacea	0,01	0,00	0,01	0,00
Resto animal	0,01	0,01	0,00	0,00
Porifera	0,01	0,00	0,00	0,01*

*Itens encontrados apenas no ano de 2017.

4- DISCUSSÃO

Com base nos valores do Índice Alimentar (IAi) a espécie possui hábito detritívoro. Detritivoria é um hábito alimentar comum para espécies de Loricariidae e relaciona-se com a adaptação morfológica do seu trato digestório, como a forma e a posição da boca e o comprimento do intestino, favoráveis para explorar ambientes bentônicos, consumindo então detritos, microalgas e a microfauna associada (AGOSTINHO et al., 1997; HAHN et al., 1997). Alguns peixes apresentam dietas pré-definidas em decorrência de suas adaptações anatômicas e fisiológicas. (VILLARES-JUNIOR; CARDONE; GOITEIN, 2016). Outros trabalhos realizados com o *Hypostomus pusalum* mostram comportamento alimentar semelhante (ALVIM E PERET, 2004; CARDONE, 2006; MAZONNI; RESENDE E MASSA, 2010 e OLIVEIRA et al., 2016a)

Da biomassa total de peixes capturados no alto rio São Francisco 37% apresentavam guilda trófica detritívora/iliófaga o que evidencia a importância do recurso detrito/sedimento para ictiofauna dessa bacia (ALVIM E PERET, 2004). De acordo com Oliveira et al., 2016, no reservatório de Santa Cruz o *Hypostomus pusalum* foi a quarta espécie mais abundante, sendo o hábito alimentar detritívoro/iliofago o mais representativo dentre as espécies estudadas. Dessa forma, os peixes detritívoros constituem importantes elos nos processos de fluxo de energia e ciclagem de nutrientes (BOWEN, 1984; RESENDE, 2008).

A redução do volume de água do reservatório influenciou de forma negativa na concentração do detrito/sedimento que diminuiu gradativamente ao longo dos anos. Observando-se o padrão de consumo dos itens, verificou-se que detrito/sedimento predominou em todos os anos, porém com redução no percentual de consumo no ano de 2013 e 2017. Essa característica está associada a escassez de chuva presente na região estudada. Os baixos níveis pluviométricos da região ao longo dos anos analisados podem ter provocado a diminuição da quantidade de detrito no reservatório, uma vez que a predominância do item detrito/sedimento é derivada do alagamento de uma grande quantidade de fitomassa terrestre (AGOSTINHO et al., 2017) e a constituição litológica do corpo aquático pode estar relacionada ao consumo de sedimentos (VILLARES-JUNIOR; CARDONE; GOITEIN, 2016). Embora tenha se verificado um aumento da chuva acumulada no ano de 2017, este não foi suficiente para aumentar o volume do reservatório.

Em 2011, os itens que mais contribuíram, após detrito/sedimento, foram Chlorophyceae em fevereiro, resto vegetal em maio, e isto se deve às chuvas, que carrega material para o interior do reservatório e nos meses de agosto e novembro há a contribuição de Bacillariophyta e Cyanophyceae, respectivamente. Padrão semelhante também pôde ser observado em 2013, porém com contribuição maior de Protozoa em maio e agosto. Algas Bacillariophyta tiveram maior importância em novembro. Em 2017 percebe-se a contribuição mais expressiva de resto vegetal, que foi maior que os anos anteriores analisados. Em novembro ocorreu a contribuição das Bacillariophyta.

É possível observar que o *Hypostomus pusalum* apresenta plasticidade trófica e flexibilidade na busca por recursos alimentares. Um grande número de espécies de peixes muda de um alimento para outro, uma vez que ocorra alterações na abundância do recurso alimentar de preferência (LOLIS E ANDRIAN, 1996; MATTHEWS, 1998). González-Bergonzoni et al., 2012 enfatizam que a flexibilidade de alimentação é uma característica importante para espécies de peixes neotropicais de água doce. Em especial, as espécies do nordeste brasileiro que sofrem grandes impactos com o ciclo hidrológico irregular. A região semiárida apresenta extremos de inundações e secas, características que podem influenciar a disponibilidade de recursos alimentares para peixes. (OLIVEIRA et al., 2019), o que explica as mudanças no consumo de alimentos pela espécie ao longo do ano. Insere-se assim a perspectiva de que a dieta reflete a disponibilidade de alimento no ambiente (WINEMILLER, 1989; WOOTTON, 1999).

A contribuição mais expressiva nos períodos de seca (agosto e novembro) pode se dar pelos índices de evaporação serem maiores, o que concentra os nutrientes na água permitindo o crescimento das algas. Com a redução do volume de água do reservatório ocorre a diminuição da área de colonização, o sedimento sofre precipitação, aumentando a transparência da água e a insolação permite maior proliferação das algas (PETRY et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2018). Esse fato explica o elevado consumo de microalgas como as Chlorophyceae e Bacillariophyta em 2017, ano com menor valor do volume de água no reservatório. O aproveitamento dessas algas abundantes, mas de difícil digestão e baixo valor nutritivo, é possível pela presença de intestino estreito, longo e enrolado (AGOSTINHO et al., 1997; DELARIVA E AGOSTINHO, 2001), padrão semelhante ao observado na espécie *H. pusalum* (ABELHA et al., 2001; FUGI et al., 2007). Cunico et al., 2002 afirmam que a ingestão de sedimento por peixes da família Loricariidae auxilia a digestão mecânica de algas diatomáceas e carapaças de invertebrados.

É possível verificar elevada quantidade de resto vegetal em 2017, segundo item mais consumido ao longo de todo ano. O aumento da quantidade de chuva acumulada na região

carreia material vegetal das margens para dentro do reservatório o que voltou a aumentar esse material, daí também a contribuição dos fungos, item visualizado apenas neste ano, responsáveis pela degradação da matéria vegetal, que futuramente dará origem a mais detrito. Mudanças na dieta podem ser causadas por mudanças espaciais e sazonais no habitat, considerando que locais e períodos distintos têm diferentes condições abióticas e oferta de alimentos (MORAES et al., 2013; SANTOS et al., 2014).

O presente estudo é o primeiro a descrever a ingestão de partículas de microplástico por peixes de água doce no reservatório de Santa Cruz. Foi confirmada a presença de plástico em ~ 30% dos indivíduos capturados no ano de 2017. Reconhecido no conteúdo intestinal com material fibroso de coloração azul, este tipo de material não foi visualizado compondo a dieta da espécie em anos anteriores, nos fazendo supor que a seca prolongada e a diminuição do volume do reservatório, chegando aos 20% de volume de água (SEMARH, 2019) tenha concentrado estes itens no sedimento, tornando-os disponíveis para serem consumidos por *H. pusalum*. O acúmulo de lixo em torno do reservatório pode ser intensificado devido as diversas atividades que ali se desenvolvem. O reservatório de Santa Cruz é usado para lazer (Balneário), abastecimento (Adutora) e atividades de pesca tradicional e piscicultura (OLIVEIRA et al., 2016a).

O entorno do reservatório sendo pouco arborizado e ocupado por construções, também favorece o acúmulo de lixo no corpo d'água, em especial o plástico. Em regiões equatoriais com elevada temperatura e níveis de radiação UV podem favorecer a degradação térmica e a fotodegradação do plástico mais rapidamente (MARYUDI et al., 2017). Este tende a se deteriorar e se quebrar em partículas menores que irão ser incorporadas aos sedimentos, podendo ser consumidos pelos organismos aquáticos, como verificado na análise do conteúdo intestinal da espécie.

A presença de microplástico na alimentação de peixes também foi observada em estudos recentes por Pegado et al. (2018). na Amazônia e por Silva-Cavalcanti et al. (2017) no estado do Pernambuco. Uma revisão feita por Vendel et al. (2017) constatou que, comparativamente, poucos estudos relataram evidências sobre a ingestão de plástico por peixes de água doce, o que nos leva a perceber o pioneirismo nessa área de estudo.

Hypostomus pusalum, em seu papel de pré-mineralizador da matéria orgânica, ao ingerir o microplástico, poderá contribuir para a diminuição dessas partículas, ficando acessível para invertebrados, que ao serem consumidos por outras espécies irão contaminar os demais elos das

cadeias tróficas. E por alguns estudos realizados em ambientes marinhos, este material sintético, liberador de substâncias tóxicas, poderá trazer prejuízos à saúde dos organismos e até à humana (IVAR do SUL e COSTA, 2014).

5- CONCLUSÃO

Hypostomus pusalum, espécie detritívora/iliófaga, mostrou ter uma dieta especializada, porém o consumo dos itens de contribuição secundária se alterou ao longo dos anos, resultado das alterações hidrológicas (chuvas acumuladas e volume do reservatório) além da influência antrópica que se revela ainda mais proeminente após período de seca prolongada, o que pode gerar alterações nas cadeias tróficas do reservatório de Santa Cruz, atingindo até mesmo um dos seus predadores de topo, o homem.

REFERÊNCIAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, Maringá, n. 2, v. 23, p. 425-434, 2001.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Disponível em: <https://www.ana.gov.br/monitoramento#>. Acesso em 19 de Abr. 2019.
- AGOSTINHO, A. A. et al. Fish diversity in the upper Paraná River basin: habitats, fisheries, management and conservation. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 10, n. 2, p. 174-186, 2007.
- AGOSTINHO, Carlos Sérgio et al. Abiotic factors influencing piranha attacks on netted fish in the Upper Paraná River, Brazil. **North American Journal of Fisheries Management**, v. 17, n. 3, p. 712-718, 1997.
- ALMEIDA, Raimunda Gonçalves de; SOARES, L. H.; EUFRÁSIO, M. M. Lagoa do Piató: peixes e pesca. **Coleção Vale do Açu/, Coleção Humanas e Letras, Natal, CCHLA, UFRN**, p. 84, 1993.
- ALVIM, M. C. C.; PERET, A. C. Food resources sustaining the fish fauna in a section of the upper São Francisco River in Três Marias, MG, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 2, p. 195-202, 2004.
- ARAÚJO, D. D. A.; OLIVEIRA, J. F.; COSTA, R. S.; NOVAES, J. L. C. Population structure and reproduction of a migratory fish *Leporinus piau* (Characiformes: Anostomidae) in the reservoir tropical semiarid. *Revista de Biologia Tropical*, v. 64, p. 1-13, 2016.
- BARRETO, Almir P.; ARANHA, José M. R.. Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba , v. 23, n. 3, p. 779-788, Sept. 2006 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010181752006000300023&lng=en&nrm=iso>. Access on 13 July 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752006000300023>.
- BARROS, Nirlei Hirachy Costa et al. Dynamics of sex reversal in the marbled swamp eel (*Synbranchus marmoratus* Bloch, 1795), a diandric hermaphrodite from Marechal Dutra Reservoir, northeastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 33, n. 3, p. 443-449, 2017.
- BASTOS, Rodrigo F.; MIRANDA, Stéfanie F.; GARCIA, Alexandre M. Diet and feeding strategy of *Characidium rachovii* (Characiformes, Crenuchidae) in coastal plain streams of southern Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 103, n. 4, p. 335-341, 2013.
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gênero de Algas de águas Continentais do Brasil. Chave para identificação e descrição**. Editora Rima. 2 ed..2006, 473p.
- BORBA, Rafael Splendore de et al. Phylogeography of *Hypostomus strigaticeps* (Siluriformes: Loricariidae) inferred by mitochondrial DNA reveals its distribution in the upper Paraná River basin. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, n. 1, p. 111-116, 2013.

- BOWEN, Stephen H. Detritivory in neotropical fish communities. In: **Evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes**. Springer, Dordrecht, 1984. p. 59-66.
- BRITSKI, Heraldo A.; SILIMON, KZ de S.; LOPES, Balzak S. Peixes do Pantanal-Manual de identificação. 1999.
- BUCKUP, Paulo Andreas; MENEZES, Naércio Aquino; GHAZZI, Miriam Sant'Anna. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.
- CARDONE, Isabella Braz; LIMA-JUNIOR, Sidnei Eduardo; GOITEIN, Roberto. Diet and capture of *Hypostomus strigaticeps* (Siluriformes, Loricariidae) in a small Brazilian stream: relationship with limnological aspects. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1A, p. 25-33, 2006.
- CUNICO, A. M.; DA GRAÇA, W.J.; VERÍSSIMO, S.; BINI, L.M. Influência do nível hidrológico sobre a assembleia de peixes em lagoa sazonalmente isolada da planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 24, p. 383-389, 2002.
- DELARIVA, R. L. **Participação de recursos entre seis espécies de Loricariidae no alto rio Paraná, na região de Guaíra, PR**: distribuição espacial, morfologia e ecologia trófica. Maringá, 1997. 49 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais). Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá.
- DELARIVA, R. L.; AGOSTINHO, A. A. Relationship between morphology and diets of six neotropical loricariids. **Journal of Fish Biology**, v. 58, n. 3, p. 832-847, 2001.
- EMPARN - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Análise precipitação acumulada p/mês*. Disponível em: <<http://189.124.130.5:8181/monitoramento/2017/graficos/qmes1006.htm>>. Acesso em 19 de Abr. 2019
- FUGI, R. *et al.* Ecologia alimentar da corvina, *Pachyurus bonariensis* (Perciformes, Sciaenidae) em duas baías do Pantanal, Mato Grosso, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 97, n. 3, p. 343-347, 2007.
- GARAVELLO, J. C.; GARAVELLO, J. P. Spatial distribution and interaction of four species of the catfish genus *Hypostomus* Lacépède with bottom of Rio São Francisco, Canindé do São Francisco, Sergipe, Brazil (Pisces, Loricariidae, Hypostominae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 3B, p. 103-141, 2004.
- GONZÁLEZ-BERGONZONI, Ivan *et al.* Meta-analysis shows a consistent and strong latitudinal pattern in fish omnivory across ecosystems. **Ecosystems**, v. 15, n. 3, p. 492-503, 2012.
- HAHN, N. S. *et al.*, **Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo**. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo, p. 141-162, 1997.

HELLAWELL, J. M.; ABEL, R. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 3, n. 1, p. 29-37, 1971.

HENRY-SILVA, Gustavo Gonzaga et al. Primeiro registro de *Chara indica* e *Chara zeylanica* (Charophyceae, Charales, Characeae) em reservatórios do semiárido do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biotemas**, v. 26, n. 3, p. 243-248, 2013.

HOLLANDA CARVALHO, P., LIMA, F.C.T. and ZAWADZKI, C.H., Two new species of the *Hypostomus cochliodon* group (Siluriformes: Loricariidae) from the rio Negro basin in Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, n. 1, p. 39-48, 2010.

HYNES, H. B. N. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. **The Journal of Animal Ecology**, p. 36-58, 1950.

HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis—a review of methods and their application. **Journal of fish biology**, v. 17, n. 4, p. 411-429, 1980.

IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. **Environ Pollut**, v. 185, p. 352-64, 2014.

KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto oceanográfico**, v. 29, n. 2, p. 205-207, 1980.

LOLIS, A. A.; ANDRIAN, I. F. Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Plimeloidae), na planície de inundação do alto RIO Paraná, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, n. 23, p. 187-202, 1996.

MARYUDI, Maryudi et al. Comparison of manganese laurate, manganese palmitate and manganese stearate on accelerating degradation of HDPE during natural weathering. **Jurnal Teknologi**, v. 79, n. 7, 2017.

MATTHEWS, William J. **Patterns in Freshwater Fish Ecology**. Springer Science & Business Media, 1998.

MAZZONI, R. *et al.* Diet and feeding daily rhythm of *Pimelodella lateristriga* (Osteichthyes, Siluriformes) in a coastal stream from Serra do Mar □ RJ. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 4, p. 1123-1129, 2010.

MEDEIROS, T. K. A; MOTA, J. C. M; LIMA, R. B. C.; OLIVEIRA JR., E. T.; DANTAS, I. M. Composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos presentes em um ambiente dulcícola no semiárido nordestino. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 2016, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Editora Realize, 2016.

MENEZES, N. A. Importância da conservação da ictiofauna dos ecossistemas aquáticos brasileiros. **Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico-COMASE, ELETROBRÁS, Curitiba. Seminário sobre a fauna aquática e o setor elétrico brasileiro, reuniões temáticas preparatórias: caderno**, 1994.

MENEZES, Naércio A. et al. Peixes de água doce da Mata Atlântica: lista preliminar das espécies e comentários sobre conservação de peixes de água doce neotropicais. 2007.

MORAES, M., REZENDE, C.F. and MAZZONI, R. Feeding ecology of stream-dwelling Characidae (Osteichthyes: Characiformes) from the upper Tocantins River, Brazil. *Zoologia*, 2013, 30(6), 645-651. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702013005000003>.

NASCIMENTO, Wallace Silva et al. Endemic fish communities and environmental variables of the Piranhas-Assu hydrographic basin in the Brazilian Caatinga Ecoregion. **Animal Biology Journal**, v. 2, n. 3, p. 97, 2011.

NEEDHAM, James G.; NEEDHAM, Paul R. **Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces**. Reverté,, 1982.

NELSON, J. S. Fishes of the world. 3d ed. **Wiley, New York**, 1994.

OLIVEIRA, J. C. D. et al. Diet of two insectivorous fish species in a Brazilian semiarid reservoir. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 7, n. 1, p. 11-17, 2019.

OLIVEIRA, J. F.; COSTA, R. S.; NOVAES, J. L. C.; REBOUÇAS, L. G. F.; MORAIS-SEGUNDO, A. L. N.; PERETTI, D. Efeito da seca e da variação espacial na abundância de indivíduos nas guildas tróficas da ictiofauna em um reservatório no Semiárido Brasileiro. *Boletim do Instituto de Pesca (Online)*, v. 42, p. 51-64, 2016a.

OLIVEIRA, J. F.; SEGUNDO, A. L. N. M.; NOVAES, J. L. C. ; COSTA, R. S.; FRANÇA, J. S.; PERETTI, D. Estrutura trófica da ictiofauna em um reservatório do semiárido brasileiro. *Iheringia. Série Zoologia (Online)*, v. 106, p. 1-9, 2016b.

OLIVEIRA, Jean Carlos Dantas de et al. Does the oscillation of the water volume of the reservoir influence in the same way in fish diet?. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 30, 2018.

PACHECO, C. B.; BAUMANN, J. C. Apodi: um olhar em sua biodiversidade. **Natal, Edição dos autores. 364p**, 2006.

PEGADO, Tamyris de Souza e Silva et al. First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River estuary. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], v. 133, p.814-821, ago. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.035>.

PERETTI, D. e ADRIAN, I. F. Trophic structure of fish assemblages in five permanent lagoons of the high Paraná River floodplain, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 71, n. 1, p. 95-103, 2004.

PESSOA, Emilly Kataline Rodrigues et al. Morfologia comparativa do trato digestório dos peixes *Hoplias malabaricus* e *Hypostomus puarum* do açude Marechal Dutra, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 3, n. 1, p. 48-57, 2013.

PETRY, A. C.; THOMAZ, S. M.; ESTEVES, F. A. Comunidade de peixes. **Fundamentos de limnologia. 3ed. Rio de Janeiro, Interciência**, p. 609-624, 2011.

RAMOS, J. A. A. et al. Trophic niche and habitat shifts of sympatric Gerreidae. **Journal of Fish Biology**, v. 85, n. 5, p. 1446-1469, 2014.

RESENDE, E.K. **Pulso de inundação: processo ecológico essencial à vida no Pantanal**. Corumbá, (Embrapa Pantanal. Documentos, 94), 2008, p. 16.

SANTOS, N.C.L., MEDEIROS, T.N., ALROCHA, A.A.F., DIAS, R.M. and SEVERI, W. Uso de recursos alimentares por *Plagioscion squamosissimus* – piscívoro não-nativo no reservatório de sobradinho-BA, Brasil. *Boletim Instituto de Pesca*, 2014, 40(3), 397-408.

SCHAEFER, Scott A.; LAUDER, George V. Historical transformation of functional design: evolutionary morphology of feeding mechanisms in loricarioid catfishes. **Systematic Zoology**, v. 35, n. 4, p. 489-508, 1986.

SCHAEFER, Scott A.; STEWART, Donald J. Systematics of the Panaque dentex species group (Siluriformes: Loricariidae), wood-eating armored catfishes from tropical South America. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, v. 4, n. 4, p. 309-342, 1993.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE (SEMARH). Disponível em:
<<http://www.semarh.rn.gov.br/consulta/cBaciaDetalhe.asp?CodigoEstadual=01>>. Acesso em 19 de Abr. 2019.

SILVA-CAVALCANTI, Jacqueline Santos et al. Microplastics ingestion by a common tropical freshwater fishing resource. **Environmental Pollution**, [s.l.], v. 221, p.218-226, fev. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.068>.

VENDEL, Ana Lucia et al. Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures. **Marine pollution bulletin**, v. 117, n. 1-2, p. 448-455, 2017.

VILLARES-JUNIOR, G. A.; CARDONE, I. B.; GOITEIN, R. Comparative feeding ecology of four syntopic *Hypostomus* species in a Brazilian southeastern river. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 3, p. 692-699, 2016.

WEBER, C. Subfamily Hypostominae (armored catfishes). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America, RE Reis, SO Kullander y CJ Ferraris, Jr.(eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Xi**, 2003.

WINEMILLER, Kirk O. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan ilanos. **Environmental Biology of fishes**, v. 26, n. 3, p. 177-199, 1989.

WOOTTON, Robert J. **Ecology of teleost fishes**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999.

ZAVALA-CAMIN, Luis Alberto. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. 1996.

**ARTIGO 2: INGESTÃO DE MICROPLÁSTICO POR PEIXES DE ÁGUA DOCE NO
RIO GRANDE DO NORTE**

RESUMO

A alta produção associada à sua durabilidade, uso insustentável e a falta de gerenciamento de resíduos contribui para a introdução e o acúmulo extensivo de detritos plásticos em habitats naturais. Detritos plásticos podem ser classificados como macroplásticos e microplásticos, essas estão propensas a chegar no ecossistema dulcícola através do sistema de esgoto inadequado ou carreadas pelas águas da chuva. Devido ao acúmulo excessivo, este fica susceptível à ingestão por toda cadeia alimentar aquática. Diante desse contexto, objetivou-se com a presente proposta, identificar a presença de microplástico no trato intestinal de *Hypostomus pusalum* no reservatório de Santa Cruz, Apodi/RN, procurando caracterizar o tipo de microplástico, observar a frequência de ocorrência do item e quantificar em volume o microplástico presente no trato intestinal da espécie. Foram feitas coletas trimestralmente no ano de 2017. Os indivíduos foram identificados, pesado, medidos, abertos, retirados os intestinos e conservando em álcool 70%. Os itens foram identificados até o menor nível taxonômico possível, obtidos os volumes e calculado o Índice Alimentar (IAi). Foram analisados 129 indivíduos ao longo do ano de 2017. A análise da dieta permitiu a identificação de 11 itens, dentre eles o microplástico. Verificou-se que detrito/sedimento predominou ao longo de todo o ano analisado. As partículas de microplástico encontradas apresentaram-se como estrutura alongada, fibrosa e de cor azul. O item microplástico foi observado em aproximadamente 30% dos indivíduos capturados. As maiores frequências de ocorrência e volume de microplástico ingerido apareceram nos meses de novembro. A seca prolongada e a diminuição do volume do reservatório explicam a concentração destes itens no sedimento.

1- INTRODUÇÃO

Baixo custo, durabilidade, leveza e o fácil manuseio tornou o plástico um dos materiais mais utilizados em países desenvolvidos e em desenvolvimento. A produção do plástico tende a aumentar em consequência da prática do uso e descarte culturalmente existente na sociedade. A produção e o uso de plástico aumentaram em larga escala nos últimos anos, com a produção global atingindo quase 350 milhões de toneladas em 2017 (PLASTICS EUROPE, 2018). A alta produção associada à sua durabilidade, uso insustentável e a falta de gerenciamento de resíduos contribui para a introdução e o acúmulo extensivo de detritos plásticos em habitats naturais (BARNES et al., 2009).

O acúmulo de detritos plástico aparece nos oceanos, praias, manguezais e outras áreas costeiras (IVAR do SUL e COSTA, 2007). Grande parte desses resíduos entram nos oceanos viajando da terra para o mar por riachos e rios do continente (SCHMIDT et al., 2017), compondo assim entre 60% a 80% de todos os resíduos marinhos (BARNES et al., 2009). Detritos plásticos, segundo Gesamp (2015), podem ser classificados como macroplásticos (partícula > 25 mm) e microplásticos (partícula <5 mm). Os impactos ambientais mais estudados relacionados aos macroplásticos são aqueles de efeitos físicos como emaranhamento, ingestão e sufocação por asfixia (BARNES et al., 2009; RYAN et al., 2009; SIGLER, 2014), esses efeitos físicos puderam ser percebidos em invertebrados, aves, mamíferos e tartarugas (CARR, 1987; FOWLER, 1987; LAIST, 1997; GALL e THOMPSON, 2015).

Os microplásticos podem ser classificados de acordo com sua origem em primários ou secundários. Microplásticos primários são caracterizados por microesferas muito utilizadas na fabricação de produtos de limpeza, cosméticos, medicamentos e amplamente usadas como matéria prima na produção de produtos de plástico (OGATA et al., 2009). Microplásticos secundários são aqueles formados a partir da fragmentação de plásticos maiores (COLE et al., 2011). A desintegração do plástico no ambiente ocorre pela ação da água e do vento, quando sofrem abrasão por contato em estruturas sólidas, ou por decomposição química em decorrência da exposição à radiação solar (MOORE, 2008; BARNES et al., 2009). Em uma versão conceitual mais atualizada diz que qualquer partícula sólida sintética ou de matriz polimérica, com forma regular ou irregular e com tamanho variando de 1 µm a 5 mm, de origem primária ou secundária, que são insolúveis em água caracteriza o microplástico (FRIAS; NASH, 2019).

Qualquer que seja a forma do plástico, essas estão propensas a chegar no ecossistema dulcícola através do sistema de esgoto inadequado ou carregadas pelas águas da chuva. Portanto, Eriksen et al. (2013) propuseram que a contaminação dos sistemas de água doce por microplástico pode acontecer em uma das três maneiras: 1) por descarga de efluentes de estações de tratamento de águas residuais, 2) por escoamento de esgotos durante eventos de chuva e 3) por escoamento de lodo aplicado em terras agrícolas.

Atualmente não existe monitoramento ou leis que regulamentem a retirada de microplástico em efluentes pelas estações de tratamento de águas residuais (ETARs), a remoção do microplástico não pode ser considerada nesse processo (DRIEDGER et al., 2015). A utilização do lodo de esgoto como adubo na agricultura pode reintroduzir as partículas de microplásticos de volta ao corpo de água através do escoamento de água fluvial (ZUBRIS E RICHARDS, 2005). Eventos climáticos como tempestades e vendavais também podem auxiliar no movimento de microplásticos da terra para o interior dos corpos d'água (COLE et al., 2011).

Naturalmente, através do fluxo direcional dos sistemas de água doce o microplástico é carregado para os fundos dos rios, lagos e oceanos onde se tornam sumidouros desse resíduo (ANDERSON; PARK; PALACE, 2016). Porém, no decorrer desse percurso, devido ao acúmulo excessivo, este fica susceptível à ingestão por toda cadeia alimentar aquática. O microplástico pode ainda ser depositado no sedimento por longos anos e influenciar de forma direta na alimentação de animais detritívoros. Corcoran et al. (2015) afirmaram que o microplástico encontrado no sedimento foi acumulado por aproximadamente 38 anos, com base em sua profundidade e taxas de acumulação. Pesquisas realizadas no sedimento ao longo do rio St. Lawrence no Canadá, identificaram intenso acúmulo de microplástico na região (CASTAÑEDA et al., 2014).

Há décadas detritos plásticos à deriva em ambientes marinhos vem sendo relatadas, como no trabalho de Laist (1997) o qual relatou a ingestão de detritos plásticos por mais de 270 taxa de vários níveis tróficos, sendo os peixes um dos taxa mais afetados. A ingestão de microplástico pode acontecer de forma acidental ou intencional. A ingestão acidental ocorre junto a ingestão de itens alimentares naturais (PETERS E BRATTON, 2016), ou através da transferência trófica na cadeia alimentar, quando o peixe consome presas que já ingeriram resíduos plásticos (CEDERVALL et al., 2012; MATTSSON et al., 2015). Já a ingestão intencional ocorre quando o detrito plástico é confundido com o alimento, especialmente algas no sedimento e fragmento de alimentos (IVAR DO SUL E COSTA, 2007). Entretanto, a presença, as fontes, o destino e os efeitos dos microplásticos ainda não estão bem caracterizados

em sistemas de água doce, evidências do ambiente marinho sugerem que os microplásticos podem ser considerados contaminantes de preocupação emergente (EERKES-MEDRANO et al., 2015). Para o ambiente de água doce é notória a escassez de estudos sobre ingestão de plástico, sendo identificadas publicações com o tema em ambientes dulcícolas na França, Estados Unidos, África e Brasil.

Sanchez et al. (2014) examinaram a espécie *Gobio gobio* de sete rios da França e encontrou uma frequência percentual de 9,5% a 4,2% dos indivíduos com detrito plástico nos intestinos. Espécimes coletados na bacia do rio Brazos (EUA) mostraram alta incidência na ingestão de microplástico, entre 44% e 45% dos indivíduos analisados (PETERS E BRATTON, 2016). No lago Victória, na África, 20% das espécies de peixes analisadas apresentaram detrito plástico no trato intestinal (BIGINAGWA et al., 2016). O mais alarmante índice foi observado no Brasil, no rio Pajeú, em Pernambuco, onde 83% dos peixes analisados tinham fragmentos de plástico no intestino, sendo as fibras o tipo mais frequente (SILVA-CAVALCANTI et al., 2017).

Infelizmente, rios e estuários receberam relativamente pouca atenção em relação ao problema da poluição plástica (COSTA e BARLETTA, 2015), especialmente o hemisfério sul (CANNON et al., 2016). Os trabalhos existentes em ambiente dulcícola no Brasil ainda são extremamente escassos, todavia foi possível identificar estudos para poluição por microplástico na região amazônica (PEGADO et al., 2018; ANDRADE et al., 2019) e no Nordeste, mais precisamente no estado do Pernambuco (SILVA-CAVALCANTI et al., 2017).

Diante das informações torna-se urgente a necessidade de melhorar o conhecimento sobre a poluição plástica, em ambientes dulcícolas, em todo Brasil. O presente trabalho tem como objetivo geral identificar a presença de microplástico no trato intestinal de *Hypostomus pusalum* no reservatório de Santa Cruz, Apodi/RN, especificamente de caracterizar o tipo de microplástico encontrado no trato intestinal, observar a frequência de ocorrência do item microplástico e quantificar em volume o microplástico presente no trato intestinal de *Hypostomus pusalum* no reservatório de Santa Cruz, Apodi/RN no ano de 2017.

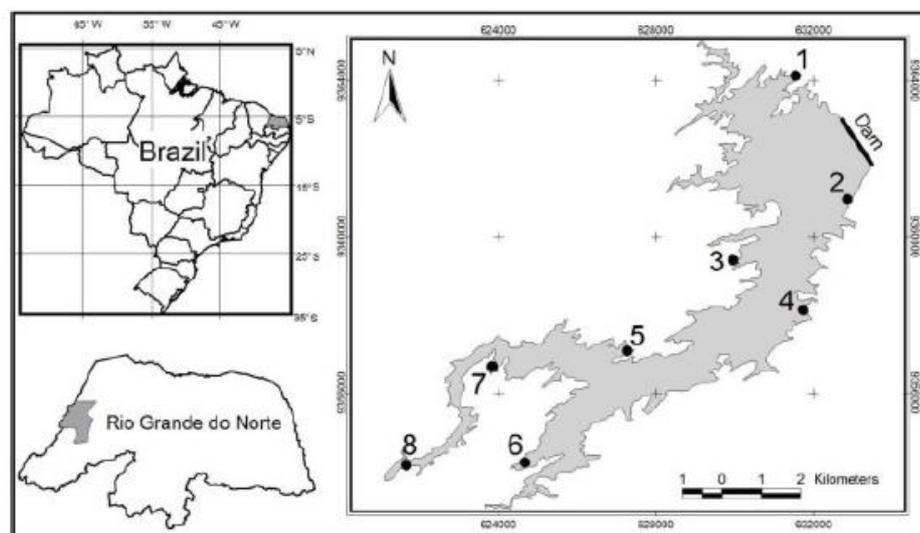
2- METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Reservatório de Santa Cruz, localizado a 18 km do centro do município de Apodi, Rio Grande do Norte. Constitui-se em um dos reservatórios artificiais mais importantes do Estado, sendo o segundo maior do Rio Grande do Norte em termos de capacidade hídrica e o maior na bacia do rio Apodi/Mossoró (HENRY-SILVA et al., 2013). Sua construção teve como objetivos irrigar 9.236 hectares na Chapada do Apodi, controlar as cheias e regular a vazão do Rio Apodi, servir de anteparo às águas da transposição do Rio São Francisco, além de garantir o abastecimento de água para 27 cidades do alto oeste potiguar (PACHECO; BAUMANN, 2006).

As coletas foram realizadas trimestralmente entre fevereiro e novembro de 2017 em oito pontos amostrais distribuídos ao longo do reservatório (Figura 1). Em cada ponto foi utilizado uma bateria de 11 redes de espera com malhas variando de 12 mm a 70 mm entre nós adjacentes, com 5m de comprimento por 1,5m de altura, cada. Estas foram instaladas às 16h00min e retiradas às 5h00min do dia seguinte, sendo realizada uma despesca às 21h00min.

Os dados de chuva (mm) e o volume de água acumulados do reservatório (%) foram obtidos nos sites da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN, 2019) e da Agência Nacional de Águas (ANA,2019), respectivamente.

Figura 1 – Localização da área de estudo e dos pontos de coleta, reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil. (Dam = Barragem)



Fonte: Novaes et al. (2014)

Os peixes capturados foram acondicionados e levados ao Centro de Pesquisa em Aquicultura e Pesca Sustentável do Semiárido – CEPAS/UFERSA. Em laboratório os peixes foram identificados até o nível de espécie (BUCKUP et al., 2007; RAMOS et al., 2014) e a identificação confirmada por taxonomista da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, onde alguns exemplares estão depositados na coleção ictiológica da instituição (UFPB: 8934, 8963, 8975, 8984, 8991). Os exemplares foram dissecados e eviscerados, retirados os intestinos que foram fixados em formol a 10% e após 72h conservadas em álcool 70%. As análises do conteúdo intestinal foram realizadas sob microscópio óptico, e os itens alimentares identificados quando possível, até o menor nível taxonômico, com o auxílio de bibliografias especializadas (BICUDO E MENEZES, 2006; NEEDHAM E NEEDHAM, 1982)

Para a análise intestinal foi considerado o intestino como objeto de estudo em sua porção inicial, correspondendo a 10% do comprimento total (DELARIVA, 1997; PERETTI E ANDRIAN, 2003). O volume total foi obtido por meio de provetas graduadas cujo volume é dado pelo deslocamento de líquido ou pelo método volumétrico rápido de Hellawell & Abel (1971). Neste método, o conteúdo obtido é espalhado sobre uma placa de Petri milimetrada com alturas padronizadas em 1 mm³ e compactados contra lâminas de vidro de 1 mm de espessura, pelas laterais e por cima, formando blocos de 1 mm³; assim, os blocos formados tem seu volume convertido em ml (BASTOS *et al.*, 2013).

A partir da suspensão do volume total do conteúdo intestinal, em álcool 70%, com uma pipeta retirou-se parte da solução, colocando-a em lâmina para a investigação microscópica. Para cada indivíduo foram investigadas três lâminas e para os itens, depois de identificados, atribuiu-se uma estimativa visual em porcentagem. Os percentuais, associados ao volume total, correspondem ao volume do item (PERETTI E ANDRIAN, 2003).

Foram calculadas as frequências de ocorrência e volumétrica (HYNES, 1950; HYSLOP, 1980; ZAVALA-CAMIN, 1996) cuja associação dá origem ao cálculo de Índice Alimentar (IA_i) (KAWAKAMI; VAZZOLER, 1980), em porcentagem, que permite observar a importância relativa de cada item na dieta do peixe, descritos por:

$$IA_i: [F_o \cdot F_v / \Sigma (F_o \cdot F_v)] \times 100$$

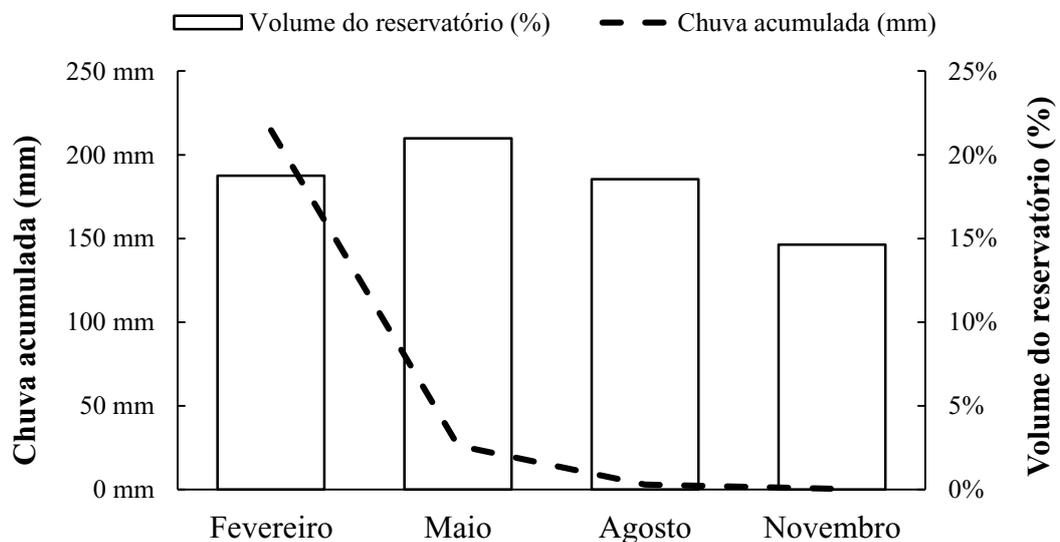
Onde: IA_i = índice alimentar; F_o = frequência de ocorrência; F_v = frequência volumétrica.

3- RESULTADOS

Os dados pluviométricos captados na região do reservatório de Santa Cruz, apontou que a chuva acumulada para o ano de 2017 variou entre 214,7 mm no mês de fevereiro e 0,6 mm no mês de novembro, sendo os meses de maior precipitação fevereiro e maio. A variação da precipitação ocasionou a diminuição do volume de água do reservatório no decorrer do ano investigado, os maiores valores de volume de água do reservatório foram registrados em fevereiro e maio, os menores em agosto e novembro de 2017. (Figura 2).

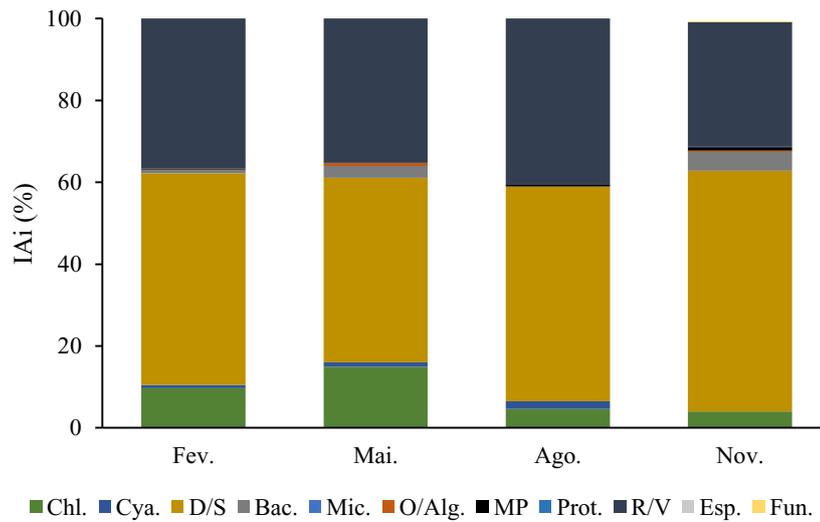
A avaliação da dieta de *Hypostomus pusalum* (Starks, 1913) foi composta por 129 indivíduos analisados ao longo do ano de 2017. A análise da dieta permitiu a identificação de 11 itens: Chlorophyceae, Cyanophyceae, Detrito/Sedimento, Bacillariophyta, Microcrustacea, outras Algas, Protozoa, Restos Vegetais, Porifera (Espículas), Fungos (Hifas) e Microplástico.

Figura 2 – Chuva acumulada e volume de água do reservatório de Santa Cruz, Apodi, Rio Grande do Norte.



Detrito/Sedimento foi o item que mais contribuiu na dieta da espécie ao longo do ano analisado. Restos vegetais, Chlorophyceae e Bacillariophyta aparecem sequencialmente na importância alimentar da dieta dos indivíduos (Figura 3).

Figura 3 - Índice Alimentar (IAi) da dieta de *Hypostomus pusalum* (Starks, 1913) no reservatório de Santa Cruz, Apodi, Rio Grande do Norte, no ano de 2017.



Chl: Chlorophyceae; Cya: Cyanophyceae; D/S: Detrito/Sedimento; Bac: Bacillariophyta; Mic: Microcrustacea; O/Alg: Outras Algas; MP: Microplástico; Prot: Protozoa; R/V: Restos Vegetais, Esp: Porifera; Fun: Fungos.

As partículas de microplástico encontradas no conteúdo intestinal de *Hypostomus pusalum* apresentaram estrutura alongada, fibrosa e de cor azul. Em todos os espécimes analisados pôde-se observar as mesmas características para o microplástico encontrado, com variação de comprimento e espessura. (Figura 4).

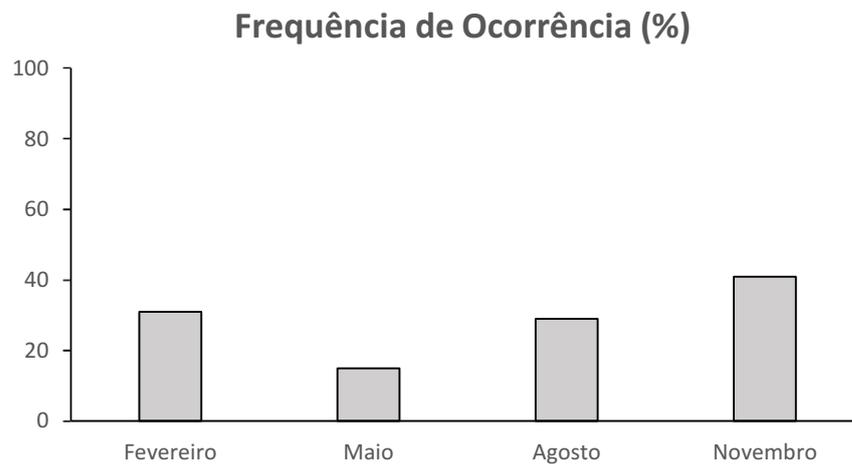
Figura 4 – Partícula de microplástico encontrada no intestino de *Hypostomus pusalum* (Starks, 1913) no reservatório de Santa Cruz, Apodi, Rio Grande do Norte, no ano de 2017.



O item microplástico foi observado em 38 estômagos analisados, aproximadamente 30% dos indivíduos capturados. As maiores frequências de ocorrência apareceram nos meses de

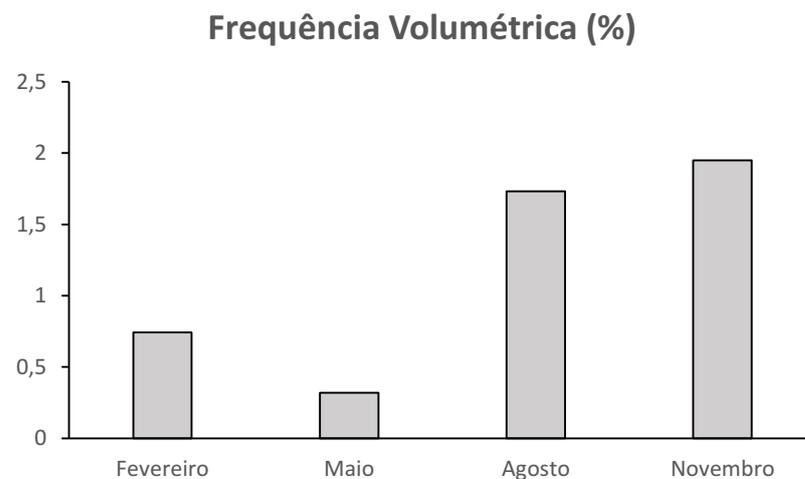
novembro (FO=41%) e fevereiro (Fo=31%), e com menor frequência os meses de agosto (Fo=29%) e maio (Fo=15%) (Figura 5).

Figura 5 – Frequência de ocorrência (Fo) do item microplástico no conteúdo intestinal de *Hypostomus pusalum* (Starks, 1913) no reservatório de Santa Cruz, Apodi, Rio Grande do Norte, no ano de 2017.



O maior volume de microplástico ingerido entre as amostras analisadas foi registrado no mês de novembro (Fv=1,95%). Em seguida, os meses de agosto (Fv=1,733%), fevereiro (Fv=0,743%) e maio (Fv=0,32%) (Figura 6).

Figura 6 – Frequência volumétrica (Fv) do item microplástico no conteúdo intestinal de *Hypostomus pusalum* (Starks, 1913) no reservatório de Santa Cruz, Apodi, Rio Grande do Norte, no ano de 2017.



4- DISCUSSÃO

Ao longo dos últimos anos o reservatório vem diminuindo gradualmente o volume de água acumulada. Cerca de 40% da água acumulada em decorrência das chuvas é perdida por evaporação nas regiões semiáridas, acarretando mudanças constantes no volume dos reservatórios (MEIRELES et al., 2007). Essa variação na qual os reservatórios são submetidos anualmente é um aspecto relevante à estrutura trófica, podendo acarretar mudanças na dieta dos peixes, uma vez que a hidrologia da região afeta a disponibilidade de recursos alimentares (SANTOS et al., 2014). Mudanças na dieta dos peixes podem ocorrer de acordo com a abundância ou escassez de recursos alimentares ao longo do ano (SILVA et al., 2012b).

Na estação chuvosa áreas de terra são alagadas, ampliando o meio aquático e originando novos habitats de alimentação, influenciando fortemente o tipo de alimento consumido (MORAES et al., 2013), o oposto ocorre durante a seca, com a redução do volume de água. Quando o reservatório amplia suas áreas alagadas pode ocorrer a entrada de inúmeras partículas de lixo acumuladas no entorno do reservatório. A expansão urbana e a alta atividade pesqueira da região são grandes influenciadores para o acúmulo de lixo as margens do reservatório.

Observando-se o padrão de consumo dos itens, verificou-se que detrito/sedimento predominou ao longo de todo o ano analisado. De acordo com Agostinho et al. (2017) a predominância no consumo de item detrito/sedimento pode ser derivada do alagamento de uma grande quantidade de fitomassa terrestre, o que promove uma alta produção de detritos em reservatórios, assim como depleções no nível da água, pode favorecer o crescimento de gramíneas e outras plantas em regiões marginais, que com sua subsequente submersão, também contribuem para a produção de detritos.

Em estudos passados no reservatório de Santa Cruz a espécie estudada foi descrita, quanto ao seu hábito alimentar, como detritívora (OLIVEIRA et al., 2016) e foi possível observar que alguns itens que antes não apareciam na dieta dos indivíduos começaram a aparecer. É o caso dos fungos e do microplástico. Os fungos são responsáveis pela degradação da matéria vegetal, que futuramente dará origem a mais detrito, o que explica a ocorrência em todos os estômagos analisados os itens detrito/sedimento e restos vegetais.

Foi confirmada a presença de plástico em ~ 30% dos indivíduos capturados no ano de 2017, reconhecido nos estômagos com material fibroso de coloração azul. Várias investigações em vertebrados e invertebrados marinhos descobriram que as fibras são as partículas de microplástico mais comumente ingeridos (COLE et al., 2013; BELLAS et al., 2016; MIZRAJI

et al., 2017). Para o ambiente dulcícola, também podemos observar que as fibras de microplásticos prevaleceram entre os peixes coletados no Lago Ontário (MUNNO et al., 2016).

Em um artigo de revisão, Pinheiro, Oliveira e Vieira (2017) fizeram um levantamento de famílias e espécies de peixes de água doce mostrando a presença de microplástico no trato digestório. Não foi observado na relação a presença do *Hypostomus pusalum* e de nenhuma outra espécie da família Loricariidae. A ingestão do microplástico pode estar relacionada com a estratégia de alimentação das espécies (ANASTAPOULOU et al., 2013). No ambiente de água doce o microplástico é frequentemente observado misturado ao sedimento (FISCHER et al., 2016). Romeo et al. (2015) propuseram que os microplásticos são ingeridos acidentalmente por forrageadores generalistas que visam presas pequenas abundantes no sedimento, característica semelhante ao hábito alimentar do *H. pusalum*.

A seca prolongada e a diminuição do volume do reservatório, chegando abaixo dos 15% de volume de água (SEMARH, 2019) explica a concentração destes itens no sedimento, tornando-os disponíveis para serem consumidos pelo *H. pusalum*. A característica típica do entorno do reservatório de Santa Cruz, sendo pouco arborizado e ocupado por construções, favorece o acúmulo de lixo no corpo d'água, em especial o plástico. Em regiões equatoriais com elevada temperatura e níveis de radiação UV podem favorecer a degradação térmica e a fotodegradação do plástico mais rapidamente (MARYUDI et al., 2017). Este tende a se deteriorar e se quebrar em partículas menores que irão ser incorporadas aos sedimentos, podendo ser consumidos pelos organismos aquáticos, como verificado na análise do conteúdo intestinal do *H. pusalum*.

A presença de microplástico na alimentação de peixes também foi observada em estudos recentes por Andrade et al., 2019 e Pegado et al. (2018) na Amazônia e por Silva-Cavalcanti et al. (2017) no estado do Pernambuco. Uma revisão feita por Vendel et al (2017) constatou que, comparativamente, poucos estudos relataram evidências sobre a ingestão de plástico por peixes de água doce. permitindo perceber a necessidade de ampliação destes estudos, os quais refletem os efeitos das atividades antrópicas nos ecossistemas aquáticos.

No estuário do rio Amazonas para peixes carnívoros foram encontradas em média, 1,2 partículas de microplástico por peixe analisado (PEGADO et al., 2018). Ainda na região amazônica, Andrade et al. (2019) recuperou doze tipos diferentes de plástico dos estômagos dos peixes analisados e a maior ingestão de partículas plásticas ocorreu por peixes onívoros. Para a região nordeste, os dados são ainda mais alarmantes, o número de partículas recuperadas

por peixe variou de 1 a 24, média geral de 3,6 partículas por peixe analisado (SILVA-CAVALCANTI et al., 2017).

Uma vez consumido por *H. pusarum*, o qual exerce papel pré-mineralizador da matéria orgânica, poderá contribuir para a diminuição dessas partículas, inclusive o microplástico, tornando-o acessível para invertebrados, que ao serem consumidos por outras espécies irão contaminar os demais elos das cadeias tróficas. Com base em estudos realizados em ambientes marinhos (IVAR do SUL e COSTA, 2014), este material sintético, liberador de substâncias tóxicas, poderá trazer prejuízos à saúde dos organismos e até à humana.

Os principais riscos que os microplásticos oferecem são sua grande capacidade de persistência e dispersão no ambiente, sua grande afinidade por poluentes orgânicos, ingestão pela biota e a transferência para a teia trófica (IVAR do SUL e COSTA, 2014). Os efeitos do consumo humano de organismos que contêm microplásticos ainda são pouco conhecidos. Alguma evidência tem sido relatada que partículas de plástico podem causar respostas imunotóxicas, resultantes da exposição a produtos químicos ou estresse mecânico (SELTENRICH, 2015), partículas de plástico podem se associar com metais pesados, que se acumulam em concentrações equivalentes ou maiores que aquelas nos sedimentos ou na água circundantes (ASHTON et al., 2010)

Está disponível uma vasta literatura sobre os impactos dos microplásticos em ecossistemas marinhos, porém, a compreensão dos impactos por microplásticos em ambientes de água doce ainda é muito limitado. Existem lacunas na compreensão das fontes, do destino, do comportamento e da toxicidade dos microplásticos e seus contaminantes associados no meio aquático. Diante das informações torna-se urgente a necessidade de melhorar o conhecimento sobre a poluição plástica em todo Brasil.

5- CONCLUSÃO

Foi possível verificar a presença de microplástico na dieta de *H. pularum*, espécie detritívora que contribui para a mineralização da matéria orgânica e é elo para outros níveis tróficos. A urbanização crescente associada às secas prolongadas refletindo-se em redução de seu volume e concentrando o microplástico no sedimento, entretanto, mais pesquisas são necessárias para identificar o tipo de plástico presente no reservatório, sua origem e os motivos de sua alta incidência. Esse artigo levanta a problemática existente no reservatório para que estudos futuros sejam realizados.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Disponível em: <https://www.ana.gov.br/monitoramento#>. Acesso em 19 de Abr. 2019.
- AGOSTINHO, A. A. et al. Fish diversity in the upper Paraná River basin: habitats, fisheries, management and conservation. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 10, n. 2, p. 174-186, 2007.
- ANASTASOPOULOU, Aikaterini et al. Plastic debris ingested by deep-water fish of the Ionian Sea (Eastern Mediterranean). **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 74, p. 11-13, 2013.
- ANDERSON, Julie C.; PARK, Bradley J.; PALACE, Vince P.. Microplastics in aquatic environments: Implications for Canadian ecosystems. **Environmental Pollution**, [s.l.], v. 218, p.269-280, nov. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.074>.
- ASHTON, Karen; HOLMES, Luke; TURNER, Andrew. Association of metals with plastic production pellets in the marine environment. **Marine pollution bulletin**, v. 60, n. 11, p. 2050-2055, 2010.
- BARNES, David KA et al. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 1985-1998, 2009.
- BASTOS, Rodrigo F.; MIRANDA, Stéfanie F.; GARCIA, Alexandre M. Diet and feeding strategy of *Characidium rachovii* (Characiformes, Crenuchidae) in coastal plain streams of southern Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 103, n. 4, p. 335-341, 2013.
- BELLAS, Juan et al. Ingestion of microplastics by demersal fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean coasts. **Marine pollution bulletin**, v. 109, n. 1, p. 55-60, 2016.
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gênero de Algas de águas Continentais do Brasil. Chave para identificação e descrição**. Editora Rima. 2 ed..2006, 473p.
- BIGINAGWA, Fares John et al. First evidence of microplastics in the African Great Lakes: recovery from Lake Victoria Nile perch and Nile tilapia. **Journal of Great Lakes Research**, v. 42, n. 1, p. 146-149, 2016.
- BUCKUP, Paulo Andreas; MENEZES, Naércio Aquino; GHAZZI, Miriam Sant'Anna. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.
- CANNON, Seon ME; LAVERS, Jennifer L.; FIGUEIREDO, Bianca. Plastic ingestion by fish in the Southern Hemisphere: A baseline study and review of methods. **Marine pollution bulletin**, v. 107, n. 1, p. 286-291, 2016.
- CARR, Archie. Impact of nondegradable marine debris on the ecology and survival outlook of sea turtles. **Marine Pollution Bulletin**, v. 18, n. 6, p. 352-356, 1987.

CASTAÑEDA, Rowshyra A. et al. Microplastic pollution in St. Lawrence river sediments. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 71, n. 12, p. 1767-1771, 2014.

CEDERVALL, Tommy et al. Food chain transport of nanoparticles affects behaviour and fat metabolism in fish. **PloS one**, v. 7, n. 2, p. e32254, 2012.

COLE, Matthew et al. Microplastic ingestion by zooplankton. **Environmental science & technology**, v. 47, n. 12, p. 6646-6655, 2013.

COLE, Matthew et al. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 12, p. 2588-2597, 2011.

CORCORAN, Patricia L. Benthic plastic debris in marine and fresh water environments. **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 17, n. 8, p. 1363-1369, 2015.

COSTA, Monica F.; BARLETTA, Mário. Microplastics in coastal and marine environments of the western tropical and sub-tropical Atlantic Ocean. **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 17, n. 11, p. 1868-1879, 2015.

DELARIVA, R. L. **Participação de recursos entre seis espécies de Loricariidae no alto rio Paraná, na região de Guaíra, PR: distribuição espacial, morfologia e ecologia trófica.** Maringá, 1997. 49 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais). Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá.

DRIEDGER, Alexander GJ et al. Plastic debris in the Laurentian Great Lakes: a review. **Journal of Great Lakes Research**, v. 41, n. 1, p. 9-19, 2015.

EERKES-MEDRANO, D.; THOMPSON, R. C.; ALDRIDGE, D. C. Microplastics in freshwater systems: A review of the emerging threats, 131 identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. **Water Research**, v. 75, p. 63-82, 2015.

EMPARN - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Análise precipitação acumulada p/mês*. Disponível em: <<http://189.124.130.5:8181/monitoramento/2017/graficos/qmes1006.htm>>. Acesso em 19 de Abr. 2019

ERIKSEN, Marcus et al. Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. **Marine pollution bulletin**, v. 77, n. 1-2, p. 177-182, 2013.

FISCHER, Elke Kerstin et al. Microplastic pollution in lakes and lake shoreline sediments—a case study on Lake Bolsena and Lake Chiusi (central Italy). **Environmental pollution**, v. 213, p. 648-657, 2016.

FOWLER, Charles W. Marine debris and northern fur seals: a case study. **Marine pollution bulletin**, v. 18, n. 6, p. 326-335, 1987.

- FRIAS, J.p.g.l.; NASH, Roisin. Microplastics: Finding a consensus on the definition. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], v. 138, p.145-147, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.022>.
- GALL, Sarah C.; THOMPSON, Richard C. The impact of debris on marine life. **Marine pollution bulletin**, v. 92, n. 1-2, p. 170-179, 2015.
- GESAMP. Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment. **Rep. Stud. GESAMP**, v. 90, p. 96, 2015.
- HELLAWELL, J. M.; ABEL, R. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 3, n. 1, p. 29-37, 1971.
- HENRY-SILVA, Gustavo Gonzaga et al. Primeiro registro de Chara indica e Chara zeylanica (Charophyceae, Charales, Characeae) em reservatórios do semiárido do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biotemas**, v. 26, n. 3, p. 243-248, 2013.
- HYNES, H. B. N. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. **The Journal of Animal Ecology**, p. 36-58, 1950.
- HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis—a review of methods and their application. **Journal of fish biology**, v. 17, n. 4, p. 411-429, 1980.
- IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. Marine debris review for Latin America and the wider Caribbean region: from the 1970s until now, and where do we go from here?. **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, n. 8, p. 1087-1104, 2007.
- IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. **Environ Pollut**, v. 185, p. 352-64, 2014.
- KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto oceanográfico**, v. 29, n. 2, p. 205-207, 1980.
- LAIST, David W. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: **Marine Debris**. Springer, New York, NY, 1997. p. 99-139.
- MARYUDI, Maryudi et al. Comparison of manganese laurate, manganese palmitate and manganese stearate on accelerating degradation of HDPE during natural weathering. **Jurnal Teknologi**, v. 79, n. 7, 2017.
- MATTSSON, Karin et al. Altered behavior, physiology, and metabolism in fish exposed to polystyrene nanoparticles. **Environmental science & technology**, v. 49, n. 1, p. 553-561, 2015.
- MIZRAJI, Ricardo et al. Is the feeding type related with the content of microplastics in intertidal fish gut?. **Marine pollution bulletin**, v. 116, n. 1-2, p. 498-500, 2017.

MOORE, Charles James. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. **Environmental research**, v. 108, n. 2, p. 131-139, 2008.

MORAES, Maíra; REZENDE, Carla Ferreira; MAZZONI, Rosana. Feeding ecology of stream-dwelling Characidae (Osteichthyes: Characiformes) from the upper Tocantins River, Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 30, n. 6, p. 645-651, 2013.

MUNNO, K.E., HELM, P., JACKSON, D., POURIER, D., BHAVSAR, S.P., CHONG-KIT, R., PETRO, S., 2016. Microplastic ingestion by shape in several species of fish from Lake Ontario. In: Abstract Submitted for the 59th Annual Conference on Great Lakes Research, **International Association for Great Lakes Research (IAGLR)**, Guelph, Ontario, June 6-10, 2016.

NEEDHAM, James G.; NEEDHAM, Paul R. **Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces**. Reverté,, 1982.

NOVAES, Jlc. et al. Fish assemblage in a semi-arid Neotropical reservoir: composition, structure and patterns of diversity and abundance. **Brazilian Journal Of Biology**, [s.l.], v. 74, n. 2, p.290-301, maio 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.14712>.

OGATA, Yuko et al. International pellet watch: global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. **Marine pollution bulletin**, v. 58, n. 10, p. 1437-1446, 2009.

OLIVEIRA, Jônata F. et al. Estrutura trófica da ictiofauna em um reservatório do semiárido brasileiro. **Iheringia. Série Zoologia**, [s.l.], v. 106, n. 1, p.1-5, mar. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4766e2016001>.

PACHECO, C. B.; BAUMANN, J. C. Apodi: um olhar em sua biodiversidade. **Natal, Edição dos autores. 364p**, 2006.

PEGADO, Tamyris de Souza e Silva et al. First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River estuary. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], v. 133, p.814-821, ago. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.035>.

PERETTI, D.; ANDRIAN, I. F. **Trophic structure of fish assemblages in Five permanent lagoons of the high Paraná River floodplain, Brazil**. Environmental Biology of Fishes. Maringá, V. 71, p. 95-103, 2003.

PETERS, Colleen A.; BRATTON, Susan P. Urbanization is a major influence on microplastic ingestion by sunfish in the Brazos River Basin, Central Texas, USA. **Environmental pollution**, v. 210, p. 380-387, 2016.

PINHEIRO, C.; OLIVEIRA, U.; VIEIRA, M. Occurrence and impacts of microplastics in freshwater fish. **Journal of Aquaculture and Marine Biology**, v. 5, n. 6, p. 00138, 2017.

PLASTICS EUROPE, 2018. Plastics e the Facts 2018: an Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data, 60 pp. Available online:

https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf

RAMOS, J. A. A. et al. Trophic niche and habitat shifts of sympatric Gerreidae. **Journal of Fish Biology**, v. 85, n. 5, p. 1446-1469, 2014.

ROMEO, Teresa et al. First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. **Marine pollution bulletin**, v. 95, n. 1, p. 358-361, 2015.

RYAN, Peter G. et al. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 1999-2012, 2009.

SANCHEZ, Wilfried; BENDER, Coline; PORCHER, Jean-Marc. Wild gudgeons (*Gobio gobio*) from French rivers are contaminated by microplastics: preliminary study and first evidence. **Environmental research**, v. 128, p. 98-100, 2014.

SANTOS, Natália Carneiro Lacerda et al. Uso de recursos alimentares por *Plagioscion squamosissimus*-piscívoro não-nativo no reservatório de Sobradinho-BA, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n. 3, p. 397-408, 2018.

SCHMIDT, Christian; KRAUTH, Tobias; WAGNER, Stephan. Export of plastic debris by rivers into the sea. **Environmental science & technology**, v. 51, n. 21, p. 12246-12253, 2017.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE (SEMARH). Disponível em: <<http://www.semarh.rn.gov.br/consulta/cBaciaDetalhe.asp?CodigoEstadual=01>>. Acesso em 19 de Abr. 2019.

SELTENRICH, Nate. New link in the food chain? Marine plastic pollution and seafood safety. 2015.

SIGLER, Michelle. The effects of plastic pollution on aquatic wildlife: current situations and future solutions. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 225, n. 11, p. 2184, 2014.

SILVA, Danyelle Alves et al. Ecologia alimentar de *Astyanax lacustris* (Osteichthyes: Characidae) na Lagoa do Piató, Assu, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 2, n. 1, p. 74-82, 2012.

SILVA-CAVALCANTI, Jacqueline Santos et al. Microplastics ingestion by a common tropical freshwater fishing resource. **Environmental Pollution**, [s.l.], v. 221, p.218-226, fev. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.068>.

VENDEL, Ana Lucia et al. Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures. **Marine pollution bulletin**, v. 117, n. 1-2, p. 448-455, 2017.

ZAVALA-CAMIN, Luis Alberto. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. 1996.

ZUBRIS, Kimberly Ann V.; RICHARDS, Brian K. Synthetic fibers as an indicator of land application of sludge. **Environmental pollution**, v. 138, n. 2, p. 201-211, 2005.

REFERÊNCIAS GERAIS

- AGOSTINHO, Angelo Antonio; JÚLIO JR, Horácio F. Peixes da bacia do alto rio Paraná. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**, p. 374-400, 1999.
- AGOSTINHO, A. A.; NARAHARA, M. Y.; GODINHO, H. M. Morfologia dos ovários de *Plecostomus commersonii* (Valenciennes, 1840) (Osteichthyes:Loricaridae) Desenvolvimento dos ovócitos e escala de maturidade. *Revista Brasileira de Biologia*, v.42, n.1, p. 71-77, 1982.
- ALMEIDA, R. G.; SOARES, L. H.; EUFRÁSIO, M. M. **Lagoa do Piató: Peixes e Pesca**. Natal: Coleção Vale do Açú, Coleção Humanas Letras, 1993, p. 84.
- ANDRADE, Marcelo C. et al. First account of plastic pollution impacting freshwater fishes in the Amazon: Ingestion of plastic debris by piranhas and other serrasalmids with diverse feeding habits. **Environmental Pollution**, [s.l.], v. 244, p.766-773, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.088>.
- ARAÚJO, A. S.; SOUZA, O. P.; NASCIMENTO, W. S.; OLIVEIRA, J. C. S.; YAMAMOTO, M. E.; CHELLAPPA, S. Reproductive strategy of *Psectrogaster rhomboides* Eigenmann & Eigenmann, 1889, a freshwater fish from Northeastern Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 29, p.1259-1263, 2013.
- ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Revista Rios Eletrônica**, Campina Grande, v. 5, n. 5, p.89-98, set. 2011.
- BARNES, David KA et al. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 1985-1998, 2009.
- BARRETO, A. P.; ARANHA, J. M. R. Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 779-788. 2006.
- BARROS, Nirlei Hirachy Costa et al. Dynamics of sex reversal in the marbled swamp eel (*Synbranchus marmoratus* Bloch, 1795), a diandric hermaphrodite from Marechal Dutra Reservoir, northeastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 33, n. 3, p. 443-449, 2017.
- BROWNE, Mark A.; GALLOWAY, Tamara S.; THOMPSON, Richard C. Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines. **Environmental Science & Technology**, v. 44, n. 9, p. 3404-3409, 2010.
- BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.
- BUENO, R. M. X.; CHELLAPPA, S. Composição ictiofaunística de valor comercial do açude público Marechal Dutra, Acari, RN. In: Congresso Nordestino de Ecologia, 10, 2003,

Olinda: Sociedade Nordestina de Ecologia. Anais do Congresso Nordestino de Ecologia, Recife, CD-ROM, 2003.

BUENO, R. M. X.; CHELLAPPA, S.; CHELLAPPA, N. T. Período reprodutivo do cascudo, *Hypostomus pusalum* (Starks) (Osteichthyes, Loricariidae) e limnologia do açude Marechal Dutra no semi-árido Brasileiro. *Revista Nordestina de Biologia*, v. 18 (2), 21-33, 2006.

BUENO, R. M. X.; CHELLAPPA, S.; CHELLAPPA, N.T. Período reprodutivo do cascudo, *Hypostomus pusalum* (Starks) (Osteichthyes: Loricariidae) e limnologia do açude Marechal Dutra, no semiárido brasileiro. *Revista Nordestina de Biologia*, v. 19, n.1, p. 15-27, 2008.

CARR, Archie. Impact of nondegradable marine debris on the ecology and survival outlook of sea turtles. **Marine Pollution Bulletin**, v. 18, n. 6, p. 352-356, 1987.

CHELLAPPA, S.; BUENO, R. M. X.; CHELLAPPA, T.; CHELLAPPA, N.T.; VAL, V. M. F. A. Reproductive seasonality of the fish fauna and limnoecology of semi-arid Brazilian reservoirs. *Limnologia, Limnoecology in Latin America*, v. 39, n.4, p. 325- 329, 2009.

CHOY, C. Anela; DRAZEN, Jeffrey C. Plastic for dinner? Observations of frequent debris ingestion by pelagic predatory fishes from the central North Pacific. **Marine Ecology Progress Series**, v. 485, p. 155-163, 2013.

COLE, Matthew et al. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 12, p. 2588-2597, 2011.

COURTENE-JONES, Winnie et al. Microplastic pollution identified in deep-sea water and ingested by benthic invertebrates in the Rockall Trough, North Atlantic Ocean. **Environmental pollution**, v. 231, p. 271-280, 2017.

DELARIVA, R. L.; AGOSTINHO, A. A. Relationship between morphology and diets of neotropical loricariids. *Journal of Fish Biology*, v.58, p.382-847, 2001.

DERRAIK, Jose GB. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine pollution bulletin**, v. 44, n. 9, p. 842-852, 2002.

DIAS, Ana Carolina Monteiro Iozzi; BRANCO, Christina Wyss Castelo; LOPES, Vanessa Guimarães. Estudo da dieta natural de peixes no reservatório de Ribeirão das Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, [s.l.], v. 27, n. 4, p.1-5, 26 mar. 2005. Universidade Estadual de Maringa. <http://dx.doi.org/10.4025/actascibiolsci.v27i4.1270>.

EMPARN - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Análise precipitação acumulada p/mês*. Disponível em: <<http://189.124.130.5:8181/monitoramento/2017/graficos/qmes1006.htm>>. Acesso em 19 de Abr. 2019

FERREIRA, Guilherme VB et al. Plastic debris contamination in the life cycle of Acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*) in a tropical estuary. **ICES Journal of Marine Science**, v. 73, n. 10, p. 2695-2707, 2016.

FOSSI, Maria Cristina et al. Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 11, p. 2374-2379, 2012.

FOSSI, Maria Cristina et al. Plastic debris occurrence, convergence areas and fin whales feeding ground in the Mediterranean marine protected area pelagos sanctuary: a modeling approach. **Frontiers in Marine Science**, v. 4, p. 167, 2017.

FOWLER, Charles W. Marine debris and northern fur seals: a case study. **Marine pollution bulletin**, v. 18, n. 6, p. 326-335, 1987.

FREIRE, A.G.; ALMEIDA, R.G.; MENESCAL, R.; MEDEIROS, P.B.; SILVA, M. M. **Caracterização ictiofaunística dos grandes açudes do semi-árido do Rio Grande do Norte**. Coleção Mossoroense. Mossoró, RN.; série C, v. 1135, p. 269-275, agosto, 2000.

GALL, Sarah C.; THOMPSON, Richard C. The impact of debris on marine life. **Marine pollution bulletin**, v. 92, n. 1-2, p. 170-179, 2015.

GANDARA E SILVA, P.P. et al. Leachate from microplastics impairs larval development in brown mussels. **Water research**, v. 106, p. 364-370, 2016.

GESAMP. Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment. **Rep. Stud. GESAMP**, v. 90, p. 96, 2015.

HAHN, N. S. Alimentação e dinâmica da nutrição da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840)(Pisces, Perciformes) e aspectos da estrutura trófica da ictiofauna acompanhante no rio Paraná. **Rio Claro, SP**, 1991.

HAHN, N. S. et al., **Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo**. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo, p. 141-162, 1997.

HOLMES, Luke A.; TURNER, Andrew; THOMPSON, Richard C. Adsorption of trace metals to plastic resin pellets in the marine environment. **Environmental Pollution**, v. 160, p. 42-48, 2012.

HOPEWELL, Jefferson; DVORAK, Robert; KOSIOR, Edward. Plastics recycling: challenges and opportunities. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 2115-2126, 2009.

House of Commons, Water Quality: Priority Substances. Volume II Oral and Written Evidence. HC272-II. **House of Commons Science and Technology Committee**, London. 2013.

IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. Marine debris review for Latin America and the wider Caribbean region: from the 1970s until now, and where do we go from here?. **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, n. 8, p. 1087-1104, 2007.

IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. **Environ Pollut**, v. 185, p. 352-64, 2014.

JAMBECK, Jenna R. et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015.

LAIST, David W. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: **Marine Debris**. Springer, New York, NY, 1997. p. 99-139.

LOWE-MCCONNELL, ROSEMARY H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. In: **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. 1999.

LUSHER, A. L.; MCHUGH, Matthew; THOMPSON, R. C. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. **Marine pollution bulletin**, v. 67, n. 1-2, p. 94-99, 2013.

MACARTHUR, Robert H.; PIANKA, Eric R. On optimal use of a patchy environment. **The American Naturalist**, v. 100, n. 916, p. 603-609, 1966.

MARYUDI, Maryudi et al. Comparison of manganese laurate, manganese palmitate and manganese stearate on accelerating degradation of HDPE during natural weathering. **Jurnal Teknologi**, v. 79, n. 7, 2017.

MAZZONI, R. et al. Diet and feeding daily rhythm of *Pimelodella lateristriga* (Osteichthyes, Siluriformes) in a coastal stream from Serra do Mar □ RJ. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 4, p. 1123-1129, 2010.

MEDEIROS, T. K. A; MOTA, J. C. M; LIMA, R. B. C.; OLIVEIRA JR., E. T.; DANTAS, I. M. Composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos presentes em um ambiente dulcícola no semiárido nordestino. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 2016, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Editora Realize, 2016.

MENEZES, N. A. Importância da conservação da ictiofauna dos ecossistemas aquáticos brasileiros. **Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico-COMASE, ELETROBRÁS, Curitiba. Seminário sobre a fauna aquática e o setor elétrico brasileiro, reuniões temáticas preparatórias: caderno**, 1994.

MONTENEGRO, A. K. A. et al. Aspects of the feeding and population structure of *Leporinus piauFowler*, 1941 (Actinopterygii, Characiformes, Anostomidae) of Taperoá II Dam, semi arid region of Paraíba, Brazil. **Biotemas**, Paraíba, vol. 23, n. 2, p. 101-110, jun. 2010.

MONTENEGRO, Luciana Araújo et al. BIOLOGIA ALIMENTAR DO MUSSUM, *Synbranchus marmoratus* (BLOCH, 1795)(OSTEICHTHYES: SYNBRANCHIDAE) NO AÇUDE MARECHAL DUTRA, LOCALIZADO NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 1, n. 2, p. 45-52, 2011.

MONTOYA-BURGOS, Juan-Ignacio et al. Phylogenetic relationships of the Loricariidae (Siluriformes) based on mitochondrial rRNA gene sequences. **Phylogeny and classification of Neotropical fishes**, p. 363-374, 1998.

MOORE, Charles James. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. **Environmental research**, v. 108, n. 2, p. 131-139, 2008.

MOURA, Cristiane de Carvalho Ferreira Lima et al. The impact of a biomanipulation experiment on the ichthyofauna diet from a neotropical reservoir in Brazilian semiarid. **Acta Limnologica Brasiliensia**, [s.l.], v. 30, p.1-11, 5 abr. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s2179-975x2817>.

NASCIMENTO, W. S. *et al.* Composição da ictiofauna das bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 4, n. 1, p. 126-131, 2014.

NELSON, J. S. Fishes of the world. 3d ed. **Wiley, New York**, 1994.

NIKOLSKY, George V. Ecology of fishes. In: **Ecology of fishes**. Academic press, 1963.

OLIVEIRA, et al. Variações nas características físico-químicas da água no Rio Mossoró em diferentes épocas do ano. In: **V simpósio de Recursos Hídricos**, 5, 2000, Natal. Variações nas características físico-químicas da água no Rio Mossoró em diferentes épocas do ano. Natal: 2000.

OLIVEIRA, J. F.; COSTA, R.S.; NOVAES, J. L.C.; REBOUÇAS, L.G. F.; MORAIS-SEGUNDO, L. N.; PERETTI, D. Efeito da seca e da variação espacial na abundância de indivíduos nas guildas tróficas da ictiofauna em um reservatório no semiárido brasileiro. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 51–64, 2016.

OLIVEIRA, Jean Carlos Dantas de et al. Does the oscillation of the water volume of the reservoir influence in the same way in fish diet? **Acta Limnologica Brasiliensia**, [s.l.], v. 30, p.1-13, 16 abr. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s2179-975x9216>.

OLIVEIRA, Jean Carlos Dantas et al. Diet of two insectivorous fish species in a Brazilian semiarid reservoir. **Journal Of Animal Behaviour And Biometeorology**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.11-17, 2019. JABB - Journal of Animal Behaviour and Biometeorology. <http://dx.doi.org/10.31893/2318-1265jabb.v7n1p11-17>.

OLIVEIRA, Jônata Fernandes de et al. Spatial-temporal analysis of the diet of a non-native fish in the Santa Cruz Reservoir, Brazilian semi-arid. **Acta Limnologica Brasiliensia**, [s.l.], v. 30, p.1-11, 23 nov. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s2179-975x10416>.

PACHECO, C. B.; BAUMANN, J. C. Apodi: um olhar em sua biodiversidade. **Natal, Edição dos autores. 364p**, 2006.

PEGADO, Tamyris de Souza e Silva et al. First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River estuary. **Marine Pollution Bulletin**, Amazônia, v. 133, n. 1, p.814-821, ago. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.035>.

PESSOA, E.K.R.; LIMA, L. T.B.; CHELLAPPA, N.T.; SOUZA, A.A.; CHELLAPPA, S. Aspectos alimentares e reprodutivos do cascudo, *Hypostomus pusalum* (Starks, 1913) (Osteichthyes: Loricariidae) no açude Marechal Dutra, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 3, p. 45-53, 2013.

POSSATTO, Fernanda E. et al. Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 5, p. 1098-1102, 2011.

RAMOS, T. P. A.; RAMOS, R. T. C.; RAMOS, S. A. Q. A. Ichthyofauna of the Parnaíba river basin, northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 14, n. 1, 2014.

ROSA, Ricardo S. et al. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga. **Ecologia e conservação da Caatinga**, v. 2, p. 135-180, 2003.

ROTTA, M. A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. Corumbá: **Embrapa Pantanal**, 2003.

SCHMIDT, Christian; KRAUTH, Tobias; WAGNER, Stephan. Export of plastic debris by rivers into the sea. **Environmental science & technology**, v. 51, n. 21, p. 12246-12253, 2017.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE (SEMARH). Disponível em: <<http://www.semarh.rn.gov.br/consulta/cBaciaDetalhe.asp?CodigoEstadual=01>>. Acesso em 19 de Abr. 2019.

SELTENRICH, Nate. New link in the food chain? Marine plastic pollution and seafood safety. 2015.

SILVA, I. R.; BITTENCOURT, A. C. D. S. P. Distribuição DO lixo marinho e sua interação com a dinâmica de ondas e deriva litorânea no litoral Norte do estado da Bahia, Brasil. **Geociências (São Paulo)**, v. 35, n. 2, p. 231-246, 2016.

SILVA-CAVALCANTI, Jacqueline Santos et al. Microplastics ingestion by a common tropical freshwater fishing resource. **Environmental Pollution**, [s.l.], v. 221, p.218-226, fev. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.068>.

SUTHERLAND, William J. et al. A horizon scan of global conservation issues for 2010. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 1, p. 1-7, 2010.

SUZUKI, H. I.; AGOSTINHO, A. A.; WINEMILLER, K. O. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Paraná River, Brazil. **Journal of fish biology**, v. 57, n. 3, p. 791-807, 2000.

THOMPSON, R.; MOORE, C. J.; SAAL, F. S. VOM; SWAN, S. H. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 364, n. 1526, p. 2153–66, 2009.

VIEIRA, A.; SANTOS, V.; CURI, W. Escolha das regras de operação racional para subsistema de reservatórios no semiárido nordestino. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2010.

VINCENT, Anna et al. Citizen science datasets reveal drivers of spatial and temporal variation for anthropogenic litter on Great Lakes beaches. **Science of the Total Environment**, v. 577, p. 105-112, 2017.

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.

WINEMILLER, K O. **Food webs: integration of patterns and dynamics**. New York: GA Polis - Chapman and Hall, 1996.

WRIGHT, Stephanie L.; THOMPSON, Richard C.; GALLOWAY, Tamara S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environmental pollution**, v. 178, p. 483-492, 2013.

ZAVALA-CAMIN, Luis Alberto. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. 1996.

ZICCARDI, Linda M. et al. Microplastics as vectors for bioaccumulation of hydrophobic organic chemicals in the marine environment: A state-of-the-science review. **Environmental toxicology and chemistry**, v. 35, n. 7, p. 1667-1676, 2016.