

ECOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

**ESTUDOS APLICADOS À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-
MOSSORÓ, RIO GRANDE DO NORTE**



ORGANIZADORES

JÔNATA F. OLIVEIRA

DANIELLE PERETTI



**ECOLOGIA DE AMBIENTES
AQUÁTICOS CONTINENTAIS**
**ESTUDOS APLICADOS À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-
MOSSORÓ, RIO GRANDE DO NORTE**

**JÔNATA FERNANDES DE OLIVEIRA
DANIELLE PERETTI
(ORGANIZADORES)**

**ECOLOGIA DE AMBIENTES
AQUÁTICOS CONTINENTAIS
ESTUDOS APLICADOS À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-
MOSSORÓ, RIO GRANDE DO NORTE**



Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Reitor

Pedro Fernandes Ribeiro Neto

Vice-Reitor

Fátima Raquel Rosado Morais

Diretora de Sistema Integrado de Bibliotecas

Jocelânia Marinho Maia de Oliveira

Chefe da Editora Universitária – EDUERN

Anairam de Medeiros e Silva



Conselho Editorial das Edições UERN

Emanoel Márcio Nunes

Isabela Pinheiro Cavalcante Lima

Diego Nathan do Nascimento Souza

Jean Henrique Costa

José Cezinaldo Rocha Bessa

José Elesbão de Almeida

Ellany Gurgel Cosme do Nascimento

Ivanaldo Oliveira dos Santos Filho

Wellington Vieira Mendes

Revisão Técnica/Científica e Diagramação

Jônnata Fernandes de Oliveira

Danielle Peretti

Foto da Capa

Louize Nascimento

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

Ecologia de ambientes aquáticos continentais: estudos aplicados à bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte/ Jônnata Fernandes de Oliveira; Danielle Peretti (Orgs.) – Mossoró – RN: EDUERN, 2018.

189p.

ISBN: 978-85-7621-217-1

1. Biodiversidade. 2. Ecologia. 3. Ecologia de ecossistemas. 4. Proteção ambiental. 5. Bacia hidrográfica – Rio Apodi-Mossoró. I. Oliveira, Jônnata Fernandes de. II. Peretti, Danielle. III. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). IV. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. V. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais (PPGCN) e a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) pelo apoio logístico para as aulas da disciplina de Ecologia de Ecossistemas Aquáticos Continentais, e para o deslocamento dos alunos aos pontos de amostragens e estudos ao longo do trecho urbano do rio Apodi-Mossoró, no município de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte. O primeiro organizador também agradece ao PPGCN e a UERN pela oportunidade de realizar o seu estágio Pós-doutoral na instituição, e a Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida através do Programa Nacional de Pós-doutorado (PNPD).

Os organizadores,
Mossoró, RN, 08 de janeiro de 2018.

PREFÁCIO

Este importante livro foi desenvolvido a partir dos resultados dos trabalhos desenvolvidos por docentes e discentes do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais (PPGCN) da Universidade do Rio Grande do Norte (UERN) e por docentes e discentes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Os trabalhos foram desenvolvidos através da disciplina de Ecologia de Ecossistemas Aquáticos Continentais do programa.

Os estudos desenvolvidos e aqui apresentados foram um exercício de treinamento em ciência com foco na ecologia de ambientes aquáticos continentais. Para as pesquisas, foi utilizada a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, localizada no semiárido do Estado do Rio Grande do Norte, como modelo de estudo. Essa bacia se encontra localizada em uma região pouco conhecida, sendo um dos ambientes menos estudados do planeta. Esta região tem sofrido bastante devido a diversas atividades antrópicas.

Devido a esse limitado conhecimento e das atividades impactantes do homem se faz necessário a formação de gestores, ecólogos e biólogos da conservação para enfrentar o desafio que é gerir a biodiversidade e recursos naturais de semiárido nordestino. Uma das formas é por meio de cursos teórico-prático, como realizado na presente disciplina.

Através da aula de campo realizada em outubro de 2017 na cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte, os alunos puderam colocar em prática o conhecimento teórico adquirido na disciplina, confrontando-o com o ecossistema ali presente. Com elaboração de perguntas e hipóteses, os dados foram analisados e neste presente livro são apresentados os resultados e discussão.

Prof. Dr. Telton Pedro Anselmo Ramos
Universidade Federal da Paraíba

SUMÁRIO

EXPANSÃO DE *Eichhornia crassipes* Mart. (Solms), 1883 EM TRECHOS DE BARRAMENTOS DO RIO APODI-MOSSORÓ, RIO GRANDE DO NORTE 9

Fernanda Raquel Freire da Silva
Jessica Jessiana Ferreira Alves
Luiz Tavernard de Souza Neto

GEOPROCESSAMENTO COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISE DAS ZONAS RIPÁRIAS EM TRECHOS DO RIO APODI-MOSSORÓ, RIO GRANDE DO NORTE 46

Louize Nascimento
Vitor Moisés Rosário Queiroz
Luiz Tavernard de Souza Neto

MACROINVERTEBRADOS ASSOCIADOS À MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM UM TRECHO DO RIO APODI-MOSSORÓ, RIO GRANDE DO NORTE 82

Priscylla de Lima Costa
Ana Luiza Gomes Bezerra
Danielle Peretti

MACROINVERTEBRADOS ASSOCIADOS À MACRÓFITAS AQUÁTICAS COMO BIOINDICADORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO RIO APODI-MOSSORÓ, RIO GRANDE DO NORTE 105

Déborah Cristina Batista da Silveira
Érica Daiany Alves de Sousa
Iron Macedo Dantas

ESTUÁRIO DO RIO APODI-MOSSORÓ: CARACTERI-
ZAÇÃO, BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO..... 130

Raimunda Thyciana Vasconcelos Fernandes

Aruza Rayana Morais Pinto

Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes

BACIA HIDROGRAFICA DO RIO APODI/MOSSORÓ:
ASPECTOS LIMNOLÓGICOS, BARRAMENTOS E
ICTIOFAUNA 156

Jean Carlos Dantas de Oliveira

Jônnata Fernandes de Oliveira

**EXPANSÃO DE *Eichhornia crassipes* Mart. (Solms), 1883 EM
TRECHOS DE BARRAMENTOS DO RIO APODI-
MOSSORÓ, RIO GRANDE DO NORTE**

Fernanda Raquel Freire da Silva

Mestranda em Geografia, UERN

Jessica Jessiana Ferreira Alves

Mestranda em Geografia, UERN

Prof. Luiz Tavernard de Souza Neto

Mestre em Ciências Naturais, UERN

RESUMO

Os rios urbanos vêm sofrendo cada vez mais em decorrência da poluição gerada pelo crescente aumento populacional nas áreas que os rodeiam, e que, quando associado com a falta de chuvas, pode ocasionar sérios danos aos ambientes límnicos, como o caso da expansão da macrófita *Eichhornia crassipes* Mart. (Solms), 1883. Esta pesquisa foi desenvolvida na zona urbana do rio Apodi-Mossoró no município de Mossoró, Rio Grande do Norte, em três barramentos do rio, sendo estes o Barramento do Genésio, o Barramento do Centro e o Barramento das Barrocas, que apresentam uma significativa ocupação de *E. crassipes*. O objetivo geral foi realizar uma análise da extensão espacial de *E. crassipes* ao longo de cada barramento do rio Apodi-Mossoró na zona urbana do município de Mossoró. Utilizou-se pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo, técnicas de geoprocessamento e o uso de imagens de satélite do *software Google Earth* dos anos de 2009, 2013, 2017 com o intuito de realizar uma análise multitemporal da expansão de *E. crassipes*. Onde foi observada uma expansão

expressiva da espécie nos anos de 2013 e 2017, podendo estar diretamente relacionado a fatores climáticos, como a falta de chuvas no município e fatores antrópicos, como a ocupação indevida da Área de Proteção Permanente do rio, o que motiva a discussão de medidas minimizadoras dos impactos causados pela espécie ao fim do presente trabalho.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Pluviosidade. Rios Urbanos.

INTRODUÇÃO

Os estudos aprofundados sobre as comunidades de macrófitas aquáticas têm histórico recente. Ao longo dos anos, várias descobertas foram evidenciadas. Uma dessas descobertas, a partir de estudos feitos em ambientes aquáticos, como por exemplo em lagos, foi que a maioria das comunidades ecológicas viventes em tais ecossistemas possuíam nas macrófitas aquáticas a fonte principal de produção de biomassa, a qual, devido a este fator, poderia interferir na dinâmica do ecossistema (ESTEVEVES, 1998).

As comunidades de macrófitas aquáticas possuem papel funcional significativo em relação à manutenção de espécies da fauna aquática no que concerne ao metabolismo de ecossistemas límnicos, bem como no estabelecimento de trocas em relação ao ambiente aquático e o terrestre (SILVÉRIO, 2017). Sobre as suas características, as comunidades de macrófitas aquáticas possuem grande capacidade de acumular e armazenar fósforo e nitrogênio

presente em ambientes límnicos (BROCK et al., 1983 apud PALMA-SILVA et al., 2012).

Apesar de seus significativos benefícios e papel ecológico na manutenção de espécies, a ocupação demasiada das macrófitas podem ocasionar uma série de danos aos ambientes aquáticos nos quais elas estão inseridas (MARTINS; PITELLI, 2005). Dentre as espécies de macrófitas que podem causar efeitos negativos em ecossistemas aquáticos, destaca-se a *Eichhornia crassipes* Mart. (Solms), 1883.

Eichhornia crassipes é uma espécie de macrófita do grupo ecológico flutuante, que se destaca por sua alta capacidade de reprodução em ambientes aquáticos, isso em razão de que não há predadores ou inimigos naturais que possam realizar o controle desta (NEVES et al., 2002). Estudos apontam que esta espécie é nativa da região Amazônica, onde possui significativa distribuição nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde é conhecida por ser uma das ervas daninhas que pode causar efeitos desastrosos em ambientes aquáticos (MARTINS et al., 2003).

Dentre os fatores contribuintes para a distribuição e crescimento de *E. crassipes* estão a composição de sedimentos, turbidez, fatores relacionados à disponibilidade de nutrientes presentes nas águas, sejam estes de um lago, rio ou reservatórios, e a ação de herbívoros, bem como em relação aos aspectos climáticos

da região onde esta espécie se desenvolve, sendo que em regiões tropicais a proliferação tende a aumentar consideravelmente, pois as altas temperaturas médias, bem como radiações solares intensas que afetam estas regiões contribuem de forma significativa para a larga distribuição e crescimento de *E. crassipes* em ecossistemas límnicos (BIANCHINI JR, 2003).

O município de Mossoró, Rio Grande do Norte, sofre a influência de aspectos climáticos através da alta incidência solar durante a maior parte do ano por se localizar na região semiárida do Nordeste do Brasil. O clima do semiárido brasileiro é caracterizado pelas influências da sua localização geográfica, sendo importante destacar os condicionantes meteorológicos e geomorfológicos que o definem. Com isso, o clima caracteriza-se pelo seu baixo índice pluviométrico, não ocorrendo chuvas durante quase o ano todo, apresentando uma baixa umidade relativa do ar, onde o índice de aridez está entre 0,21 e 0,50, bem como uma precipitação média anual que varia de 300 mm e 800 mm, ocorrendo chuvas concentradas em certos anos, havendo eventos de cheias e inundações e após, ocorre um longo período de estiagem, caracterizado pelas secas (TROLEIS, 2011).

A partir do clima semiárido, que é dominante em grande parte da região nordeste, a rede hidrográfica do semiárido brasileiro é considerada modesta, mesmo apresentando grande extensão

territorial, onde os rios são intermitentes e irregulares, secando em períodos de estiagem e fluindo somente no período chuvoso (CARVALHO, 2013). Os rios do Nordeste brasileiro possuem usos múltiplos para a manutenção da dignidade humana da população, como o rio Apodi-Mossoró em Mossoró, RN, através dos Barramentos do Genésio, Centro e Barrocas, que são necessários para o desenvolvimento de atividades humanas no município.

Apesar dos benefícios relacionados à construção dos barramentos no rio Apodi-Mossoró para a população, estes causam modificações negativas no curso natural do rio intermitente, provocando em períodos de estiagem, a criação de ambientes aquáticos lânticos que, conjuntamente com o desenvolvimento de atividades humanas que provocam impactos, como por exemplo, a retirada da proteção fornecida pela vegetação da zona ripária do rio e o lançamento inadequado de resíduos, há o desenvolvimento de ambientes favoráveis para o surgimento de plantas aquáticas, em destaque para a espécie *E. crassipes*.

Devido à observação da vasta ocupação de *E. crassipes* nos barramentos do rio Apodi-Mossoró no município de Mossoró, RN, surgiu-se a necessidade da realização do presente trabalho, que tem como objetivo geral, realizar uma análise da extensão espacial de *E. crassipes* ao longo de barramentos do rio Apodi-Mossoró na zona urbana do município de Mossoró.

Macrófita *Eichhornia crassipes* Mart. (Solms), 1883

O desenvolvimento de macrófitas aquáticas são comumente associadas às regiões tropicais, devido às altas temperaturas bem como a incidência de ambientes límnicos que possuem condições favoráveis relacionados à nutrição dessas espécies (BIANCHINI JÚNIOR, 2003).

Diante da variedade de espécies de macrófitas aquáticas existentes em ambientes aquáticos, a espécie *E. crassipes* se destaca, principalmente por sua capacidade de reter nutrientes, sedimentos e metais, sendo esta espécie nativa da América do Sul tropical, onde foi introduzida em quase todos os continentes (POTT; POTT, 2000).

Eichhornia crassipes, de acordo com Esteves (1998) faz parte do grupo de macrófitas aquáticas flutuantes (Figura 1), “[...] que flutuam na superfície da água. Geralmente seu desenvolvimento máximo ocorre em locais protegidos pelo vento [...]” (ESTEVES, 1998, p. 104).

Hoje em dia *E. crassipes* é considerada uma planta de grandes centros urbanos, e “[...] sua origem é a América do Sul, mas, devido à beleza da planta e, especialmente, das flores, foi rapidamente introduzida em diferentes regiões do mundo, onde acabou se tornando a pior planta invasora de ambientes aquáticos. [...]” (HOLM et al., 1969 apud MARTINS; PITELLI, 2005, p. 234).

Apesar de sua beleza a mesma é considerada uma praga em muitas regiões do mundo, devido a sua alta capacidade de adaptação e reprodução em vários locais diferentes (GRANATO, 1995). Esse crescimento expressivo de macrófitas aquáticas, em destaque para a *E. crassipes*, pode ocasionar uma série de problemas como destaca Esteves (1998):

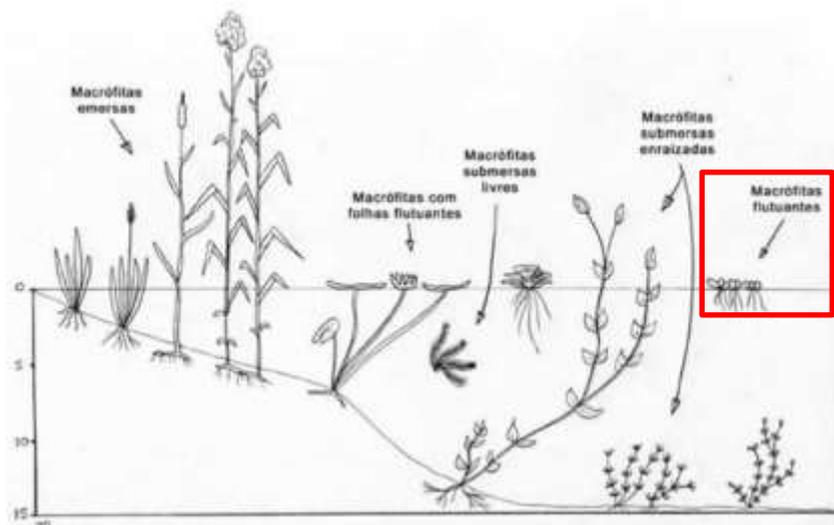
[...] impedimento da navegação, obstrução ou redução do fluxo de entrada de água nas turbinas de hidroelétricas, criação de condições para o crescimento de mosquitos e caramujos transmissores de doenças como malária e esquistossomose e redução da concentração de oxigênio do meio. [...] (ESTEVES, 1998, p. 125).

A espécie quando se reproduz de forma demasiada em ambientes aquáticos pode facilitar a proliferação de insetos vetores de doenças, além de alterar as propriedades físico-químicas da água, como as taxas de luminosidade, de oxigênio dissolvido, o que pode ocasionar um desequilíbrio ecológico e alterar as comunidades presentes (CARVALHO, 2012).

A grande expressividade no aumento de macrófitas aquáticas em ecossistemas aquáticos se dá em função da presença de nutrientes como Fósforo, Nitrogênio, Carbono, Potássio, Enxofre, Magnésio, Manganês, Cálcio e Cobre, que, quando presente em concentrações normais, são essenciais para o

desenvolvimento das espécies (CORRÊA et al., 2012), porém quando existentes em concentrações maiores que o normal, estes nutrientes se tornam potencialmente citotóxicos, agindo como poluidores de ambientes límnicos.

Figura 1 - Grupos ecológicos de macrófitas aquáticas, com destaque para o grupo de macrófitas flutuantes, em contorno vermelho.



Fonte: ESTEVES, 1998.

Em decorrência de atividades antrópicas, como a retirada de matas ciliares, a erosão de solos agrícolas e o descarte inadequado de resíduos sólidos, sejam estes industriais ou urbanos, os ambientes aquáticos sofrem significativa alterações negativas,

como a eutrofização do sistema, ocasionando a proliferação de vegetais aquáticos de variadas espécies, o que pode comprometer o ambiente e a qualidade das águas, afetando diretamente os seus usos múltiplos para a sociedade (NEVES et al., 2002).

Geoprocessamento e análise multitemporal

Com o intuito de classificar ambientes segundo as suas características, são utilizadas diversas técnicas que podem vir a auxiliar essa classificação numa abordagem integrada, além de compreender o ambiente a qual está sendo estudado. O geoprocessamento se configura como uma dessas técnicas, podendo ser utilizado para a análise de diversas áreas de estudo, principalmente na área ambiental. De acordo com Silva (2009, p. 12-13), o geoprocessamento não deve ser confundido a partir das diversas geotecnologias atualmente existentes. O autor afirma ainda que geoprocessamento é “[...] um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados (que são registros de ocorrências) georreferenciados, para transformá-los em informação (que é um acréscimo de conhecimento) relevante...”. As ferramentas computacionais que envolvem as técnicas de geoprocessamento se caracterizam como Sistema de Informação Geográfica (SIG) (XAVIER-DA-SILVA, 2009).

O SIG de acordo com Burrough (1986) apud Hamada (2007, p. 11), é “um poderoso conjunto de ferramentas para a

coleta, armazenamento, fácil recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real”. Para Hamada (2007, p. 13), as vantagens de se utilizar Sistema de Informação Geográfica são de significativa importância, uma vez que:

“[...] os dados, uma vez inseridos no sistema, são manipulados com rapidez; além disso, o sistema permite diferentes análises dos dados de forma mais eficiente, utilizando ferramentas matemáticas e estatísticas sofisticadas e com menor subjetividade que se fossem realizadas de forma manual; o SIG também possibilita processos de tomada de decisão, facilita a atualização dos dados e produz mapas com rapidez”.

Com a utilização de SIG é possível realizar diferentes tipos de análise espacial, incluindo as análises temporais e multitemporais de áreas de estudo. Segundo Câmara et al. (2017, p. 2) a ênfase da análise espacial é “mensurar propriedades e relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo de forma explícita”. A partir da análise multitemporal, pode-se observar fenômenos que ocorreram em intervalos de tempo, para uma melhor compreensão da evolução dos fatos que ocorrem no espaço geográfico a ser analisado.

METODOLOGIA

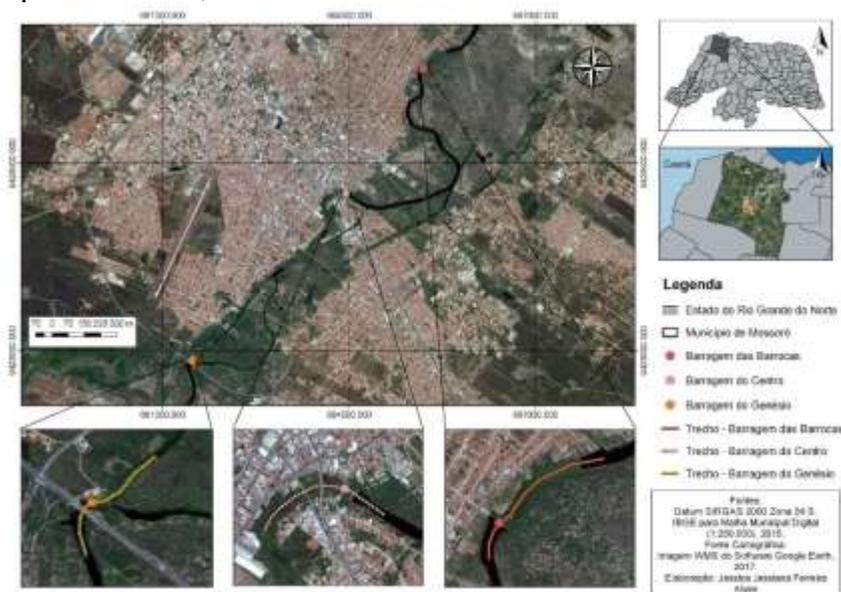
A presente pesquisa foi desenvolvida no município de Mossoró, Rio Grande do Norte, que segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) ocupa uma área de 2.099,333 km², com uma população de 259.815 no ano de 2010 e 295.619 estimada para o ano de 2017, com uma densidade demográfica que corresponde 123,76 hab./km² estimada no último censo. De acordo com dados do Instituto de Gestão das Águas do Estado do RN (IGARN, 2009) a Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró insere-se em clima muito quente e semiárido, que é predominante, porém próximo a sua nascente a mesma apresenta um clima de característica “[...] tropical chuvoso com verão seco e estação chuvosa se adiantando para o outono” (IGARN, 2009, p.1). No que se refere a precipitação a bacia apresenta

[...] chuvas anuais médias de longo período situam-se em torno de 700 mm, havendo pequena área, nas proximidades da foz e na região a leste do trecho médio do rio do Carmo, onde descem a 600 mm. Na parte alta, a montante da localidade de Tabuleiro Grande, há um aumento até cerca de 900 mm, com pequena área, na região alta de Martins, onde chegam a 1.100 mm (IGARN, 2009, p.1).

O rio Apodi-Mossoró é um rio perene e exclusivamente potiguar, que ocupa uma área de 14.276 km². Este vem sofrendo impactos ambientais em decorrência da retirada da mata ciliar, assoreamento e lançamento de efluentes, devido à expansão urbana desordenada e desenfreada (SOUZA; SILVA; DIAS, 2012), que vem ocorrendo principalmente nos trechos do Barramento do Genésio, Barramento do Centro e Barramento das Barrocas (Figura 2) que se constituíram em locais bastante propícios para a realização da pesquisa, uma vez que foi observado e constatada a presença de bancos de macrófita flutuante da espécie *E. crassipes* em cada um dos barramentos.

Desta forma, foi formulada a seguinte pergunta: qual o estado de expansão de *Eichhornia crassipes* nos trechos de barramentos do rio Apodi-Mossoró? Considerando a interferência antrópica através do processo de urbanização, além dos longos períodos de estiagem, esperou-se encontrar uma maior expansão de *E. crassipes* ao longo do tempo. Para testar a hipótese foi avaliada a expansão desta no rio Apodi-Mossoró, em três trechos de barramentos localizados no perímetro urbano na cidade de Mossoró, nos anos de 2009, 2013 e 2017, com a realização de análise multitemporal, utilizando-se o *software Google Earth*.

Figura 2 - Localização dos trechos analisados (Barramento das Barrocas, Barramento do Centro e Barramento do Genésio) do rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte.



Fonte: Elaborado por Jessica J. F. Alves, 2017.

Cada trecho definido e estudado possui as seguintes extensões: Barramento do Genésio - 644 m (23.299 m²) localizada nas seguintes coordenadas UTM: 681.473,00 E; 9.422.848,00 N; Barramento do Centro - 682 m (33.895 m²) possui as seguintes coordenadas UTM: 683.946,00 E; 9.425.527,00 N; Barramento das Barrocas - 766 m (55.218 m²) possui as seguintes coordenadas UTM: 685.187,00 E; 9.427.514,00 N. Para os anos de 2009, 2013 e 2017 foi possível analisar a expansão de *E. crassipes* por meio das imagens de satélite disponibilizadas pelo *Google Earth*.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizada a pesquisa bibliográfica, na qual foi possível obter dados de livros, artigos e outros documentos com a finalidade de caracterizar a macrófita *E. crassipes*. Além disso, foi realizada uma pesquisa de campo em 21 de outubro de 2017, sendo visitado os trechos do Barramento do Genésio, do Barramento do Centro e do Barramento das Barrocas. A pesquisa de campo teve o intuito de observar os fatores que contribuem para o crescimento e desenvolvimento de *E. crassipes*, assim como realizar registros fotográficos dos trechos.

A fim de evidenciar a expansão da espécie estudada que ocupa os trechos do rio Apodi-Mossoró, no município de Mossoró, utilizou-se o *software* de geoprocessamento QGIS 2.14.11 por meio da ferramenta “vetorização manual”. As imagens de satélite dos anos de 2009, 2013 e 2017 foram disponibilizadas pelo *software* *Google Earth*, através da função “imagens históricas”. As imagens foram usadas para realizar a análise multitemporal da expansão espacial de *E. crassipes* durante os anos analisados.

Estudos desta natureza objetivam observar a evolução das mudanças advindas de um mesmo local e suas características, considerando épocas distintas. Paranhos Filho et al. (2008, p. 164-165) destacam que, “ao se comparar as características de um mesmo local em diferentes épocas e se observar as modificações ocorridas, tem-se a análise multitemporal.” No contexto do SIG, a

análise multitemporal é realizada com a sobreposição de dois ou mais mapas que se cruzam tomando como base de análise os diferentes períodos objetos da pesquisa.

No estudo de *E. crassipes*, tomando como base o ano de 2009, observa-se que neste ano, a pluviosidade atingiu 1278,9 mm, o que o caracteriza como um ano muito chuvoso (ROCHA, 2015) como é possível observar na figura 3, posto que as chuvas ocorridas neste ano alagaram vários bairros do município, principalmente o trecho do Barramento do Centro. Esse período de grandes chuvas ocorreu durante a data das imagens que correspondem ao ano de 2009, que são do dia 20 do mês de outubro.

A partir disso, o motivo se caracteriza em questão de que as fortes precipitações pluviométricas possuem papel de grande relevância na depuração de efluentes líquidos das águas e consequentemente na diminuição de *E. crassipes*. Assim, no ano de 2009 houve elevados níveis de precipitação no município de Mossoró, o que ocasionou o aumento do nível da lâmina d'água do rio Apodi-Mossoró, bem como do trecho urbano e consequentemente causaram cheias e inundações no município.

Já o ano de 2013, este se caracteriza por ser intermediário entre o ano do período de cheias no município até o ano de 2017, que também foi analisado em relação à expansão de *E. crassipes*,

tendo em vista que há a necessidade de realizar-se um estudo mais atual da espacialização desta espécie nos trechos estudados.

Figura 3 - Consequências das fortes chuvas no ano de 2009, nos trechos próximos ao rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte: A) Alagamentos em Bairros do Município de Mossoró; B) Ruas próximas do Barramento Centro antes das fortes chuvas; C) Cheia no Barramento Centro; D) Ruas próximas do Barramento Centro após as fortes chuvas.



Fonte: Canindé Soares (2009) apud Rocha (2015, p. 115).

Os níveis pluviométricos dos anos de 2013 e 2017 foram bem menores se comparado ao ano de 2009. Segundo Rocha (2015), no ano de 2013, a pluviosidade atingiu 470,6 mm e no ano

de 2017, a previsão foi de 550,0 mm, segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN).

As datas que correspondem ao ano de 2013 são: Barramento do Genésio - 26 de junho; Barramento do Centro - 03 de maio; Barramento das Barrocas - 19 de setembro. Já as imagens do ano de 2017, a data é do dia 04 de agosto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise multitemporal da macrófita *Eichhornia crassipes* no Barramento do Genésio

No que concerne aos dados coletados por meio da visita de campo, primeiramente foi possível observar fatores antrópicos que contribuem para a expansão de *E. crassipes* no trecho do Barramento do Genésio. Estes fatores estão relacionados principalmente ao desenvolvimento urbano de forma desordenada em APP's do rio. Além disso, foi possível analisar dados da precipitação pluviométrica do município.

Em relação à análise do ano de 2009, este foi um ano de ocorrência de cheias e alagamentos em vários trechos da zona urbana, devido às elevadas precipitações que ocorreram neste período. Como ressaltado na figura 4A para o ano de 2009, no Barramento do Genésio não possuía *E. crassipes*, pois, como

observado na imagem de satélite, é possível notar a influência da correnteza das águas neste trecho, o que caracteriza como um ambiente lótico, não propenso para o seu desenvolvimento. Pois tal espécie desenvolve-se principalmente em ambientes aquáticos lênticos, com alta incidência solar (ESTEVES, 1998).

Já o ano de 2013, é possível observar a formação de bancos de *E. crassipes* no trecho analisado como apresentado no mapa da figura 4B, que correspondem a 1.248 m² (5,3%) do trecho do Barramento do Genésio. O nível de precipitação pluviométrica referente ao ano de 2013 no município foi um total de 470,6 mm, que se comparado ao ano de 2009, que choveu 1278,9 mm, este nível decaiu bastante, sendo que 2013 foi considerado como um ano seco (ROCHA, 2015).

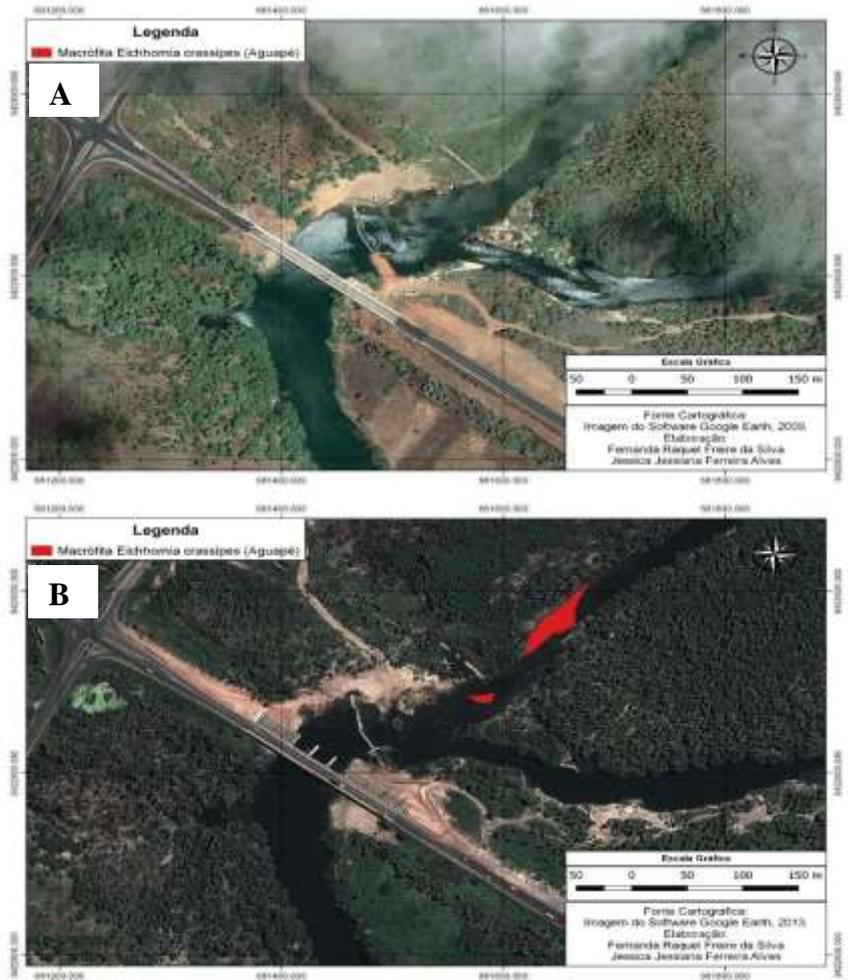
Devido ao baixo fluxo de água corrente, o trecho do Barramento do Genésio não apresentava a mesma vazão do ano considerado como muito chuvoso, o que possibilitou o desenvolvimento de *E. crassipes* neste trecho. Além disso, é importante salientar os fatores relacionados às influências antrópicas, que contribuem para o desenvolvimento de *E. crassipes*, através do lançamento de altas concentrações de matéria orgânica nas águas do rio, sendo isto motivado pela falta de saneamento básico, uma vez que os resíduos domésticos são lançados diretamente no rio provocando uma elevada reprodução de *E.*

crassipes (CARVALHO, 2012), isso ocorre pelo não conhecimento das consequências deste lançamento.

No ano de 2017 é possível observar através do mapa do Barramento do Genésio (Figura 4C) a forte expansão de *E. crassipes* neste trecho, correspondendo a 7.327 m² (31,4%) do trecho analisado, o que reflete um aumento quando comparado ao ano de 2013. Tal expansão, desde o ano de 2013, pode estar relacionado ao fator de que no ano de 2017, segundo dados da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN, 2017), a previsão do total do índice pluviométrico é de 550,0 mm, o que Rocha (2015) classifica como um ano seco. A partir disso, sob a influência dos fatores antrópicos, o desenvolvimento de *E. crassipes* se expandiu de forma considerável neste trecho.

Na figura 5A pode-se observar o Barramento do Genésio, onde ao ser registrado, foi possível observar a larga expansão de *E. crassipes*. Vale ressaltar que através do campo realizado, além do trecho apresentar a macrófita *E. crassipes*, foi possível identificar outras espécies de grupos ecológicos distintos como macrófitas emersas, na região litorânea e macrófita enraizada com folha flutuante, como a ninfeia (*Nymphaea* sp.) (Figura 5B).

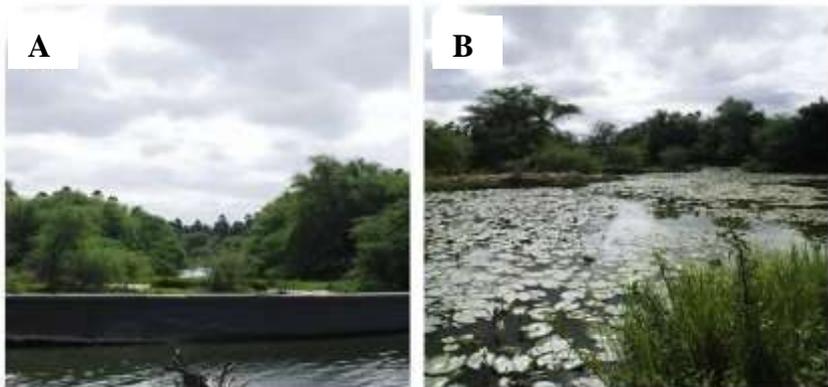
Figura 4 - Espacialização da macrófita *Eichhornia crassipes* no Barramento do Genésio do rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte, nos anos: A) 2009; B) 2013; C) 2017.





Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Figura 5 - A) Barramento do Genésio; B) Espécies distintas de macrófitas emersas no trecho do Barramento do Genésio do rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte.



Fonte: Fernanda Raquel, 2017.

Barramento do Centro

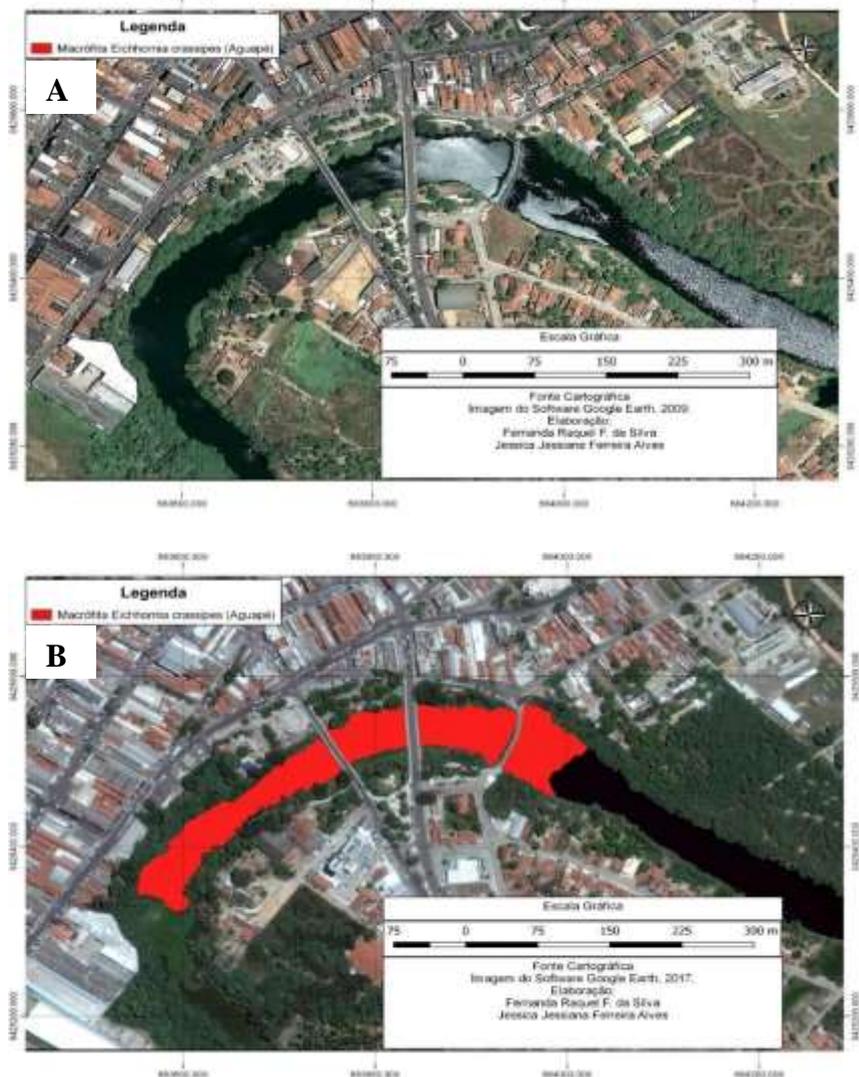
O trecho do Barramento do Centro (Figura 6) foi o segundo trecho a ser visitado e analisado. As altas incidências de precipitações no município de Mossoró no ano de 2009 também elevou a lâmina d'água do trecho do Barramento do Centro, onde ocorreram cheias e inundações, como pode ser observado na figura 3. Em relação à análise deste ano com o auxílio de imagens de satélite, foi possível observar que não havia *E. crassipes* (Figura 6A), isto devido ao fator de que houve uma alta vazão neste trecho através das intensas chuvas que ocorreram neste ano, proporcionando o movimento e aumento da lâmina d'água, o que se configurava como um ambiente lótico. Segundo Rocha (2015), o nível do rio subiu 1,2 metros neste ano, o que causou sérias consequências para as comunidades, que se situam nas proximidades das margens. Assim, tais fatores não proporcionaram o desenvolvimento de *E. crassipes* neste trecho.

Já em relação ao ano de 2013, é perceptível a formação de bancos de *E. crassipes* no trecho analisado, o que corresponde à 10.582,6 m² (31,2%) (Figura 6B). O desenvolvimento da espécie pode ter sido ocasionado devido ao baixo índice de precipitação pluviométrica que o ano de 2013 apresentou (470,6 mm), o que o classificou como um ano seco (ROCHA, 2015).

É perceptível na figura 6B que a espécie está concentrada após o Barramento do Centro, que pode ter sido motivada através das águas lânticas, sendo isso um processo inevitável pela falta de chuvas. Outro fator é em relação à influência antrópica e crescimento urbano deste trecho, pois este sofre com a pressão antrópica (residências e indústrias) que ocupam APP's, sendo esta de 100 m, tanto do lado esquerdo como do lado direito do rio. Este fator, juntamente com o a expansão urbana, onde cidades desenvolvem-se sem planejamento através da falta de saneamento, podem explicar o desenvolvimento da espécie neste trecho.

No que concerne ao ano de 2017, o trecho do Barramento do Centro se encontra completamente saturado pela expansão de *E. crassipes*, no qual a ocupação se duplicou de 2013 a 2017, totalizando 22.799 m² (67,3% do trecho analisado). Isso confirma a hipótese de que nos anos de 2013 e 2017 a falta de chuvas associados como os fatores antrópicos contribuíram para expansão dessa espécie ao longo deste trecho (Figura 6C). Na figura 7, é notável a forte expansão de *E. crassipes* no trecho do Barramento do Centro, tanto a montante quanto a jusante. Na figura 7B é possível observar um emissário que faz o despejo de efluentes domésticos sem nenhum tratamento no trecho analisado, que contribui fortemente para a expansão de *E. crassipes*.

Figura 6 - Espacialização da macrófita *Eichhornia crassipes* no Barramento do Centro do rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte, nos anos: A) 2009; B) 2013; C) 2017.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Figura 7 - A) Macrófita *Eichhornia crassipes* no Barramento do Centro; B) Emissários de lançamento de efluentes no Barramento do Centro do rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte.



Fonte: Fernanda Raquel, 2017.

Barramento das Barrocas

No ano de 2009, através da análise das imagens de satélite, é perceptível que não havia *E. crassipes* no trecho do Barramento das Barrocas (Figura 8A), devido à ocorrência das fortes chuvas que ocorreram neste ano, posto que, como foi mencionado, a *E. crassipes* não se desenvolve em ambientes lóticos.

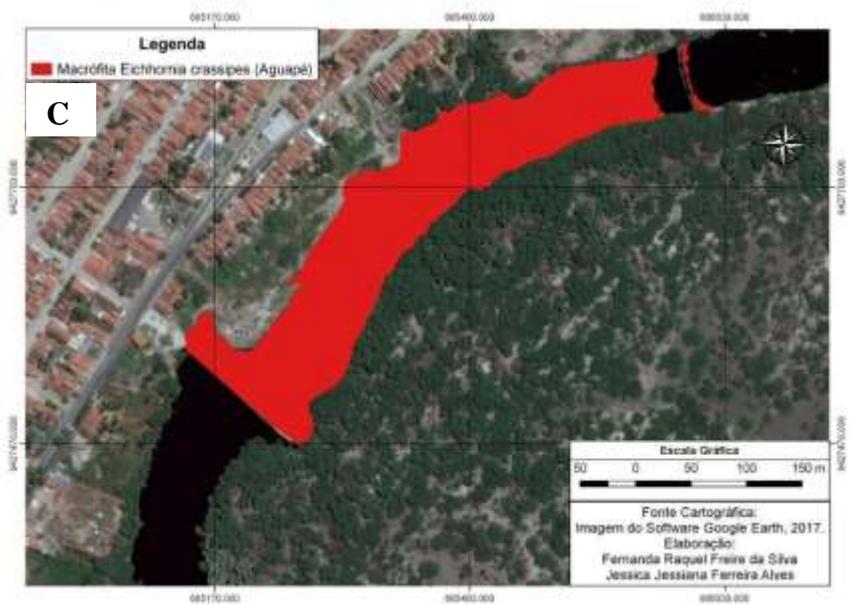
No ano de 2013, como nos outros trechos analisados, foi possível identificar a formação de bancos de *E. crassipes* no trecho do Barramento das Barrocas, o que correspondia a 24.534 m² (44,4% deste trecho). Este dado reflete que a *E. crassipes* já ocupava quase a metade do trecho três anos após as fortes chuvas

(Figura 8B), podendo ser observados bancos de *E. crassipes* tanto a montante quanto a jusante do Barramento.

Este resultado estar interligado como a falta de chuvas nesse período assim como aos fatores antrópicos (descarte inadequado de resíduos líquidos e sólidos), que provocam a eutrofização do rio através da alta concentração de matéria orgânica (CARVALHO, 2012), posto que residências estão localizadas às margens desse Barramento, que desta forma acabam contribuindo para a proliferação dessa espécie.

Figura 8 - Espacialização da macrófita *Eichhornia crassipes* no Barramento das Barrocas do rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte, nos anos: A) 2009; B) 2013; C) 2017.

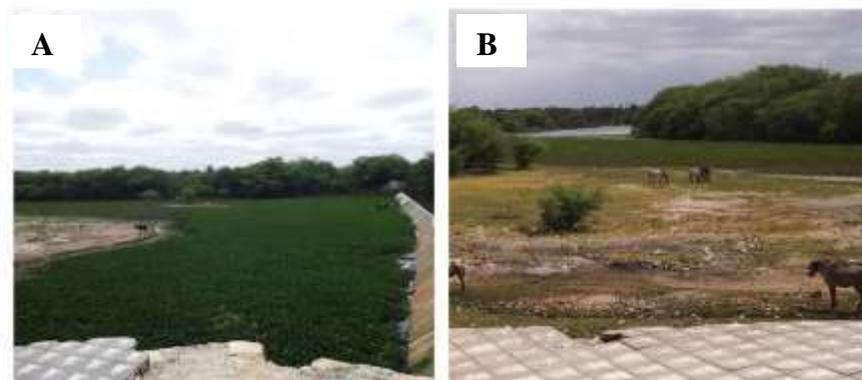




Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Já no ano de 2017 a expansão de *E. crassipes* neste trecho se acentuou significativamente, se concentrando após o Barramento das Barrocas, o que corresponde a 35.706 m² (64,7% deste trecho) (Figuras 8C). A concentração de *E. crassipes* a jusante do Barramento pode ser explicada devido ao fator de que após esta, não há movimento das águas, sendo um ambiente bastante favorável para a sua expansão, além do lançamento de resíduos e de efluentes líquidos sem nenhum tratamento. Pode ser observado na figura 9 a expansão de *E. crassipes*, reflexo da baixa precipitação pluviométrica assim como uma falta de preocupação da população com relação ao descarte de seus resíduos de uma forma geral, sendo eles domésticos ou industriais.

Figura 9 - A) Macrófita *Eichhornia crassipes* após o Barramento das Barrocas, Rio Grande do Norte; B) Trecho do Barramento das Barrocas do rio Apodi-Mossoró com ocupação de *E. crassipes*.



Fonte: Fernanda Raquel, 2017.

Considerações sobre a análise multitemporal dos anos estudados e possíveis soluções para a minimização de impactos

Foi perceptível ao analisar as imagens, nos anos propostos, que houve uma expansão expressiva de *E. crassipes*, principalmente nos anos de 2013 e 2017, posto que nestes anos, houve pouca chuva no município de Mossoró, fator que pode ter contribuído para expansão da espécie ao longo dos trechos. Além do que foi ressaltado, a proliferação desta, pode estar relacionado ao descarte inadequado dos resíduos sólidos, uma vez que as Barragens do Centro e das Barrocas estão localizadas na zona urbana do município de Mossoró, onde desta forma, em alguns pontos dos trechos o rio recebe a descarga de resíduos sólidos como efluentes líquidos de forma pontual e difusa.

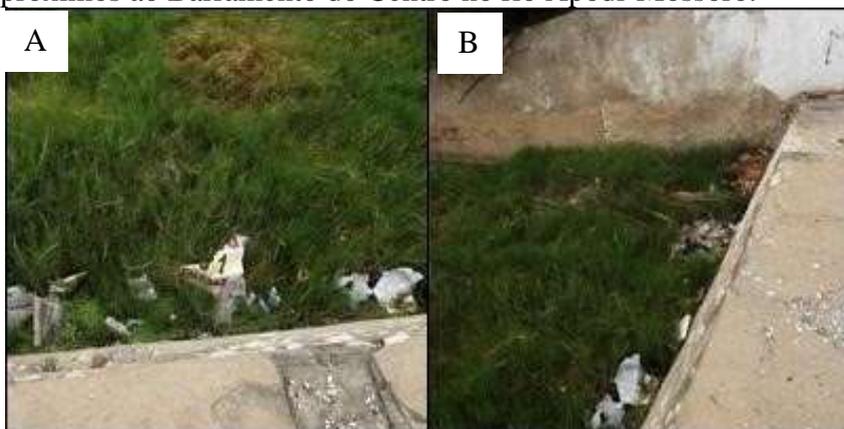
Alguns desses resíduos são resultantes das residências que estão localizadas próximas às margens do rio, posto que alguns moradores que não possuem a estrutura de saneamento básico, principalmente nas proximidades das Barragens do Centro e das Barrocas, fazem o descarte de seus resíduos diretamente no rio, contribuindo para o crescimento e, por conseguinte a expansão da macrófita (Figura 10).

Tal fator, associado com a falta de chuvas, contribuem significativamente para a expansão da espécie, uma vez que as chuvas são de grande importância para a depuração dos resíduos

através do movimento da lâmina d'água, fazendo com que ocorra a depuração dos efluentes domésticos e conseqüentemente realiza a limpeza do rio com relação a *E. crassipes*.

Porém, o município de Mossoró sofre com faltas de chuvas, ocorrendo longos períodos de estiagem, sendo necessário que sejam implementadas medidas para a minimização ou até mesmo a mitigação de tal problema. Tais medidas podem ser: a implementação da estrutura de saneamento básico nas casas próximas ao leito do rio; realização do controle mecânico de *E. crassipes*; e a fiscalização no lançamento de efluentes ao longo dos trechos estudados, como estão retratadas a seguir:

Figura 10 - A) Descarte inadequado de resíduos no Barramento do Centro, Rio Grande do Norte; B) Resíduos de papéis e plásticos próximos ao Barramento do Centro no rio Apodi-Mossoró.



Fonte: Fernanda Raquel, 2017.

Saneamento Básico

É de extrema importância que haja a implementação da estrutura de saneamento básico em todas as residências que ficam próximas ao rio assim como as adjacentes, uma vez que a implementação de tal estrutura poderá promover a diminuição de danos ao meio ambiente ripário, assim como diminuir a proliferação de vetores causadores de doenças, posto que com a instalação dos mesmos os resíduos sólidos e líquidos serão tratados e destinados de forma correta.

Controle Mecânico

Outra forma de controle de *E. crassipes*, é o emprego controle mecânico, que pode ser realizado manualmente através da retirada de forma manual dessa espécie, sendo aconselhada para locais pequenos que pode ser realizada utilizando a mão de obra dos pescadores. Dessa forma, o uso do controle mecânico proporciona um benefício para o meio ambiente, bem como para o pescador. Outra forma é através da utilização de maquinário, tais como dragas e tratores que são adaptados para essa função (ESTEVEZ, 1998).

Fiscalização no lançamento de efluentes

Além das medidas já citadas, é necessário que haja um processo de fiscalização nas margens do rio Apodi-Mossoró, para que possam ser identificadas as estruturas que estão fazendo o

descarte dos resíduos e efluentes no rio, e desta forma punir os responsáveis por realizar o lançamento clandestino, que são lançados diretamente no rio se nenhuma forma de tratamento.

Todas essas medidas citadas podem sim contribuir para minimização da expansão de *E. crassipes* ao longo dos trechos já citados, uma vez que trata diretamente dos fatores que contribuem para proliferação e expansão da espécie.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização da presente pesquisa foi possível concluir que a expansão de *Eichhornia crassipes* ao longo dos trechos estudados é resultante de um fator climático (falta de chuvas) assim como de fatores antrópicos (descarte inadequado de resíduos sólidos e efluentes líquidos). Tais fatores retratam um déficit do município no que tange a estruturas ambientais, que muitas vezes não são abordadas corretamente, e que dessa forma podem ocasionar danos severos.

Desta forma, fica perceptível que a tendência é que a expansão de *E. crassipes* cresça gradativamente se não forem tomadas medidas minimizadoras e mitigadoras das consequências causadas por essa expansão no rio Apodi-Mossoró, uma vez que se não houver formas de controle, os danos tendem a ser agravados no

transcorrer do tempo. Por isso, faz necessário que sejam tomadas essas medidas, além de uma participação mais efetiva da comunidade política e local, assim como da comunidade civil do município em questão.

REFERÊNCIAS

BIANCHINI JR., I. Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S. M.; BINI, M. (Ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. cap. 4, p. 85–126. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/288921366_Modelos_de_crescimento_e_decomposicao_de_macrofitas_aquaticas>. Acesso em: 27 out. 2017.

CÂMARA, G. et al. Análise Espacial e Geoprocessamento. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2017.

CARVALHO, S. **Hidrografia do Nordeste**. SUDENE, 2013. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/area-de-atuacao/regiao-nordeste-estatisticas/hidrografia>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

CARVALHO, Santulla Leide Bernardes Vasconcelos. **Remoção de ferro por adsorção pela macrófitas aquática *Eichhornia crassipes***. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2012. Disponível: <<http://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/11920>>. Acesso em: 24 out. 2017.

CORRÊA, M. R.; VELINI, E. D.; ARRUDA, D. P. Teores de metais na biomassa de *Egeria densa*, *Egeria najas* e *Ceratophyllum demersum*. **Planta Daninha**, v. 20, p. 45-49, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582002000400005>. Acesso em: 25 dez. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE - EMPARN. **Previsão do nível pluviométrico no ano de 2017**. Disponível em: <<http://www.emparn.rn.gov.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

ESTEVES, Francisco de. **Fundamentos da Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 2ª ed. 1998.

_____. Comunidade de Macrófitas Aquáticas. In: _____. **Fundamentos da Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 2ª ed. 1998, p. 101-133.

GRANATO, Marcus. O aguapé. In: _____. **Utilização do aguapé no tratamento de efluentes com cianetos**. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995, p. 5-8. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/402/1/sta-05.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2017.

HAMADA, Emília. **Introdução ao geoprocessamento: princípios básicos e aplicação**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_67.pdf>. Acesso em: 25 set. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Cidades: Mossoró**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DO RN-IGARN. **Bacia Apodi/Mossoró**. 2009, p. 29. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC000000000028892.PDF>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

MARTINS, A.T; PITELLI, R.A. Efeitos do manejo de *Eichhornia crassipes* sobre a qualidade da água em condições de mesocosmos. **Planta Daninha**, v.23, n.2, p.233-242, 2005. Disponível em: <http://revistas.cpd.ufv.br/pdaninha/submission/edicoes/26_456_1.pdf>. Acesso em: 12 set. 2017.

MARTINS, D.; COSTA, N.V.; TERRA, M.A.; MARCHI, S.R.; VELINI, E.D. Caracterização química das plantas aquáticas coletadas no Reservatório de Salto Grande (Americana- SP). **Planta Daninha**, Viçosa, V.21 n- especial, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582003000400004>. Acesso em: 25 set. 2017.

NEVES, T.; FOLONI, L. L.; PITELLI, R. A. Controle químico do aguapé (*Eichhornia crassipes*). **Planta Daninha**, v. 20, p. 89-97, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582002000400011>. Acesso em: 25 dez. 2017.

PALMA-SILVA, C. Et al. **Uso de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms para fitorremediação de ambientes eutrofizados subtropicais no Sul do Brasil**. PERSPECTIVA, Erechim. v.36, n.133, p.73-81. 2012. Disponível em: <http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/133_252.pdf>. Acesso em: 25 dez. 2017.

PARANHOS FILHO, A. C.; LASTORIA, G.; TORRES, T. G. **Sensoriamento Remoto Ambiental Aplicado: Introdução as Geotecnologias**. Campo Grande, MS: Editora UFMS, 2008.

POTT, V. J.; POTT, A. **Plantas aquáticas do Pantanal**. EMBRAPA, Brasília. 2000. 404 p

QGIS Development Team. **QGIS Desktop Versão 2.14.11**. Open Source Geospatial Foundation, 2016.

ROCHA, A.B. **Proposta Metodológica de Gestão dos Espaços-Riscos de Inundação Urbana em Mossoró-RN**. 2015. 172 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2015. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/20235>> Acesso em: 14 nov.2017.

SILVÉRIO, Jéssica Mitizy de Oliveira. **O papel da macrófita aquática emersa Montrichardia linifera (Araceae) na ciclagem de fósforo e na bioacumulação de metais pesados em um sistema fluvial sob efeitos da urbanização**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária. Natal, RN, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/23553/1/JessicaMitizyDeOliveiraSilverio_DISSERT.pdf>. Acesso em: 12 set. 2017.

SOUZA, A.C.M; SILVA, M.R.F; DIAS, N.S. Gestão de Recursos Hídricos: O Caso da Bacia Hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). **Irrigra**, Botucatu, Edição Especial, v. 01, n.01, p.280-296, 2012. Disponível em: <<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/453>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

TROLEIS, Adriano Lima. **Estudos do Semiárido**. 2ª ed. Natal: EDUFRN. 2011. Disponível em: <http://sedis.ufrn.br/bibliotecadigital/site/pdf/geografia/Est_Sem_Livro_WEB.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2017.

XAVIER-DA-SILVA, J. O que é Geoprocessamento? **Revista do Crea- RJ 79**, Rio de Janeiro, p. 42 - 44, 30 out./nov. 2009.

Disponível em:

<<http://www.ufrj.br/lga/tiagomarino/artigos/oqueegeoprocessamento.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2017.

GEOPROCESSAMENTO COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISE DAS ZONAS RIPÁRIAS EM TRECHOS DO RIO APODI-MOSSORÓ, RIO GRANDE DO NORTE

Louize Nascimento

Mestranda em Manejo de Solo e Água, UFERSA

Vitor Moisés Rosário Queiroz

Graduado em Gestão Ambiental, UERN

Prof. Luiz Tavernard de Souza Neto

Mestre em Ciências Naturais, UERN

RESUMO

O uso e ocupação do solo urbano de forma inapropriada provocam modificações diretas no ambiente natural e conseqüentemente alterações na natureza. O presente trabalho teve como objetivo analisar através de técnicas de geoprocessamento a atual condição ambiental das zonas ripárias em três trechos (Barragens de Genésio, Centro e Barrocas) da zona urbana do rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte. Os procedimentos metodológicos pautaram-se em pesquisa bibliográfica, a partir de observações *in loco* e técnicas de geoprocessamento para elaboração de mapas cartográficos de uso do solo e cobertura vegetal. Como resultados notou-se discrepância com relação a integridade da Zona ripária entre os três pontos, sendo apresentada com: ponto 1) Barragem de Genésio, que apresentou maior integridade da zona ripária onde observou-se poucas alterações antrópicas em seu entorno, como solo exposto em alguns locais. Já nos pontos 2 e 3 (Barragem do Centro e a da Barrocas, respectivamente) apresentaram zona ripária, bastante alterada, resultado de ações antrópicas, principalmente a retirada

em função de construções de assentamentos humanos, estruturas essas, irregulares de acordo com o art. 4º da Lei nº 12.727, de 2012. Assim, pôde-se demonstrar a relevância da utilização das técnicas de geoprocessamento como recurso de auxílio para as ações de proteção ambiental ao fornecer informações da real situação do uso do solo e cobertura vegetal da área de estudo, importante subsídio para o planejamento e a gestão ambiental.

Palavras-chave: Uso e Ocupação do Solo Urbano. Áreas de Preservação Permanente. Gestão Ambiental.

INTRODUÇÃO

Decorrente do processo de dominação, expansão e urbanização, o ser humano transformou e ainda transforma ambientes naturais em prol de criar ambientes artificiais (o meio ambiente urbano), em razão das suas necessidades como ser social (SALLES; GRIGIO; SILVA, 2013). Continuamente essa pressão humana vem provocando grandes alterações em seu espaço, desencadeando uma profunda degradação dos recursos naturais. Estas constantes modificações do ambiente natural podem provocar diversos impactos, ao ponto de se tornarem irreversíveis.

Os processos dinâmicos e históricos de uso e ocupação do solo urbano têm fortes implicações socioambientais que provoca de forma direta as situações de risco e vulnerabilidade (SALLES; GRIGIO; SILVA, 2013). Um aspecto muito discutido no trabalho de Ross (1992) é que toda e qualquer modificação inserida pelo

homem ao ambiente natural poderá causar um desequilíbrio significativo na natureza.

Nesse contexto, inserem-se as bacias hidrográficas e suas influências geográficas e ecológicas, pois estas são unidades de gestão bem delimitadas no espaço geográfico (SANTOS, 2004), que possibilitam um ambiente propício para o desenvolvimento de atividades antrópicas e elaboração de estratégias para proteção dos recursos naturais.

A exemplo desta condição, a Bacia Hidrográfica do rio Apodi-Mossoró (BHAM) apresenta uma paisagem modificada por ações antrópicas, evidenciada por atividades econômicas e urbanização crescente, entretanto, carece de um planejamento que objetive o monitoramento das atividades em andamento e das futuras. Diante disto, a BHAM apresenta fragilidades ambientais, configurada pelo assoreamento do canal fluvial Apodi-Mossoró e de seu afluente principal (rio do Carmo), remoção da cobertura vegetal, poluição das águas por esgotos, erosão marginal de suas barrancas, alteração do leito maior e menor e captação de água sem fiscalização (BEZERRA DA ROCHA et al., 2009).

Dentre os elementos mais alterados pelas atividades humanas, o uso e a ocupação das zonas ripárias ganham destaque por se tratar de um dos aspectos mais modificados e que podem representar um grande risco a integridade da dinâmica ecológica da

região. Neste contexto, o Código Florestal, lei 12.651 de 25 de maio de 2012, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, e tem como um de seus objetivos, promover a conservação dos recursos florestais, bem como impor regras de uso, para que estes recursos não fiquem desamparados.

A escolha do município de Mossoró, localizado no Rio Grande do Norte, se deu em função do aumento populacional ocorrido nas últimas décadas, onde no Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) de 1970 o município possuía uma população de 97.245 habitantes, em contrapartida no ano de 2010 foi de 259.815 habitantes, dessa forma foi observado um intenso aumento populacional (167%); e para o ano de 2017 o IBGE fez uma estimativa da população de 295.619 habitantes. Assim, acredita-se que essa evolução pode ter acarretado em modificações da paisagem natural nas áreas analisadas. Tendo em vista que o aumento populacional pode estar relacionado a diminuição das zonas ripárias.

Para dar suporte ao desenvolvimento de pesquisas desta natureza, o uso do geoprocessamento na análise dos ambientes ganha destaque por sua possibilidade de gerar uma boa base de informações espaciais, capazes de fazer diagnósticos da situação destes ambientes, entre outras possibilidades. Com o uso do geoprocessamento podemos introduzir métodos quantitativos para

construção de mapas, por meio do Sistema de Informações Geográficas (SIG's) (CAMARA; MEDEIROS, 1998).

Diante desse contexto, a pesquisa teve como objetivo geral analisar por meio de técnicas de geoprocessamento a situação ambiental das zonas ripárias dos três trechos supracitados. Dentre os objetivos específicos temos: i) realizar o mapeamento da integridade da zona ripária nos três trechos do rio Apodi-Mossoró (Barragens de Genésio, Centro e Barrocas), utilizando como base de análise as normas gerais do Código Florestal; ii) verificar quais os principais usos e ocupações das Áreas de Preservação Permanente, e como isso pode implicar nas zonas ripárias nos trechos analisados; iii) analisar as zonas ripárias sob a ótica do Código Florestal. A pesquisa se justifica a fim de destacar a importância de recuperação e manejo dessas áreas, bem como demonstrar que esse tipo de técnica de geoprocessamento auxilia no manejo e monitoramento dos sistemas ecológicos.

A hipótese desta pesquisa está pautada na concepção que as áreas ripárias dos trechos da Barragem do Genésio, Barragem Barrocas e Barragem do Centro, que ficam localizados na zona urbana do município de Mossoró, RN, têm sofrido a redução da sua vegetação nativa em decorrência da expansão urbana. Sendo assim, foi realizado o mapeamento de três trechos do rio Apodi-Mossoró, que está localizado no perímetro urbano do município de Mossoró,

que teve como finalidade identificar a situação das áreas ripárias, pois elas se encontram em Áreas de Preservação Permanente.

Zonas ripárias

Ao longo da história da humanidade, percebe-se que houve um aumento do interesse em relação às zonas ripárias em todo o mundo. Mas a definição, bem como a delimitação dessas áreas ainda é de um conceito bem recente e com várias definições. São vários os termos utilizados em várias partes do mundo, e em diferentes estudos. Assim como também existem autores que abordam o mesmo termo, mas com diferentes formas de definição.

Em seu trabalho, Kobiyama (2003) sintetiza as diferentes abordagens que alguns estudiosos atribuíam as áreas ripárias. Neste estudo é descrita a nomenclatura que o termo recebe de acordo com alguns idiomas, assim como também sua conceituação de acordo com a compreensão de diferentes autores (Quadro 1).

Quadro 1 - Termos utilizados por diferentes autores sobre zonas ripárias.

AUTOR (ES)	TERMO	DEFINIÇÃO
SALVADOR (1987)	Floresta ripícola ou ciliar	Vegetação arbórea das margens dos rios, que desempenha funções ecológicas e hidrológicas importantes em uma bacia hidrográfica.
GREGORY; ASHKENAS (1990)	Área ripária	Ecossistema Aquático (EA) e as porções do Ecossistema Terrestre (ET) próximas ao EA, que diretamente afetam ou é afetado pelo EA. Inclui rios, lagos, banhados, planície de

		inundação e uma parte de vertente.
BREN (1993)	Zona ripária	Área em maior proximidade a rios.
McKERGOW et al. (2003)	Área ripária	Terra bem próxima a rios, podendo potencialmente minimizar impactos da agricultura sobre rios.

Fonte: Adaptado de Kobiyama (2003).

Apesar da variedade de concepções acerca do termo “áreas ripárias”, um consenso é que essas áreas possuem importância no que diz respeito à proteção dos recursos hídricos e necessitam ser protegidas; e sua importância está relacionada às funções que desempenham, tais como: filtro natural ou zona tampão de entrada de nutrientes no rio, originários da planície aluvial; estabilizar a erosão das margens; auxiliar da recarga de aquíferos subterrâneos; e, atuam como habitat de animais silvestres (HINKEL, 2003).

A exploração desordenada dos recursos naturais, como o uso inadequado do solo e o desmatamento realizado de forma irracional vem provocando inúmeros problemas ambientais, principalmente, em áreas de nascentes, alterando a qualidade e a quantidade de água drenada pelas bacias hidrográficas (PINTO et al., 2004).

Attanasio et al. (2012) afirmam que os serviços ambientais que os ecossistemas ripários desempenham, principalmente no que são referentes à qualidade e produção de água e à preservação da

biodiversidade, correm risco de serem comprometidos se a zona ripária não for considerada pelo planejador. As zonas ripárias inseridas em Áreas de Preservação Permanente (APP's) são de suma importância para a preservação da qualidade dos recursos hídricos, pois minimiza os efeitos de erosão sobre o solo, por conseguinte, o assoreamento dos rios. Logo, o uso e ocupação destas áreas acarretam riscos ao ambiente, principalmente aos recursos hídricos (ARAÚJO et al., 2012).

Legislação ambiental aplicada às zonas ripárias

De acordo com a Lei nº 12. 651, de 25 de maio de 2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, em seu art. 3º, inciso II - Área de Preservação Permanente - APP é uma

área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Nesse novo Código Florestal zonas ripárias são as APP's. Observa-se que essa previsão legal contempla, ressalta, a manutenção da vegetação, que contribui com o equilíbrio dos demais recursos naturais envolvidos (ARAÚJO MASCARENHAS et al., 2009).

O Código Florestal Brasileiro sofreu algumas modificações no decorrer dos anos, e para a presente pesquisa será utilizado à modificação atual referente à Lei nº 12.727, de 2012 que no seu art. 4º considera-se APP's, em zonas rurais ou urbanas, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (BRASIL, 2012).

De acordo com a Lei nº 12. 651, de 25 de maio de 2012, na qual estão relacionadas aos incisos I, II, IV do art. 1º que estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, onde dentre elas temos as áreas de Preservação Permanente

- I - afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem estar das gerações presentes e

futuras; II - reafirmação da importância da função estratégica da atividade agropecuária e do papel das florestas e demais formas de vegetação nativa na sustentabilidade, no crescimento econômico, na melhoria da qualidade de vida da população brasileira e na presença do País nos mercados nacional e internacional de alimentos e bioenergia; IV - responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, em colaboração com a sociedade civil, na criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais (BRASIL, 2012).

Técnicas de geoprocessamento aplicadas à proteção ambiental

Diante do contexto de vulnerabilidade das zonas ripárias, se faz necessário o desenvolvimento de técnicas que possam avaliar o nível de degradação, bem como auxiliarem em sua proteção. Daí que surgem as técnicas de geoprocessamento, que segundo Farina (2006), geoprocessamento é um instrumento da nova proposta de planejamento e desenvolvimento de técnicas de geração e análise de informação espacial, que permite integrar as mais diversas fontes de informação. Esse instrumento aliado a algumas de suas ferramentas como o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), são bastantes eficazes na análise de dados espaciais.

Rosa (1996) destaca que o Sensoriamento Remoto irá possibilitar a obtenção de dados de forma rápida e confiável da

superfície terrestre em diferentes faixas espectrais e escalas, adquiridas por meio de imagens de satélites; por outro lado, os SIG's permitem a ligação dessas informações com outros tipos de produtos, fazendo assim, que estas tecnologias sejam complementares.

Sendo assim o uso do geoprocessamento vem assumindo função essencial no que diz respeito a realização de análises espaciais complexas e a conciliação de informações de diversas fontes com o intuito de criar um banco de dados seguro, podendo ser aplicado em diversas áreas do conhecimento. O geoprocessamento pode ser utilizado para o tratamento de informações geográficas, o qual vem influenciando diversas áreas da Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia, Planejamento Urbano e Regional, possibilitando assim a tomada de iniciativas em relação às áreas estudadas (CÂMARA; DAVIS, 2001).

Campos e Manzione (2010) afirmam que a análise ambiental é importante para o conhecimento do padrão territorial (as características e organização da dimensão físico-natural, dos processos econômicos, sociais, culturais, ecológicos, políticos e do sistema de infraestrutura). Essa caracterização do meio tem como finalidade coordenar ações dos setores públicos e privados que resultam em impactos para o meio ambiente nas formas de

ocupação territorial (CAMPOS; MANZIONE, 2010). Essas técnicas de geoprocessamento são relevantes pois auxiliam no manejo e monitoramento dos sistemas ecológicos, agindo como importantes ferramentas para atuarem na elaboração do processo de planejamento e proteção do meio natural e áreas urbanizadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O município de Mossoró, localizado no Estado do Rio Grande do Norte, possui uma área territorial de 2.099,33 km², sendo o maior município onde se encontra a Bacia Hidrográfica Apodi-Mossoró (BHAM) (IBGE, 2016). A BHAM ocupa uma superfície de 14.276 km², o que corresponde a 26,8% do território do Rio Grande do Norte e suas nascentes se encontram no extremo sudoeste da bacia (IGARN, 2017). Caracterizando-a como a segunda maior bacia do estado e drena uma área de aproximadamente 15.500 Km² (SOUZA; SILVA; DIAS, 2012).

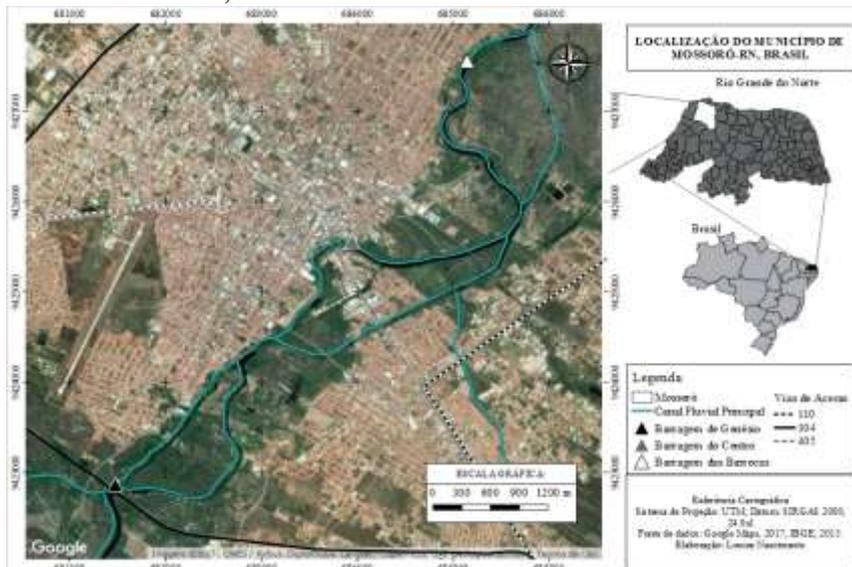
O município é caracterizado por possuir um clima quente e semiárido, onde seu período chuvoso se concentra nos meses de fevereiro a abril, e suas temperaturas médias anuais de 27,4 °C (IDEMA, 2008). Já em relação ao quadro vegetacional, o município possui três fragmentos: a Caatinga hiperxerófila, que é a vegetação

de caráter mais seco; Carnaubal, que tem como espécie predominante a palmeira e a carnaúba, e a Vegetação Halófila, que é uma vegetação que suporta grande salinidade em decorrência da penetração da água do mar nas regiões baixas marginais dos cursos d'água (IDEMA, 2008).

A área de estudo compreende parte da bacia, distribuída em três pontos do rio Apodi-Mossoró, no município de Mossoró, sendo eles: Barragem do Genésio (Longitude 681446.25 E; Latitude 942286 S), no Bairro Alto da Conceição, Barragem do Centro (Longitude 683940.32 E; Latitude 9425513.37 S), no Bairro Ilha de Santa Luzia e Barragem das Barrocas (Longitude 685136.86 E; Latitude 9427558.01 S) no Bairro Barrocas, todas localizadas na zona urbana do município (Figura 1).

Os três pontos foram escolhidos em virtude de estarem localizados na zona urbana da cidade, onde se observa uma maior representação espacial do uso e ocupação por centralizar atividades antrópicas que são desenvolvidas pela população. Dentre os três pontos analisados, dois se encontram próximos à ponte que é a da Barragem do Genésio e a Barragem do Centro. Desta forma, infere-se que com a análise espacial é possível observar a evolução da ocupação das zonas ripárias nos trechos analisados, e como estas estão sendo degradadas ao longo dos anos.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Mossoró, Rio Grande do Norte, e dos três trechos analisados.



Fonte: Elaborado por Louize Nascimento, 2017.

Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento da presente pesquisa foram realizadas consultas em trabalhos já publicados em periódicos, dissertações, teses e livros, por meio da pesquisa bibliográfica. A pesquisa se fundamenta numa abordagem mista (quantitativa e qualitativa). Além disso, foram mapeados três trechos da zona urbana do rio Apodi-Mossoró, no município de Mossoró, RN, de acordo com princípios e limites abordados pelo Código Florestal, com o uso de softwares para geoprocessamento, tendo como finalidade, identificar a condição ambiental atual das zonas ripárias

dos referidos trechos, pois as mesmas localizam-se em Áreas de Preservação Permanente (APP's).

Elaboração de mapas temáticos

Para a realização do mapeamento foi necessário a utilização do sensoriamento remoto objetivando identificar a espacialização das áreas afetadas nos três trechos selecionados da zona urbana. Para a etapa da análise espacial e de produção dos mapas temáticos, foi necessária a utilização do *software* QGIS 2.14.8, fazendo uso da ferramenta de *buffer* que segundo a Apostila de Introdução ao Geoprocessamento (2010 p.52), “*buffers* são áreas criadas a partir de um ponto de referência até uma determinada distância, é uma importante técnica para quem visa determinar alguma área de influência”, o que neste estudo irá facilitar a compreensão do mundo real para avaliação das zonas ripárias.

As delimitações das APP's foram realizadas automaticamente pelo complemento MMQGIS do QGIS que permite criar esses *buffers*. Dessa forma, adotou-se 100 metros para os trechos analisados da bacia hidrográfica, considerando a APP's, pois em boa parte de seu percurso a mesma possui uma largura de 50 metros ou mais, e alguns trechos com áreas menores. As imagens de satélites utilizadas na análise espacial foram do *Google Maps* obtidas por meio do complemento *OpenLayers Plugin* do QGIS, referente ao ano de 2017.

Para a classificação dos atributos dos mapas de uso do solo e cobertura vegetal, utilizou-se o Sistema Básico de Classificação de Cobertura e Uso da Terra do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2003). Essa classificação foi adaptada conforme as especificações da área de estudo, que foram observadas em campo e nas imagens do *Google Maps*. No quadro 2 elencamos as classes de uso do solo e cobertura vegetal que foram identificadas.

Quadro 2 - Classes do solo e cobertura vegetal para os três trechos analisados no município de Mossoró, Rio Grande do Norte.

Nível I – Classe	Nível II – Subclasse
Áreas antrópicas não agrícolas	Áreas urbanizadas
Vegetação arbórea	-
Vegetação herbáceo-arbustiva	-
Solo exposto	-

Fonte: Adaptado de IBGE (2003).

No quadro 3, as etapas metodológicas do trabalho estão ilustradas conforme a organização da pesquisa, bem como a divisão das fases que foram norteadoras para chegar ao resultado proposto pelos objetivos.

Quadro 3 - Etapas metodológicas da pesquisa.

Fase 1	Levantamento da legislação pertinente às áreas de zonas ripárias (código Florestal).
Fase 2	Aquisição de banco de dados cartográficos para elaboração dos mapas da área de estudo.

- Fase 3** Identificação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) de acordo com a legislação, por meio da ferramenta de buffer do software QGIS.
- Fase 4** Elaboração dos mapas temáticos das áreas protegidas de acordo com instrumentos normativos, levando em consideração. Apenas três trechos do rio Apodi-Mossoró.
- Fase 5** Identificação dos tipos de usos do solo das áreas das zonas ripárias, bem como o que foi identificado em campo. Para a avaliação *in loco* foi utilizada uma câmera fotográfica digital para o registro fotográfico da área.
- Fase 6** Discussão dos resultados, comparando as áreas das zonas ripárias nos referidos trechos analisados.
-

Fonte: Elaborado por Louize Nascimento, 2017.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pesquisas, análises e interpretações do uso e ocupação do solo e da dinâmica geoambiental vão colaborar com o conhecimento aprofundado de uma região, assim salienta-se a relevância sobre um estudo do uso e ocupação das áreas de influência da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró (MEDEIROS; PETTA, 2005). A identificação e classificação do uso do solo são fundamentais no conhecimento do ambiente, assim como no desenvolvimento de técnicas voltadas para a obtenção e manutenção dessas informações (VAEZA et al., 2010).

Figura 2 – Localização dos três trechos do Rio Apodi-Mossoró, Mossoró Rio Grande do Norte, para análise das zonas ripárias.



Fonte: Elaboração Louise Nascimento, 2017.

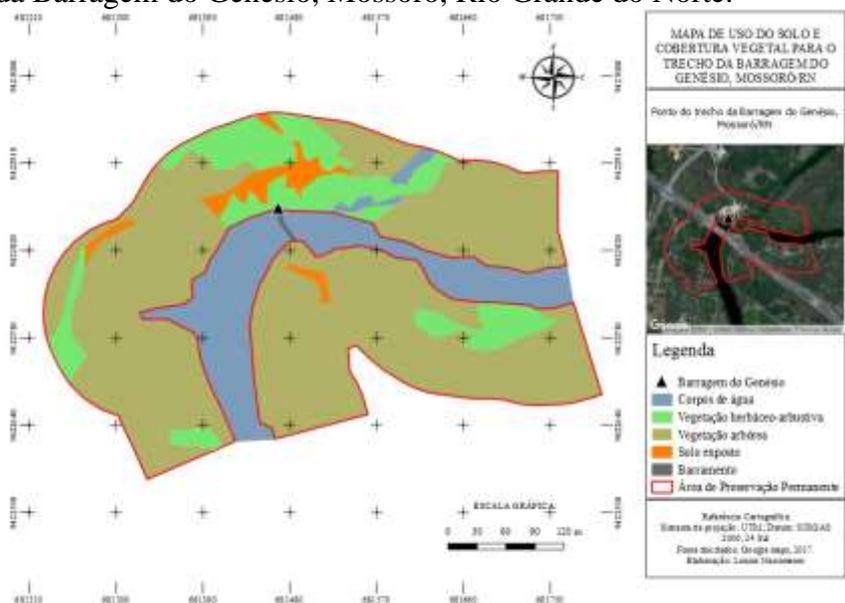
Dessa forma, foi realizado um trabalho de campo antes do processamento em ambiente SIG, onde foram analisados três trechos, dando ênfase às zonas ripárias do rio Apodi-Mossoró, no município de Mossoró, RN, para a elaboração de mapas de uso do solo e cobertura vegetal. Foi delimitado um trecho de 600 metros de cada ponto na APP's (300 m do lado direito do ponto e 300 m do lado esquerdo), para a aquisição de registros fotográficos. Foi

estabelecida uma distância de 100 m de largura, conforme destaca o código florestal para cursos d'água que tenham de 50 a 200 m de largura. A figura 2 mostra a distribuição espacial dos três trechos de APP's presentes na área de estudo.

O primeiro ponto analisado foi à Barragem do Genésio, que se identifica em maiores parcelas a zona ripária ao longo do corpo hídrico, acima do exigido pela Lei, nela foram observadas as seguintes classes: vegetação herbáceo-arbustiva, vegetação arbórea e com pouca concentração de solo exposto, identificada no mapa de uso do solo e cobertura vegetal do trecho analisado (Figura 3).

A partir do mapeamento de uso da área e da visita *in loco* notou-se que nesse ponto não houve urbanização, o que pode ter influenciado na pouca degradação das APP's e ter contribuído em sua preservação. Em estudos realizados por Araújo et al. (2012) as áreas ocupadas por vegetação no município de Mossoró abrangem aproximadamente 70 hectares, correspondendo a 10%, estando mais presentes no trecho da Barragem de Genésio. No quadro 4 temos o quantitativo de ocupação em cada uma das classes identificadas para a Barragem do Genésio.

Figura 3 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal para o trecho da Barragem do Genésio, Mossoró, Rio Grande do Norte.



Fonte: Elaboração Louize Nascimento, 2017.

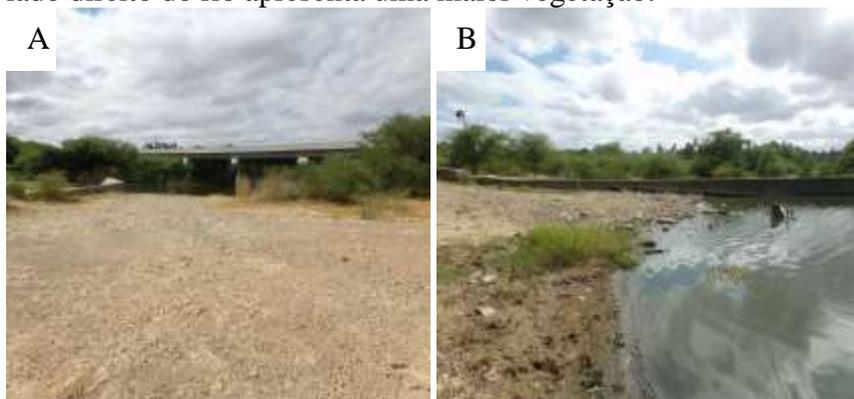
Quadro 4 - Valores das classes de tipologia de uso da Barragem do Genésio, Mossoró, Rio Grande do Norte.

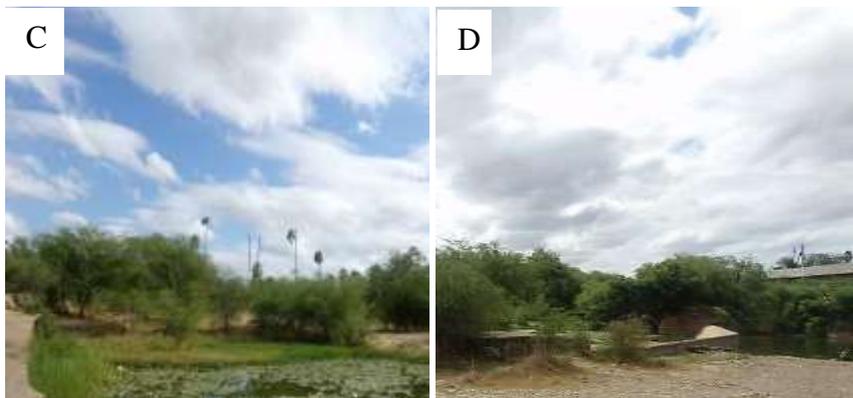
Nível I – Classe	Hectares	%
Vegetação herbáceo-arbustiva	1,97	16,46
Vegetação arbórea	9,62	80,37
Solo exposto	0,38	3,17
Total das classes	11,97	100

Fonte: Elaborado por Louize Nascimento, 2017.

Conforme ilustra a Figura 4 (A) e (B), é possível perceber o local que se encontra com a maior parcela de solo exposto (0,38 hectares) que fica próximo a ponte e pouca quantidade zonas ripárias nessa área, já na figura 4 (C) apesar de ser do mesmo lado apresenta uma maior quantidade de vegetação, isso foi observado na maior parte do trecho percorrido ilustrado na figura 4 (D), onde existe de um nível zona ripária preservada em maior quantidade que fica do lado direito do rio, o que vai beneficiar e potencializar a qualidade ambiental desse sistema fluvial, onde foi observado pouco fragmento de solo exposto.

Figura 4 - Barragem de Genésio, Mossoró, Rio Grande do Norte: A) Área com solo exposto ao lado da ponte do lado esquerdo do rio; B) Solo exposto do lado esquerdo do rio com pouca vegetação; C) Vegetação das zonas ripárias do lado esquerdo do rio; D) Do lado direito do rio apresenta uma maior vegetação.





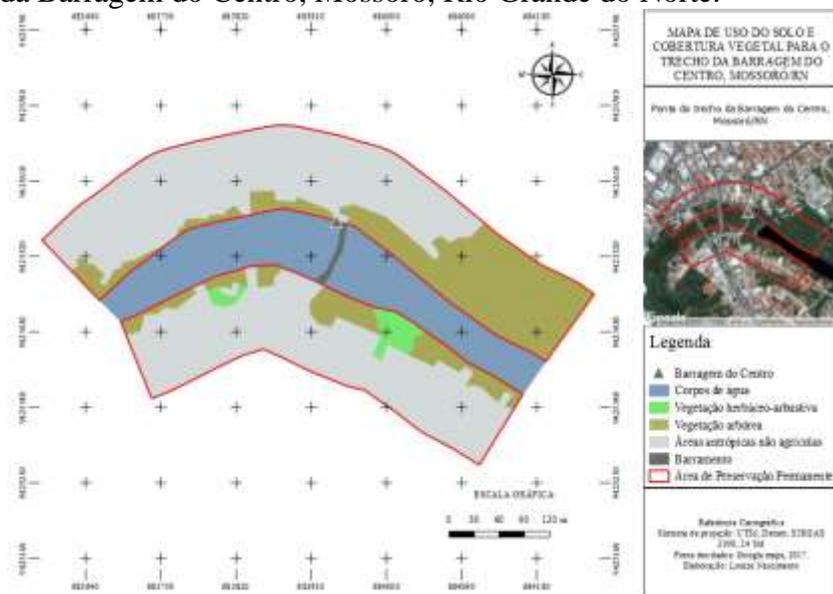
Fonte: Louize Nascimento, 2017.

O segundo ponto analisado foi o trecho da Barragem do Centro, nesse trecho observou-se uma intensa interferência antrópica, a maior entre os três pontos, onde a partir do mapeamento de uso e ocupação identificou-se as seguintes classes: vegetação herbáceo-arbustiva, vegetação arbórea e em uma maior parcela de áreas antrópicas não-agrícolas. Na Figura 5 é feita a espacialização dessas classes, e no quadro 5 o quantitativo ocupado por cada uma das classes.

Nesse ponto percebe-se que ocorreu uma grande alteração artificial nos dois lados do rio Apodi-Mossoró, possuindo maiores hectares com áreas de interferência de ações antrópicas não agrícolas (8.29ha), onde foi identificada uma praça do lado da Barragem, bem como, estradas que dão acesso às duas ruas que

atravessam o rio, além de residências e prédios comerciais em seu entorno, possuindo uma zona ripária mais escassa.

Figura 5 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal para o trecho da Barragem do Centro, Mossoró, Rio Grande do Norte.



Fonte: Elaboração Louize Nascimento, 2017.

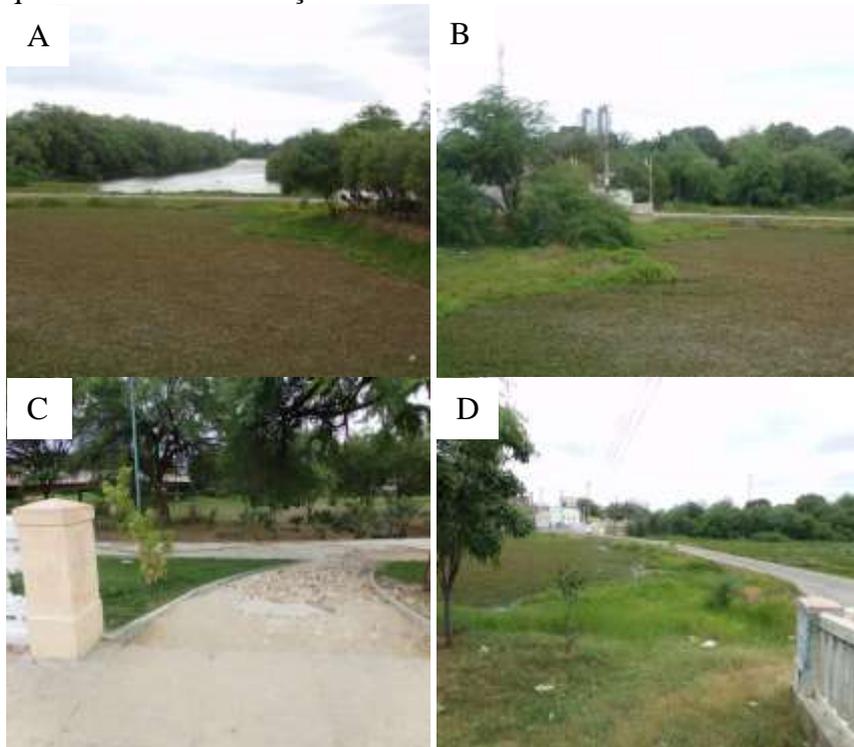
Quadro 5 - Valores das classes de tipologia de uso da Barragem do Centro, Mossoró, Rio Grande do Norte.

Nível I – Classe	Hectares	%
Vegetação herbáceo-arbustiva	0,27	2,27
Vegetação arbórea	3,33	28,01
Áreas antrópicas não agrícolas	8,29	69,72
Total das classes	11,89	100

Fonte: Elaborado por Louize Nascimento, 2017.

Esse fator da diminuição zona ripária está diretamente interligado a essas modificações, onde a transformação da paisagem natural desencadeou um acentuado processo de eutrofização das águas do rio no referido trecho, como o ilustrado na figura 6 (A e B).

Figura 6 - Barragem do Centro, Mossoró, Rio Grande do Norte: A) e B) Trecho do rio eutrofizado; C) Praça construída às margens do rio; D) Estrada que interliga um lado do rio ao outro, dentro do rio, que também tem a função de barramento.

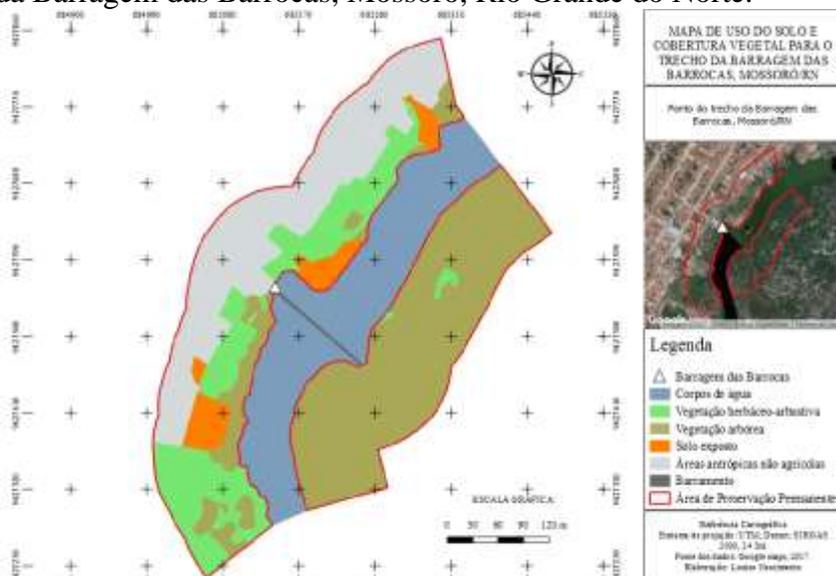


Fonte: Louize Nascimento, 2017.

Todas essas alterações pela ação antrópica nas margens do rio acabam fazendo com que essas áreas se tornem urbanizadas, integrando-as no meio urbano como um todo, ficando sujeitas a todos os problemas que são recorrentes a este meio. Além de uma intensa degradação dos recursos hídricos, nas ocupações irregulares em áreas de preservação, onde ocorre diminuição dos espaços protegidos legalmente (LATORRACA et al., 2016). Dessa forma, as APP's estão sendo manejadas de forma inadequada, e deixarão de cumprir seu papel no contexto urbano e ambiental.

O terceiro ponto analisado foi a Barragem das Barrocas, no referido ponto foram identificadas as classes: vegetação herbáceo-arbustiva, vegetação arbórea, áreas antrópicas não-agrícolas e solo exposto (Figura 7). Observa-se intensas alterações nas zonas ripárias nesse trecho, constatada pela interferência antrópica já em um estado bastante avançado, isso em apenas um lado do rio, o que se diferencia da Barragem do Centro que possui os dois lados do rio com uma grande parcela de ocupação antrópica.

Figura 7 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal para o trecho da Barragem das Barrocas, Mossoró, Rio Grande do Norte.



Fonte: Elaboração Louize Nascimento, 2017.

Na Barragem das Barrocas, ocorreu uma forte ocupação por assentamentos humanos e a instalação de estruturas urbanas como a construção de uma praça e estradas dentro das APP's do lado esquerdo do rio, já no lado direito encontram-se apenas as classes de vegetação herbácea-arbustiva que compõe uma grande parcela do trecho e vegetação arbórea em poucas parcelas, o que caracteriza como preservado esse lado do rio da Barragem das barrocas. Araújo et al. (2012) mencionam com relação às áreas ocupadas por vegetação são quase inexistentes na margem esquerda do rio próximo à Barragem das Barrocas.

Destaca-se no quadro 6 o quantitativo ocupado por cada uma das classes que foram mencionadas no mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Barragem das Barrocas.

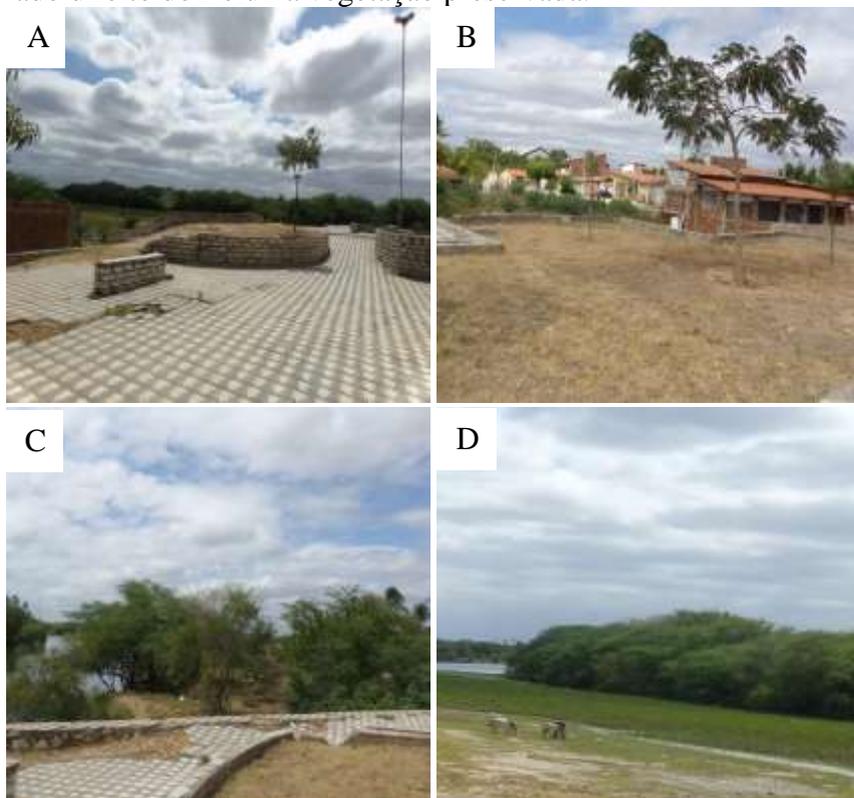
Quadro 6 - Valores das classes de tipologia de uso da Barragem das Barrocas, Mossoró, Rio Grande do Norte.

Nível I – Classe	Hectares	%
Vegetação herbáceo-arbustiva	2,55	21,00
Vegetação arbórea	5,48	45,14
Solo exposto	0,68	5,60
Áreas antrópicas não agrícolas	3,43	28,25
Total das classes	12,14	100

Fonte: Elaborado por Louize Nascimento, 2017.

No local é possível encontrar a zona ripária em menores parcelas apenas do lado esquerdo do rio, fazendo assim com que não seja respeitado o que consta no Código Florestal, onde estas áreas devem ser protegidas e cobertas por vegetação. Entretanto, isso não acontece, pois há uma intensa modificação antrópica com a existência de muitas residências na área conforme ilustra a figura 8 (A e B), o que deixa evidente a ausência de planejamento ambiental e o não cumprimento do que está exposto no Código Florestal. Do lado esquerdo foram encontradas também pequenas parcelas de áreas com vegetação (8.C). Em contrapartida, do lado direito no trecho analisado encontramos somente áreas com vegetação (8.D), de acordo com a legislação.

Figura 8 - Barragem das Barrocas, Mossoró, Rio Grande do Norte: A) Praça construída ao lado das margens do rio do lado esquerdo; B) Do lado esquerdo do rio temos residências (Foto tirada de cima da praça); C) Do lado esquerdo uma área com uma maior parcela de vegetação remanescente (Foto tirada de cima da praça); D) Do lado direito do rio uma vegetação preservada.



Fonte: Louize Nascimento, 2017.

A partir de um viés comparativo, entre a Barragem do Genésio, Barragem do Centro e Barragem das Barrocas observa-se uma discrepância com relação à integridade da zona ripária dos

trechos analisados. A Barragem do Genésio, por sua vez, apresenta significativas parcelas de vegetação, pois houve poucas alterações antrópicas no seu entorno, o que contribuiu para a preservação das zonas ripárias. No entanto, a Barragem do Centro e a Barragem das Barrocas apresentaram menores parcelas de zona ripária, decorrente de ações antrópicas, onde a mesma foi retirada em função de construções de assentamentos humanos e estruturas urbanas irregulares para as referidas áreas.

O ponto que apresentou a situação mais crítica foi a Barragem do Centro, onde a mesma foi ocupada dos dois lados do rio Apodi-Mossoró possuindo assim uma menor parcela de vegetação, em seguida a Barragem das Barrocas, onde houve alterações apenas do lado esquerdo do rio, o que contribuiu também para degradação ambiental, corroborando com a hipótese do estudo de que o aumento da população influenciou na diminuição das zonas ripárias ao longo dos anos no trecho urbano da cidade de Mossoró. As zonas ripárias apesar de possuírem uma grande importância para a dinâmica e conservação dos corpos hídricos e suas áreas de influências, são cada vez mais atingidas pela pressão antrópica, que com o tempo resulta na diminuição das matas ao longo dos cursos d'água (ZAKIA, 1998).

Por isso destaca-se a importância do Código Florestal e sua delimitação de Áreas de Proteção Permanentes, que servem para

preservar a qualidade ambiental desses locais impedindo que suas margens sejam apropriadas de forma desordenada para um uso inadequado que prejudique a dinâmica e processos naturais ocorrentes. Sendo assim, indispensável que medidas de cunho preventivo e corretivo sejam efetivadas, visando manutenção de um pertinente equilíbrio ecológico em áreas na qual sofreram e ainda sofrem com o uso e o manejo inadequado do solo em APP's (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi exposto, conforme apresentado nos mapas de uso e ocupação e a visita *in loco*, identifica-se que em dois dos três trechos analisados apresentaram uma degradação ambiental mais acentuada nas Áreas de Preservação Permanente, devido ao aumento na densidade demográfica, o que afetaram diretamente as zonas ripárias, pois no trecho da Barragem do Centro e Barrocas apresentaram uma área de vegetação. Portanto, mesmo possuindo uma legislação bem definida, as áreas ripárias encontram-se desprotegidas por falta de uma aplicação e fiscalização por órgãos competentes (municipais, estaduais e federais).

O estudo identificou que as áreas que tiveram maior ocupação antrópica são justamente as que apresentaram um maior

nível de modificação e degradação das zonas ripárias, ao longo dos trechos do rio. Sendo necessário um melhor planejamento e gestão ambiental, através de uma organização espacial que evite a ocupação inadequada desses locais, visto que são APP's do rio Apodi-Mossoró no trecho urbano da cidade, em prol de áreas mais conservadas, e que as alterações antrópicas sejam mitigadas a fim de propiciar um melhor equilíbrio ecológico, principalmente sobre uma ótica de preservação dos recursos hídricos.

Para isso, torna-se de suma importância à recuperação das zonas ripárias, visando uma maior cobertura vegetal, como forma de assegurar a proteção dos corpos hídricos, já que desempenham papel fundamental na manutenção da qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO MASCARENHAS, L. M.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, M. E. Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do rio Araguaia. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 21, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v21n1/v21n1a01>>. Acesso em: 10 set. 2017.

ARAÚJO, Daniel Roberto et al. Estudo da área de preservação permanente do rio Mossoró no sítio urbano de Mossoró-RN por meio de técnicas de geoprocessamento. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 177-183, 2012. Disponível em:

<<http://www.redalyc.org/pdf/2371/237123825025.pdf> >. Acesso em: 11 set. 2017.

ATTANASIO, Claudia Mira. et al. A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. **Bragantia**. Campinas v. 71, n. 4, p.493-501, 2012. Disponível em: <http://orgprints.org/29043/1/Attanasio_A%20importancia.pdf>. Acesso em: 23 de set. 2017.

BEZERRA DA ROCHA, Alexsandra et al. Mapeamento geomorfológico da bacia do Apodi Mossoró-RN-NE do Brasil. **MERCATOR - Revista de Geografia da UFC**, v. 8, n. 16, 2009. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/2736/273620619018/>>. Acesso em: 10 set. 2017.

BORGES, J. P.; RAMALHO, M. F. J. L. **Análise Multitemporal de uso e ocupação na Bacia hidrográfica do Rio Pirangi - RN:** com vista no diagnóstico ambiental. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. 12, 2007. Anais. Natal, 2007.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

BRASIL. Lei Nº 12. 651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF**, 25 mai. 2012. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 10 set. 2017.

CAMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios Básicos em Geoprocessamento. Sistema de informações geográficas: Aplicações na Agricultura. 2.ed. Brasília: EMBRAPA/ CPAC, 1998. p.3-11.

CÂMARA, G. DAVIS, C. Fundamentos de Geoprocessamento. **Ed. Revista e Ampliada**. Art 2. São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2017.

CAMPOS, C. J. M.; MANZIONE, R. L. **Utilização de Imagens Landsat Para Análise Multitemporal do Uso e Ocupação do Solo na Microbacia Hidrográfica Do Ribeirão Grande, Região do Médio Paranapanema, São Paulo**. *IN: Encontro Nacional de Geógrafos*. XVI. 2010. Crises, práxis e autonomia: espaços de resistências e de esperanças. Porto Alegre- RS. 3 de julho de 2010. p. 2. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiZkr_03rjWAhVEFpAKHcT1Co0QFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.agb.org.br%2Fevento%2Fdownload.php%3FidTrabalho%3D1958&usq=AFQjCNHAuOK0skRC53rfn5N-oSHpJSaLeg>. Acesso em: 21 set. 2017.

Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 de jul. de 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 25 set. 2017.

FARINA, Flávia C. Abordagem sobre as técnicas de Geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana. **Cadernos EBAPE**. Volume 4, nº 4, dezembro. 2006. Disponível

em: <<http://www.scielo.br/pdf/cebape/v4n4/v4n4a07.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

HINKEL, R. **Vegetação Ripária: Funções e Ecologia**. In: I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias. Anais: v. 1. (2003). Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. 2016. **População no último senso Mossoró**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>>. Acesso em: 19 set. 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 1970/2010/2017**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/populacao.php?codmun=240800>>. Acesso em: 20 set. 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

IDEMA - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. 2008. **Perfil do seu município-Mossoró**. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013950.PDF>>. Acesso em: 23 nov. 2017

IGARN - INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. 2017. **Bacia Apodi/Mossoró**. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC000000000028892.PDF>>. Acesso em: 20 set. 2017.

KOBIYAMA, M. **Conceitos de Zona Ripária e Seus Aspectos Geobiohidrológicos.** In: **I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias.** Anais, v.1 (2003). Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

LATORRACA, Juliana Maciel, et al. **Os Impactos Ambientais: Um Estudo na Área de Preservação Permanente da Rodovia do Peixe, Rondonópolis – MT.** IN: *IV Congresso de Administração do Sul de Mato Grosso (CONASUM).* ISSN 2525-4561. Universidade Federal de Mato Grosso. 13 a 15 de dezembro, 2016. Disponível em:

<<http://eventosacademicos.ufmt.br/index.php/CONASUM/IVConasum/paper/viewFile/774/267>>. Acesso em: 25 nov. 2017

MEDEIROS, C. N.; PETTA, R. A. **Exploração de imagens de satélite de alta resolução visando o mapeamento do uso e ocupação do solo.** In: Anais do Simpósio Brasileiro Sobre Sensoriamento Remoto - SBSR, Goiânia; 2005. INPE; p. 2709-2716, 2005.

OLIVEIRA, T. S.; OLIVEIRA, É. D. Análise espacial da zona ripária do córrego gleba Cambará, Marumbi-PR. 2016. **Ambiência Guarapuava (PR)**, v.12, n.1 p. 147 - 163. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/viewFile/3487/pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

PINTO, Andrade. et al. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, n. 65, junho, p.197-206, 2004. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr65/cap19.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2017.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica.** Uberlândia. 1. Volume 1. Ed: EDUFU, 1996.

ROSS, J. L. S. O. Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista da Pós-Graduação da USP**. São Paulo/SP: n.6, 1992.

SALLES, M. C. T.; GRIGIO, A. M.; SILVA, M. R. F. Expansão urbana e conflito ambiental: uma descrição da problemática do município de Mossoró, RN-Brasil. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 2, 2013. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/46857451/321328750006.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1505785974&Signature=6U3HW9%2B6ftNaHy6f6VF%2BijpO6U%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DExpansao_urbana_e_conflito_ambiental_uma.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017.

SANTOS, Emerson Soares dos. **Introdução ao Geoprocessamento**. INPE. Aprendendo TerraView, julho, 2010.

SANTOS, R. F. S. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SOUZA, A. C. M.; SILVA, M. R. F.; SILVA DIAS, N. Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). **IRRIGA**, v. 1, n. 01, p. 280, 2012.

VAEZA, R. F.; FILHO, P. C. O.; MAIA, A. G. DISPERATI, A. A. **Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução**. Floresta e Ambiente. Ed 17(1): p. 23-29, 2010.

ZAKIA, M. J. B. **Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental**: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas, 1998. (Tese de Doutorado- Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo), São Carlos.

**MACROINVERTEBRADOS ASSOCIADOS À
MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM UM TRECHO DO RIO
APODI-MOSSORÓ, RIO GRANDE DO NORTE**

Priscylla de Lima Costa

Mestranda em Ciências Naturais, UERN

Ana Luiza Gomes Bezerra

Mestranda em Ciências Naturais, UERN

Profa. Danielle Peretti

Doutora em Ciências Ambientais, UERN

RESUMO

Atuando em diversos níveis tróficos, a diversidade de macroinvertebrados evidencia importante papel no ambiente, com diferentes funções ecossistêmicas. São responsáveis por regular populações de algas e outros invertebrados; trabalham como decompositores e transformam matéria orgânica em formas de mais fácil assimilação. O presente trabalho tem como finalidade ampliar o conhecimento acerca da abundância e diversidade de macroinvertebrados, quantificando e caracterizando a comunidade que se encontra associada às macrófitas aquáticas presentes no rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte, inferindo acerca da qualidade ambiental do rio. As coletas foram realizadas na região marginal esquerda do rio em outubro de 2017 onde foram amostradas macrófitas aquáticas flutuantes, em triplicado, de quatro bancos distintos. O material resultante da lavagem das macrófitas foi preservado em álcool 70%. A identificação dos invertebrados foi feita com uso de estereomicroscópio, identificados com o auxílio de bibliografias especializadas e quantificados. As comunidades de macroinvertebrados foram

caracterizadas e calculado o valor de abundância e densidade. Os indivíduos foram agrupados em suas respectivas ordens e calculadas as relações de dominância segundo a abundância proporcional. Para mensurar a diversidade de macroinvertebrados foi calculado o índice de Shannon-Wiener. A composição de macroinvertebrados foi representada por um total de 444 indivíduos divididos em 13 ordens. Aplicado o índice de Shannon-Wiener foi possível observar baixos valores de diversidade entre os pontos amostrados.

Palavras-chave: Abundância. Diversidade. Invertebrados.

INTRODUÇÃO

A presença de macrófitas aquáticas apresenta um importante papel no aumento da diversidade do habitat, servindo de suporte para assembleias de macroinvertebrados (VAN DEN BERG, 1996; HENRY-SILVA et al., 2010). Segundo Tessier et al. (2004) a forma como os macroinvertebrados distribuem-se sob a superfície das macrófitas varia de uma planta para outra, devido suas diferenças morfológicas, que podem apresentar uma maior ou menor área de colonização. Indicando que a relação entre macroinvertebrados e macrófitas podem influenciar na forma como estes se distribuem (SILVA, 2015).

Hargeby (1990) afirma que o crescimento das macrófitas, com seu ciclo sazonal, é um importante fator para abundancia de invertebrados. Além da vegetação fornecer refúgio e proteção

contra os predadores, material para construção de tubos (casulos) e local para deposição de ovos (SILVEIRA-GUIDO, 1971; STRIXINO; TRIVINHO-STRIXINO, 1984), as macrófitas reduzem a velocidade da água, circunstância preferível por alguns invertebrados (BROWN; LODGE, 1993), e são um importante recurso alimentar, principalmente após decomposição (KORNIJÓW et al., 1990).

Atuando em diversos níveis tróficos, a diversidade de macroinvertebrados evidencia importante papel no ambiente, com diferentes funções ecossistêmicas. São responsáveis por regular populações de algas (pastadores) e outros invertebrados (predadores); trabalham como decompositores de detritos e transformam matéria orgânica em formas de mais fácil assimilação (fragmentadores); realizam a reintegração da matéria orgânica particulada fina no fundo dos ambientes à coluna d'água (coletores-catadores), aceleram e participam na ciclagem de nutrientes (detritívoros) e servindo de recurso alimentar para outros macroinvertebrados, peixes e aves (WALLACE; WEBBER, 1996; VAN DEN BERG, 1996; CAI, 2001; BRADDY; TURNER, 2010).

Em ambientes aquáticos continentais, os macroinvertebrados compreendem em geral os representantes da classe Insecta (composto pelas ordens Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata, Diptera, Megaloptera, Hemiptera,

Coleoptera e Lepidoptera), Mollusca, Annelida e Crustacea e com menor frequência, Nematoda e Porifera (ROQUE, 2006). Onde Odonata se destaca, sendo predador e presa de outros macroinvertebrados, desempenhando grande importância na cadeia trófica destes ambientes (BUTLER; MAYNADIER, 2008).

Não estando apenas relacionada aos parâmetros ambientais, a diversidade de espécies presentes em ecossistemas aquáticos continentais está associada com outros grupos biológicos. O presente trabalho tem como finalidade ampliar o conhecimento acerca da abundância e diversidade de macroinvertebrados, quantificando e caracterizando a comunidade que se encontra associada as macrófitas aquáticas presentes no trecho urbano do rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte, inferindo também na qualidade ambiental do rio, que pode auxiliar na compreensão do funcionamento destes ecossistemas, contribuindo para futuras ações de conservação nestes ambientes.

METODOLOGIA

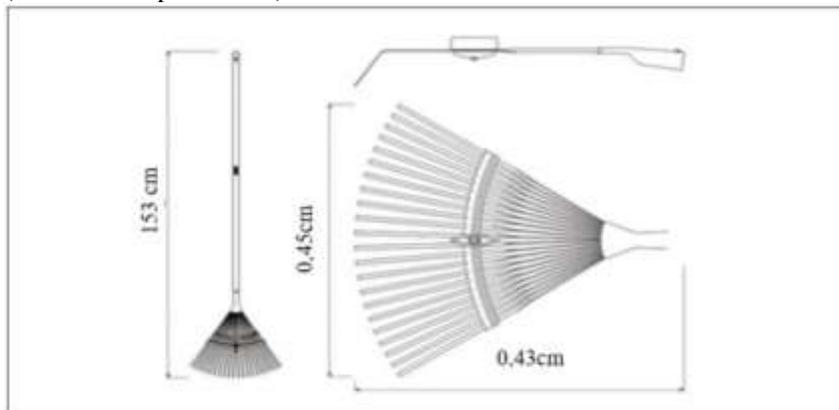
O Estado do Rio Grande do Norte está situado no Nordeste brasileiro, região de clima semiárido cuja proximidade com a linha do Equador lhe confere características climáticas bem específicas como verão seco e a presença do sol durante a maior parte do ano.

A Bacia do rio Apodi-Mossoró é a segunda maior do estado destacando-se o rio Apodi-Mossoró (OLIVEIRA et al., 2000). Em razão do clima semiárido da região, que favorece os altos índices de evaporação e à escassez de água, a vazão de seu principal rio, o Apodi-Mossoró, é de aproximadamente 360 milhões de m³/ano, com o escoamento iniciando no mês de fevereiro e diminuindo, drasticamente, a partir do mês de junho, tornando-se praticamente nulo nos meses de novembro e dezembro (OLIVEIRA et al., 2009).

O experimento foi realizado em um trecho do rio Apodi-Mossoró, dentro da zona urbana (IBAMA – Parque Municipal Maurício de Oliveira) da cidade de Mossoró-RN. As coletas foram distribuídas na região marginal esquerda do rio. Foi realizada uma coleta no mês de outubro de 2017, onde foram amostradas macrófitas aquáticas flutuantes, em triplicado de quatro bancos distintos.

Foram selecionados, visualmente, bancos de macrófitas flutuantes de tamanhos variados. Dois bancos de macrófitas com maior tamanho e dois de menor tamanho, afim de se perceber diferenças na abundância de macroinvertebrados entre os bancos de macrófitas flutuantes presentes em um trecho do rio Apodi-Mossoró. Nesse ambiente foram coletadas as macrófitas aquáticas flutuantes dominantes existentes com auxílio de um utensílio de jardinagem – ciscador (Figura 1).

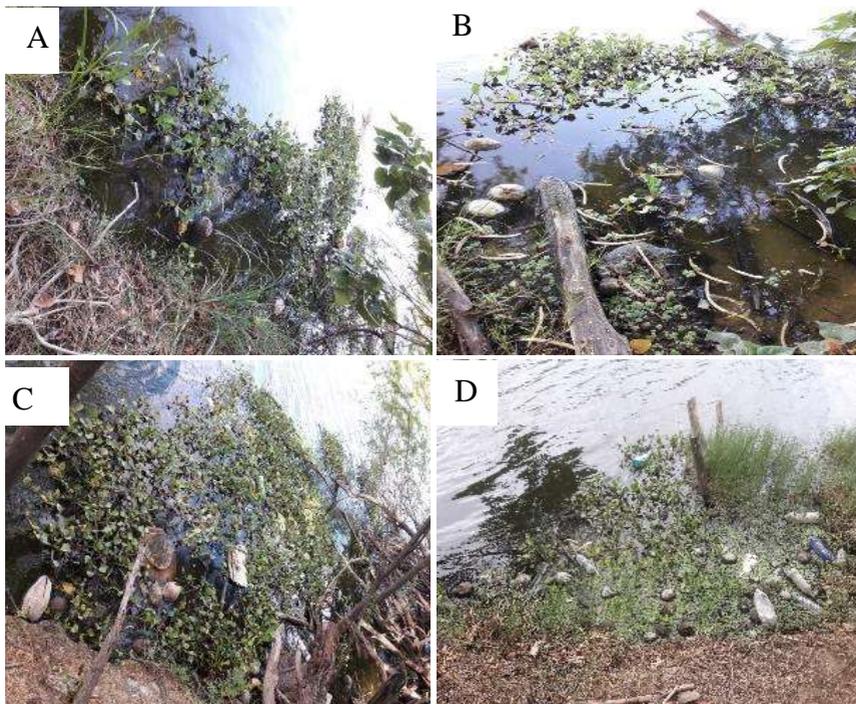
Figura 1 - Aparato usado para coleta de macrófitas aquáticas no rio Mossoró, Mossoró, Rio Grande do Norte. Fonte: Loja do mecânico (Modificado pelo autor).



As macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas para coleta de macroinvertebrados estavam dispostas em quatro pontos distintos na margem do rio. Mesmo com formas irregulares – bancos recortados – foi possível estimar em m^2 a área total de cada banco de macrófitas utilizando o *software SolidWorks 2016*. A área total ocupada pelos bancos 01, 02, 03 e 04 foi, respectivamente, 20,95 m^2 , 4,57 m^2 , 11,84 m^2 e 5,91 m^2 (Figura 2).

Foi possível identificar duas espécies de macrófitas flutuantes compondo a flora local, em maior quantidade estavam as *Eichhornia crassipes* Mart. (Solms), 1883, em menor quantidade *Pistia stratiotes* L. Vale salientar o alto grau de poluição observado no local, podendo-se perceber acúmulo de muito lixo entre as macrófitas componentes dos bancos

Figura 2 - Disposição e área ocupada pelos bancos de macrófitas aquáticas flutuantes de um trecho do rio Apodi-Mossoró, Mossoró, Rio Grande do Norte. A) Banco 01, B) Banco 02, C) Banco 03, D) Banco 04.



As macrófitas coletadas foram armazenadas em sacos plásticos etiquetados e conduzidas ao Laboratório de Ictiologia de Universidade do Estado do Rio Grande do Norte-UERN onde foram lavadas em água corrente em peneiras sobrepostas com abertura de malhas de 500 mm e 200 mm, respectivamente.

O material resultante da lavagem das macrófitas foi preservado em álcool 70% (por um período de 24 horas). A identificação dos invertebrados foi feita com uso de estereomicroscópio, identificados com o auxílio de bibliografias especializadas (HIGUTI; FRANCO, 2001; MERRITT; CUMMINS, 1996) e quantificados.

Para a caracterização das comunidades, foi utilizado o programa de *Microsoft Excel* 2013, sendo calculado o valor de abundância. A densidade populacional foi obtida pelo cálculo de quantidade de indivíduos sobre a área amostrada.

Após identificação os indivíduos foram agrupados em suas respectivas ordens. Foram listadas as quatro ordens mais abundantes e calculadas as relações de dominância segundo a abundância proporcional, como dominante (>50%), abundante (50-30%), pouco abundante (30-10%), ocasional (10-1%) e raro (<1%). (MCCULLOUGH; JACKSON, 1985; ALBERTONI et al., 2007/Modificado). Para mensurar a diversidade de macroinvertebrados foi calculado o índice de Shannon-Wiener usando o pacote estatístico BioEstat 5.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição de macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas flutuantes foi representada por um total de 444 indivíduos divididos em 13 ordens. Para a classe Insecta, as ordens foram representadas por Coleoptera (larva e adultos), Diptera (larva, pupa e adultos), Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Odonata (ninfas e adultos) e Lepidoptera (larva). Entre os Crustaceae foi representada por macrocrustáceos, ordem Decapoda e microcrustáceos da subclasse Podocopa. Na classe Arachnida estão as ordens Araneae e Prostigmata. A classe Gastropoda está representada nas subclasses Prosobranchia e Pulmonata (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de indivíduos nas ordens de macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas flutuantes por bancos de coleta em um trecho do rio Apodi-Mossoró, Mossoró, Rio Grande do Norte.

Grupo taxonômico	Banco 01	Banco 02	Banco 03	Banco 04
Araneae	1			3
Coleoptera				8
Decapoda		1		
Diptera		3	1	6
Ephemeroptera	3			1
Hemiptera		2	2	4
Hymenoptera	1		1	1
Lepidoptera				2
Odonata	2	1	4	4
Podocopa	89	75	56	79
Prosobranchia	2	3	3	

Prostigmata	12	54	5	7
Pulmonata	5	3		
Total	115	142	72	115

De acordo com Henry-Silva et al. (2010), em uma pesquisa realizada na bacia do rio Apodi/Mossoró para obter informações sobre a riqueza e distribuição de macrófitas aquáticas, considerando-as oportunistas, dentre elas, *P. stratiotes* e *E. crassipes*, indicando a má preservação da bacia, que encontra condições favoráveis para colonização das macrófitas. O alto índice de colonização dessas macrófitas aquáticas flutuantes pôde ser observado na área amostrada, juntamente ao acúmulo de lixo na margem do trecho urbano do rio.

Junk e Piedade (1997) afirmam que a comunidade fitófila proporciona abrigo para os macroinvertebrados e que fatores ambientais contribuem na diversidade e densidade desses indivíduos (ABÍLIO, 2002). As macrófitas aquáticas são reconhecidas como importantes habitats para abrigar ricas comunidades de invertebrados (RUNDLE; ORMEROD, 1991; ROCHA; POR, 1998; HIGUTI, 2006; THOMAZ et al., 2008). Dessa forma, foi possível perceber para esse estudo uma riqueza taxonômica relativamente alta (444 indivíduos) levando em consideração o tamanho reduzido das amostras.

São vários os fatores que levam às diferenças no número de macroinvertebrados encontrados associados às macrófitas aquáticas, como a morfologia da mesma, textura, conteúdo nutricional do tecido e crescimento epifítico algal (CYR; DOWNING, 1988). Quanto a comunidade dos zoobentos, estes podem apresentar organismos que indicam as várias condições de trofia dos corpos d'água, quando associados às macrófitas (CAO et al., 1996; GALDEAN et al., 2000).

A área calculada permitiu a obtenção dos dados de densidade dos indivíduos, apresentando 5,4 ind/m² no banco 01, 31,07 ind/m² no banco 02, 6,08 ind/m² no banco 03 e 19,45 ind/m² no banco 04. Através do cálculo feito para determinar a área ocupada por cada banco pode-se identificar como bancos de maior tamanho 01 e 03, os bancos de menor tamanho 02 e 04. Quando comparamos a densidade populacional com o tamanho dos bancos de macrófitas podemos perceber que os bancos de menor tamanho apresentam maior densidade populacional.

As quatro ordens mais representativas foram Podocopa (67,3%), Prostigmata (17,6%), Odonata (2,5%) e Diptera (2,3%). Seguindo a escala de McCullough e Jackson (1985) para a abundância, a ordem Podocopa apresentou-se como dominante, Prostigmata pouco abundante, sendo Odonata e Diptera consideradas ocasionais. Ocasionalmente também estavam

presentes as ordens: Coleoptera (1,8%), Hemiptera (1,8%), Prosobranchia (1,8%) e Pulmonata (1,8%). Sendo consideradas raras as ordens: Araneae (0,9%), Ephemeroptera (0,9%), Hymenoptera (0,7%), Lepidoptera (0,5%), Decapoda (0,2%) (Tabela 2).

Alguns grupos se destacaram quanto a abundância relativa e frequência de ocorrência, dentre eles podemos citar Podocopa como o mais representativo. Essa ordem foi representada pelos ostrácodas, microcrustáceos de carapaça bivalve com tamanhos que variam de 0,5 a 5,0 mm (VICTOR, 2002). Esses organismos foram encontrados em grande quantidade no ambiente rico em matéria orgânica corroborando com as informações de Wurdig et al. (1988) devido ao seu hábito alimentar detritívoro – material vegetal em decomposição (MARTENS, 1995). A presença de alimento tem impacto na riqueza e abundância de espécies.

Tabela 2 - Abundância de indivíduos presentes em macrófitas aquáticas flutuantes por bancos de coleta em um trecho do rio Apodi-Mossoró, Mossoró, Rio Grande do Norte. Com destaque (fundo cinza) para ordens mais representativas.

Grupo taxonômico	Abundância (%)
Araneae	0,9%
Coleoptera	1,8%
Decapoda	0,2%
Diptera	2,3%
Ephemeroptera	0,9%
Hemiptera	1,8%

Hymenoptera	0,7%
Lepidoptera	0,5%
Odonata	2,5%
Podocopa	67,3%
Prosobranchia	1,8%
Prostigmata	17,6%
Pulmonata	1,8%
Total	100%

A segunda ordem mais representativa foi a Prostigmata, composta por ácaros aquáticos. Ocorrem na vegetação disposta nas margens de lagos e rios e ao acaso na água, possuindo ampla abundância e importância para o grupo de artrópodes aquáticos que colonizam macrófitas aquáticas (SMITH; COOK, 1991), mas com poucas pesquisas realizadas ao seu respeito. São também importantes predadores de larvas de insetos aquáticos, especialmente a ordem Díptera. Podem apresentar correlação com Microcrustacea, especialmente Cladóceros e Ostracodas (MONKOLSKI, 2005), sendo este último amplamente encontrado em todos os bancos de macrófitas no presente estudo.

Em terceira posição na abundância relativa e frequência de ocorrência aparece a ordem Odonata. Sua aparição pode ser justificada pela presença de Ostracoda, usadas como principais itens alimentares na fase larval de Odonata (TAKAMURA; YASUNO, 1986). Os indivíduos dessa ordem habitam todos os tipos de ambiente dulcícola, apresentando alta diversidade nas

regiões tropicais (CORBET, 1962), são predadores e podem viver associados às plantas aquáticas (PETR, 1968)

Por último está a ordem Diptera, representada principalmente pela família Chironomidae. São organismos considerados r-estrategistas que ocupam diversos tipos de habitats (WARD, 1992), apresentam um vasto nicho ecológico (BERG, 1995) e suportam condições ambientais adversas (MARQUES et al. 1999). Sendo assim, esses organismos são favorecidos nas plantas flutuantes onde encontram alimento e abrigo (TAKEDA et al., 2003). O aparecimento de Chironomidae correlaciona-se com a quantidade de matéria orgânica, sendo sua abundância e densidade elevadas com o aumento desta variável ambiental (ABÍLIO, 2002)

As demais ordens tiveram registros esporádicos, de acordo com Rosenberg e Resh (1993) essa diversidade depende da qualidade do ambiente. Quando há uma grande participação de um único grupo ou se a fauna é representada por uma ou poucas espécies, isso pode ser consequência do impacto causado no ambiente. Os macroinvertebrados apresentaram variações em termos de abundância e diversidade nos diferentes pontos de coleta.

Aplicado o índice de Shannon-Wiener foi possível observar baixos valores de diversidade entre os pontos de coleta. Ponto 01 = 0,3861, ponto 02 = 0,4687, ponto 03 = 0,3874 e ponto 04 = 0,5427 (Tabela 03). Os pontos de menor heterogeneidade são

01 e 03. Ainda assim, o número de indivíduos em cada banco de macrófita apresentou uma certa diversidade, independentemente do tamanho do banco, sendo o banco 02 e 04 os que apresentaram maior heterogeneidade, com ocorrência da maioria das ordens amostradas.

Tabela 3 - Índice de Shannon-Wiener, Números de indivíduos e Números de ordens amostradas nos pontos de coleta, em macrófitas aquáticas flutuantes por bancos de coleta em um trecho do rio Apodi-Mossoró, Mossoró, Rio Grande do Norte.

Ponto	Índice	N. de ind.	N. de ordens
01	0,3861	115	8
02	0,4687	142	8
03	0,3874	72	7
04	0,5427	115	10

Os bancos menores mostraram uma abundância maior de macroinvertebrados, sendo considerados mais heterogêneos, onde os resíduos sólidos associados as proporções de *E. crassipes* e *P. stratiotes* forneceram um maior número de habitat a ser ocupado, por isso a maior diversidade. Tews et al. (2004) descreve como elemento essencial para heterogeneidade do ambiente a presença de um local que proveja uma estrutura espacial em que esteja disponível muitos recursos e abrigo para as espécies. Não estando apenas relacionado às características da morfologia dos habitats,

mas a quantidade de diferentes tipos de estruturas físicas que o ambiente proporciona (TANIGUCHI et al., 2003).

Os bancos maiores, embora disponibilizassem maior tamanho de área, proporcionaram menor diversidade, provavelmente devido à proporção de *P. stratiotes*, em menor quantidade, e predomínio de *E. crassipes*, que acabaram por não favorecer a diversidade de macroinvertebrados.

Masifwa et al. (2001) e Coetzee et al. (2014) observaram um impacto negativo com a presença de *E. crassipes* relacionados a diversidade biológica e abundância de macroinvertebrados. Enquanto Brendonck et al. (2003) e Wang et al. (2012) não apontaram efeitos negativos em estudos parecidos, indicando que não existe um fator determinante entre macroinvertebrados e *E. crassipes* que permita concluir que estas suportam maiores ou menores quantidades e diversidade de comunidades aquáticas.

Essa diversidade ainda pode ser dependente de fatores bióticos e abióticos, como observado por Silva et al. (2009), em um estudo em trechos do rio Apodi-Mossoró, onde caracterizou o rio como eutrofizado, em consequência das alterações físicas, químicas e biológicas sofridas no curso d'água, com um avançado crescimento de macrófitas aquáticas flutuantes como *E. crassipes* e *P. stratiotes*, também encontradas no nosso estudo.

CONCLUSÃO

A composição de macroinvertebrados associada às macrófitas aquáticas flutuantes em um trecho urbano do rio Apodi/Mossoró na cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte, foi composto por 13 ordens e dominada por Podocopa, Prostigmata, Odonata e Díptera, respectivamente. Foi possível identificar o aparecimento de indivíduos relativamente sensíveis a poluição, tais como os insetos: Lepidoptera, Ephemeroptera e Odonata, evidenciando alterações na qualidade da água.

Macrófitas aquáticas são importantes componentes dos ecossistemas aquáticos e independentemente da sua morfologia, contribuem de alguma forma para a heterogeneidade espacial do hábitat. Os valores de diversidade, que, embora pouco elevados, refletiram o grau de heterogeneidade entre os bancos. Assim, viver associado às macrófitas pode ser mais vantajoso para os macroinvertebrados, pois muitas *taxa* encontram alimento e abrigo nestas plantas.

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, F.J.P. **Gastrópodes e outros invertebrados bentônicos do sedimento litorâneo e associado a macrófitas aquáticas em açudes do semiárido paraibano, nordeste do Brasil.** Tese de

Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP. 175p, 2002.

ALBERTONI, E. F.; PRELLVITZ, L. J.; PALMA-SILVA, C. Macroinvertebrate fauna associated with *Pistia stratiotes* and *Nymphoides indica* in subtropical lakes (south Brazil). **Brazilian Journal Biology** 67(3): 499-507, 2007.

BRADY, J. K.; TURNER, A. M. Species-specific effects of gastropods on leaf litter processing in pond mesocosms. **Hydrobiologia**. v. 651:93-100, 2010.

BRENDONCK, L.; MAES, J.; ROMMENS, W.; DEKEZA, N.; NHIWATIWA, T.; BARSON, M.; CALLEBAUT, V.; PHIRI, C.; MOREAU, K.; GRATWICKE, B.; STEVENS, M.; ALYN, N.; HOLSTERS, E.; OLLEVIER, F.; MARSHALL, B. The impacts of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in a eutrophic subtropical impoundment (Lake Chivero, Zimbabwe). II. Species diversity. **Archiv für Hydrobiologie**, 158(3): 389-405, 2003.

BUTLER R.G.; MAYNADIER, P. G. The significance of littoral and shoreline habitat integrity to the conservation of lacustrine damselflies (Odonata). **Journal of Insect Conservation**, v. 12:23-36, 2008.

CAI, Y.; GONG, Z.; QIN, B. Influences of habitat type and environmental variables on benthic macroinvertebrate communities in a large shallow subtropical lake (Lake Taihu, China). **Annales de Limnologie - International Journal of Limnology**. v. 47: 85-95, 2001.

CAO, Y.; BARK, A. W.; WILLIAMS, W. P. Measuring the responses of macroinvertebrate communities to water pollution: a comparison of multivariate approaches, biotic and diversity indices. **Hydrobiologia**, 341: 1-19, 1996.

COETZEE, J. A.; JONES, R. W.; HILL, M. P. Water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae), reduces benthic macroinvertebrates diversity in a protected subtropical lake in South Africa. **Biodiversity and Conservation**, 23: 1319-1330, 2014.

CORBET, P.S. A Biology of dragonflies. London, Witherby, 247p, 1962.

CYR, H.; DOWNING, J. A. The abundance of phytophilous invertebrates on different species of submerged macrophytes. **Freshwater Biology** 20: 365-374, 1988.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, 3:545-552, 2000.

HENRY-SILVA, G. G.; MOURA, R. S. T.; DANTAS, L. L. O. Richness and distribution of aquatic macrophytes in Brazilian semi-arid aquatic ecosystems. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 22: 147-156, 2010.

HIGUTI, J. Fatores reguladores da biodiversidade de Ostracoda (crustacean) no vale alluvial do alto rio Paraná. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Maringá. 59p. 2006.

HIGUTI, J.; FRANCO, G. M. S. **Identificação de invertebrados para análise de conteúdo estomacais de peixes**. Maringá: UEM, 2001.

JUNK, W. J. Investigations on the Ecology and Production biology of the “floating meadows” (*Paspalo-Echninochloetum*) on the Middle Amazon. Part II. The aquatic fauna in the root zone of floating vegetation. **Amazoniana**, 4 (1): 9-102, 1997.

MARTENS, K. Recent non-marine Ostracoda. Workshop on Neotropical aquatic invertebrates University of São Paulo, Brazil. 31: 1-18p, 1995.

MASIFWA, W.F.; TWONGO, T.; DENNY, P. The impact of water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms on the abundance and diversity of aquatic macroinvertebrates along the shores of northern Lake Victoria, Uganda. **Hydrobiologia**, 452: 79-88, 2001.

MCCULLOUGH, J. D.; JACKSON, D. W. Composition and productivity of benthic macroinvertebrate community of subtropical reservoir. **Int. Revue. Ges. Hydrobiologia**. 70(2): 221-235, 1985.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3ed. Dubuque, Kendall/Hunt. 722p, 1996.

MONKOLSKI, A.; TAKEDA, A. M.; MELO, S. M. Fauna structure of water mites associated with *Eichhornia azurea* in two lakes of the upper Paraná floodplain, two lakes of the upper Paraná floodplain, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. Maringá, v. 27, n. 4, p. 329-337, 2005.

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, T. M. B. F.; SOUZA, L. D.; CASTRO, S. S. L. Dinâmica da série nitrogenada nas águas da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró/RN-Brasil. **Eclética Química**, v. 34, p. 17- 26, 2009.

PETR, T. Populations changes in aquatic invertebrates living on two plants in a tropical manmade lake. **Hydrobiologia** 31: 449-485, 1968.

ROCHA, C. E. F.; POR, F. D. Preliminary comparative data on the fauna of the pleuston in the southern Pantanal, Brazil, with emphasis on the microcrustaceans. **Verh. Internat. Verein. Limnol.** 26: 2137-2140, 1998.

ROQUE, F. O. Tópicos Especiais Macroinvertebrados Bentônicos. **In:** Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia, nº35(2), 2006.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall, 1993.

RUNDLE, S. D.; ORMEROD, S. J. The influence of chemistry and habitat features on the microcrustacea of some upland Welsh streams. **Freshwater Biology** 26: 439-451, 1991.

SILVA, C. V. **Macroinvertebrados associados à macrófitas aquáticas flutuantes: distribuição, estrutura da comunidade e abordagem experimental.** Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Ciências Biológicas, 2015.

SILVA, E. J.; PINHEIRO, L. A. P.; DIAS, L. K. P.; SOARES, D. C. E.; SANTOS, T. C. L. **Impacto do lançamento de efluentes urbanos em alguns trechos do rio Apodi-Mossoró na cidade de Mossoró - RN, durante o período de estiagem** (2009).

SILVEIRA-GUIDO, A. 1971. Datos preliminares de biología y especificidad de *Acigona ignitalis* Hamps. (Lep., Pyralidae) sobre el hospedero *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach

(Pontederiaceae). **Revista de La Sociedad Entomologica Argentina**, 32 (1-4): 137-145, 1971.

STRIXINO, G.M.A.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Macroinvertebrados asociados a tapetes flutuantes de Eichhornia crassipes (Mart.) Solms, de um reservatório. **Anais do Seminário Regional de Ecologia**, São Carlos, SP, V. 4: 375-397, 1984.

TAKAMURA, K.; YASUNO, M. Effects of pesticide application chironomid larvae and ostracods in Rice fields. **Applied Entomology and Zoology** 21(3): 370-376, 1986.

TANIGUCHI, H.; NAKANO, S.; TOKESHI, M. Influences of habitat complexity on the diversity and abundance of epiphytic invertebrates on plants. **Freshwater Biology**, 48: 718-728, 2003.

TESSIER, C.; CATTANEO, A.; PINEL-ALLOUL, B.; GALANTI, G.; MORABITO, G. Biomass, composition and size structure of invertebrate communities associated to different types of aquatic vegetation during summer in Lago di Candia (Italy). **Journal of Limnology**, 63(2): 190-198, 2004.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBÖRGER, K.; WICHMANN, M.C.; SCHWAGER, M.; JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, 31: 79-92, 2004.

THOMAZ, S. M.; DIBBLE, E. D.; EVANGELISTA, L. R.; HIGUTI, J.; BINI, L. M. Influence of aquatic macrophyte habitat complexity on invertebrate abundance and richness in tropical lagoons. **Freshwater Biology** 53: 358-367, 2008.

VAN DEN BERG, M. S.; COOPS, H.; NOORDHUIS, R.; VAN SCHIE, J.; SIMONS, J. Macroinvertebrate communities in relation

to submerged vegetation in two Chara-dominated lakes. **Hydrobiologia**, vol. 342/343, p. 143-150, 1996.

VICTOR, R. Ostracoda *In*: FERNANDO, C. H. **A guide tropical freshwater zooplankton**. Backhuys Publishers. 283p, 2002.

WALLACE, J. B.; WEBSTER, J. R. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. **Annual Review of Entomology**. v.41: 115-139, 1996.

WANG, Z.; ZHANG, Z.; ZHANG, J.; ZHANG, Y.; LIU, H.; YAN, S. Largescale utilization of water hyacinth for nutrient removal in lake Dianchi in China: the effects on the water quality, macrozoobenthos and zooplankton. **Chemosphere**, 89: 1255-1261, 2012.

WÜRDIG, N. L.; FREITAS, S. N. F. Distribuição espacial e temporal da comunidade dostracodes na lagoa Emboaba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**. **11**: 677-700, 1988.

**MACROINVERTEBRADOS ASSOCIADOS À
MACRÓFITAS AQUÁTICAS COMO BIOINDICADORES
DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO RIO APODI-
MOSSORÓ, RIO GRANDE DO NORTE**

Déborah Cristina Batista da Silveira

Mestranda em Ciências Naturais, UERN

Érica Daiany Alves de Sousa

Mestranda em Ciências Naturais, UERN

Prof. Iron Macêdo Dantas

Doutor em Agronomia, UERN

RESUMO

As macrófitas aquáticas podem ser encontradas nas margens e nas áreas rasas de rios, lagos e reservatórios. Os macroinvertebrados são considerados bioindicadores e acrescentam conhecimento sobre qualidade em que a água se encontra. Este estudo visa determinar os grupos taxonômicos de macroinvertebrados dispostos em macrófitas aquáticas relacionando com a degradação ambiental em trechos do rio Apodi-Mossoró, na cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte. A coleta foi realizada em dois trechos. Trecho 1 realizado próximo à antiga ponte de ferro e trecho 2 no Parque Municipal Maurício de Oliveira, tendo 2 pontos de amostragens em cada. As macrófitas foram lavadas em peneiras e o material foi triado em placas de Petri sob microscópio estereoscópico. Posteriormente, os macroinvertebrados foram identificados e classificados de acordo com chaves de identificação. Os invertebrados coletados foram classificados em grupos tolerantes e resistentes à poluição. Foram coletados 6.683

exemplares distribuídos em três filós, quatro classes, 11 ordens e 22 famílias. O ponto 1 (trecho 1) expôs um maior índice de diversidade. As famílias que apresentaram maior quantidade de indivíduos e distribuídos nos quatro pontos, foram Thiaridae, Planorbidae e Curculionidae. De acordo com o índice BMWP, houve uma diferença na característica da água dos trechos 1 e 2, tendo o trecho 2 um nível de poluição maior do que o encontrado no trecho 1, demonstrando a importância de estudos relacionados ao monitoramento de macroinvertebrados e sobre seu papel como bioindicadores de degradação ambiental.

Palavras-chave: Aguapés. Invertebrados aquáticos. Poluição.

INTRODUÇÃO

As macrófitas aquáticas apresentam ampla capacidade de adaptação e amplitude ecológica, sendo encontradas nas margens e nas áreas rasas de rios, lagos e reservatórios, mas também em cachoeiras e fitotelmos, nas regiões costeiras, como também em água salgada e salobra (ESTEVEZ, 1988). Dada à heterogeneidade filogenética e taxonômica das macrófitas aquáticas, diferentes grupos dessas plantas são reconhecidos no Brasil, e elas são preferencialmente classificadas quanto ao seu biótopo (POMPÊO, 2017).

A presença de macrófitas aquáticas no ambiente pode favorecer a riqueza taxonômica, a abundância relativa e a densidade populacional de invertebrados, pois reduz o efeito competitivo com outras espécies, e ao mesmo tempo, devido à sua

fenologia, pode restringir a colonização de alguns invertebrados (SANTANA, 2009).

Os macroinvertebrados bentônicos compõem um grupo de grande importância ecológica em ambientes aquáticos continentais, participando das cadeias alimentares e sendo um dos elos principais das estruturas tróficas dos ecossistemas aquáticos, no qual diferem entre si, em relação à poluição orgânica, podendo ser classificados como organismos tolerantes até organismos resistentes (ABÍLIO, 2009; CALLISTO, 2001).

Esses invertebrados são considerados bioindicadores, pois as espécies ou assembleia de espécies têm necessidades particulares com respeito a um conjunto de variáveis físicas ou químicas. Além disso, acrescentam conhecimento sobre qualidade em que a água se encontra, principalmente para a avaliação na degradação ambiental resultante do descarregamento de resíduos domésticos e industriais (OLIVEIRA, 2009; PIEDRAS, 2006).

A utilização de bioindicadores tem sido contínuo na verificação de impactos ambientais provocados pela ação desenfreada de habitantes que prejudicam o ambiente, visto que animais, vegetais, microrganismos e suas interações com o meio ambiente reagem de maneira diversificada às modificações da paisagem (SOUZA, 2001).

As ações relacionadas a atividades antrópicas prejudicam diretamente na reestruturação da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, implicando principalmente na diversidade, equitabilidade e abundância (PRATTE-SANTOS et al., 2011).

Os invertebrados são os que melhor despontam às variações nas condições ambientais, possuindo grande diversidade de espécies, além de serem muito importantes no monitoramento da qualidade de ambientes aquáticos (PIEDRAS et al., 2006; SOUZA, 2014; OLIVEIRA, 2009).

Os invertebrados bentônicos são mais utilizados nas avaliações de efeitos de impactos antrópicos sobre o ecossistema aquático, pois apresentam uma série de vantagens tais como: diversidade de formas de vida e de habitats, podendo ser encontrados em praticamente todos os tipos de ambientes aquáticos; mobilidade limitada, fazendo com que a sua presença ou ausência esteja associada às condições do habitat; presença de espécies com ciclo de vida longa em relação a outros organismos, possibilitando somatória temporal dos efeitos antropogênicos sobre a comunidade; facilidade de uso em manipulações experimentais, o que poderá resultar em previsões mais precisas (BICUDO; BICUDO, 2004).

O conhecimento sobre macroinvertebrados bentônicos pode ser utilizado para conhecer a qualidade da água de lagos e

rios, pois esses organismos respondem às variações nas condições ambientais (CHAGAS, 2017).

Fatores ambientais, tais como, precipitação pluviométrica, variação no nível da água, alterações das condições químicas da água, e do sedimento, como também a quantidade e disponibilidade de alimento, influenciam na diversidade e na densidade de indivíduos de macroinvertebrados (ABÍLIO, 2002).

A poluição de rios e lagos causa um impacto sério aos seres vivos, e pode negativamente afetar o uso da água para beber, necessidades da casa, recreação, pesca, transporte e comércio (ARAÚJO et al., 2007).

A bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, localizada na região oeste do estado do Rio Grande do Norte (RN) é um exemplo típico da escassez de planejamento sustentável, durante o processo de apropriação do solo, intensificada no Brasil desde a década de 60, o qual acarretou sérios impactos à sociedade como um todo, levando a diversos desequilíbrios ambientais, a exemplo da contaminação dos recursos hídricos, constituindo uma forte ameaça à economia e à saúde pública (OLIVEIRA et al., 2009).

Ainda de acordo com Oliveira et al. (2009) o rio apresenta uma área de 14.276 km², equivalente a 26,8% da área estimada do Estado, representando a maior bacia hidrográfica genuinamente potiguar. Seu rio principal possui 210 km de extensão, nascente na

cidade de Luís Gomes e foz no Oceano Atlântico, onde abriga uma planície litorânea, na forma de estuário, entre os municípios de Areia Branca e Grossos.

A particularidade do hábitat é uma das condições mais significativa no sucesso de colonização e estabelecimento das comunidades biológicas em ambientes lênticos ou lóticos (MARQUES et al., 1999). Locais poluídos geralmente possuem baixa diversidade de espécies e elevada densidade de organismos, restritos a grupos mais tolerantes (CALLISTO et al., 2001).

Redução na profundidade da água pode favorecer algumas espécies de larvas de insetos que se alimentam por filtração (ABILÍO et al., 2007). A união de pesquisas taxonômicas com aquelas de abordagem ecológica é muito importante para o conhecimento da estrutura e da função do grupo de insetos nos ecossistemas aquáticos (PEIRÓ, 2006). Para Lenat e Barbour (1994), a maioria das técnicas de monitoramento biológico depende da identificação correta dos organismos coletados.

Considerando a importância do conhecimento da composição de macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água, estudos em ambientes antropizados tornam-se necessários. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo determinar os grupos taxonômicos de macroinvertebrados dispostos em macrófitas aquáticas relacionando com a qualidade

da água, em trechos no rio Apodi-Mossoró, na cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A cidade de Mossoró está situada no oeste Potiguar, Região Nordeste do Brasil. Ocupa uma área de aproximadamente 2100 km², sendo o maior município do estado em área. Em 2017 sua população foi estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 295.619 habitantes, sendo o segundo mais populoso do Rio Grande do Norte e o 93º de todo o país (IBGE, 2017). A bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró ocupa uma superfície de 14.276 km², correspondendo a 26,8% do território estadual (IGARN, 2015).

Coletas de macroinvertebrados bentônicos

O presente estudo foi realizado em dois trechos do rio Apodi-Mossoró, localizados na zona urbana na cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte, nos dias 18 e 21 de outubro de 2017. O trecho 1 está localizado na região da entrada do rio na cidade, próximo à antiga ponte de ferro (05°12'24.5" S / 037°21'03.8" W; Figura 1A) e o trecho 2 na região do centro, dentro dos limites do parque

municipal da cidade (05°14'15.7" S / 037°19'32.9" W), com uma elevada quantidade de macrófitas aquáticas flutuantes (Figura 1B).

As coletas foram efetuadas à margem esquerda do rio, com 2 pontos de amostragens em cada um dos trechos (Trecho 1: ponto 1: 05°12'24.5"S | 037°21'03.8"W; ponto 2: 05°12'24.9"S | 037°21'04.1"W / Trecho 2: ponto 3: 05°14'15.7"S | 037°19'32.9"W; ponto 4: 05°11'42.6"S | 037°20'20.1"W), a fim de comparar a quantidade e diversidade de organismos aderidos às raízes dos aguapés, onde podem ser mais ou menos impactadas pela poluição.

Coleta e preparação das amostras

As macrófitas foram coletadas manualmente e colocadas em sacos plásticos identificados. O local onde foi realizada a coleta compreendeu aproximadamente 1m² de área (Figura 2A). Em seguida, foram levadas ao laboratório, no qual passaram pelo processo de lavagem em água corrente sobre peneiras sobrepostas com malha de abertura de 500mm e 200mm para que os organismos ficassem retidos (Figura 2B).

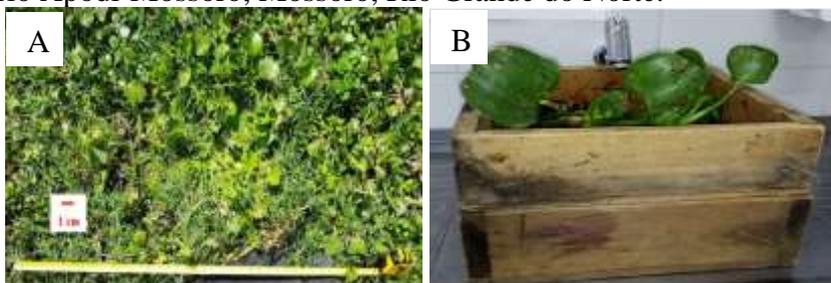
Após a lavagem, os materiais que ficaram nas peneiras foram transferidos para potes plásticos e fixados em álcool 70% para posterior triagem. A triagem do material foi realizada em placas de Petri (Figura 3A) sob microscópio estereoscópico.

Figura 1 – Localização dos pontos de amostragens de macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas próximo a antiga ponte de ferro (A – Trecho 1) e no centro da cidade (B – Trecho 2) do rio Apodi-Mossoró, Mossoró - Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores.

Figura 2 – A - Área de coleta, compreendendo 1 m² em cada um dos pontos; e B - processo de lavagem das macrófitas coletadas no rio Apodi-Mossoró, Mossoró, Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores.

Os aguapés lavados foram postos para secar, primeiramente em uma casa de vegetação por dois dias, e em seguida colocadas em estufa. Por fim, foram pesadas em balança semi-analítica com precisão de três casas decimais (Figura 3B).

Figura 3 – A - Material coletado para o processo de triagem; e B - pesagem das macrófitas secas, coletados rio Apodi-Mossoró, Mossoró, Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores.

Posteriormente, os macroinvertebrados foram identificados e classificados ao menor nível taxonômico sempre que possível, em conformidade com chaves de identificação de literaturas específicas (MERRITT e CUMMINS, 1984; USINGER, 1956), contados e acondicionados em potes plásticos com álcool 70%.

Quanto ao grupo funcional, os organismos foram classificados como raspador, coletor, predador, fragmentador. Organismos raspadores são aqueles que conseguem raspar superfícies duras, alimentando-se de fungos, algas e matéria orgânica morta presente nos substratos. Os coletores retêm pequenas partículas de matéria orgânica dispostos na coluna d'água. Predadores correspondem à animais que capturam a sua presa ou consomem os fluidos de seus tecidos corporais e os

fragmentadores são capazes de digerir folhas ou tecidos de plantas vasculares (MERRITT; CUMMINS, 1996).

As famílias foram classificadas com base no trabalho realizado por Goulart e Callisto (2003), no qual foram classificados em três grandes grupos. O primeiro grupo denominado de Sensíveis/Intolerantes à poluição incluiu as famílias Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera, uma vez que elas precisam de muito oxigênio dissolvido na água. O segundo grupo descrito designado de “Tolerantes” foi caracterizado pela presença de uma variedade de macroinvertebrados aquáticos e também de outros invertebrados, como moluscos, bivalves, alguns Diptera, além de representantes das ordens Heteroptera, Odonata e Coleoptera, principalmente. A necessidade de oxigênio para esse grupo é menor, pois alguns representantes, como os Heteroptera, adultos de Coleoptera e alguns Pulmonata (Gastropoda) utilizam o oxigênio atmosférico. O terceiro grupo é formado por organismos Resistentes à poluição, abrigando larvas de Chironomidae e outros Diptera, além de toda a classe Oligochaeta. Esses organismos são capazes de viver em condição de total falta de oxigênio por diversas horas e também são detritívoros.

O índice biológico BMWP (*Biological Monitoring Working Party System*) foi utilizado para determinar a relação entre as famílias encontradas e a qualidade da água, onde são atribuídos

valores de 1 a 10, sendo 1 para famílias mais tolerantes a poluição e 10 para aquelas menos tolerantes. Com base na qualidade da água, as classes variam de I a VII, desde ótima à fortemente poluída. Quanto maior for o valor do índice, mais sensíveis/intolerantes à poluição serão as famílias e a água será menos poluída ou sem poluição (IAP, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 6.683 macroinvertebrados distribuídos em três filos, quatro classes, 11 ordens e 22 famílias. O filo Mollusca obteve o maior número de indivíduos.

O trecho 1 apresentou grandes quantidades de bancos de macrófitas da espécie *Eichhornia crassipes* Mart. (Solms), 1883, conhecida popularmente como aguapé. Foi observada a presença de lixo doméstico, além da presença de gado pastando perto das margens e liberando excretas, que podem ser transportadas para o corpo aquático, aumentando os nutrientes, o que influencia ainda mais na poluição e no desenvolvimento da vegetação aquática. Nesta região, o rio começa a entrar na cidade, sofrendo influência das comunidades que moram às suas margens, as quais lançam efluentes diretamente no manancial.

A primeira amostragem do trecho 1 foi denominada de ponto 1. Neste trecho, a margem era mais rasa e por isso, as raízes coletadas estavam com maior quantidade de sedimento. Em termos de números, ficou evidente que o ponto 1 apresentou uma maior diversidade de macroinvertebrados. A segunda amostragem do mesmo trecho foi denominada de ponto 2, sendo o mais próximo da ponte de ferro. Evidenciou-se uma grande quantidade de macroinvertebrados (3.351 indivíduos).

O trecho 2 de coleta foi no Parque Municipal Maurício de Oliveira, região do centro da cidade, após a Barragem do centro. Constatou-se ser uma região com grande despejo de esgotos domésticos e industriais. Foram observadas comunidades ribeirinhas em sua margem direita, sendo possível visualizar suas ações antrópicas com o rio. Sua margem esquerda, onde foram realizadas as coletas, apresentava uma profundidade maior em relação ao trecho 1, de aproximadamente 60 cm. Uma característica observada foi a cor da água, um marrom bem claro, quase transparente na margem. Os bancos de macrófitas eram menores e em menor número, comparando com o primeiro trecho de coleta. Foi visualizado a presença de lixo doméstico, mas em menor quantidade daquele encontrado no trecho 1. No ponto 3 e 4 ficou evidente a menor diversidade de grupos taxonômicos e menor número de macroinvertebrados.

Os macroinvertebrados encontrados em cada ponto estão descritos na tabela 1, assim também como seus grupos funcionais e os valores do índice BMWP.

Tabela 1 - Diversidade de famílias, números de indivíduos de macroinvertebrados e valor do índice BMWP, associados à macrófitas aquáticas encontrados nos quatro pontos de coleta no rio Apodi/Mossoró, Mossoró, Rio Grande do Norte.

Táxon	BMWP	Grupo funcional	Pontos			
			P1	P2	P3	P4
MOLLUSCA						
Gastropoda						
Thiaridae	7	Raspador-coletor	2.136	2.150	162	37
Planorbidae	3	Raspador	507	1062	52	54
Physidae	3	Raspador	1	17		
Ampullariidae	3	Raspador	11		11	
NEMATODA	2	Coletor-catador	1			
ARTHROPODA						
Arachnida						
Araneae			3	1	1	
Hydracarina	4	Predador	144		2	
Insecta						
Odonata						
			17			1
Libellulidae	8	Predador	49		5	
Aeshnidae	8	Predador	1			
Coenagrionidae	6	Predador		14		
Hemiptera						
Belostomatidae	5	Predador	10	26	1	
Nepidae	3	Predador	1			
Corixidae	3	Predador		2		
Notonectidae	3	Predador			1	
Coleoptera						
Hydrophilidae	3	Coletor-catador	19	20		3
Curculionidae	4	Fragmentador	43	34	1	2

Dytiscidae	3	Predador	7		
Elmidae	5	Raspador	2		
Lutrochidae	6	Raspador	2		
Staphylinidae	6	Predador	2		
Haliplidae	4	Fragmentador		7	
Lepidoptera			9	12	9
Diptera				2	
Ceratopogonidae	4	Predador	1		1
Chironomidae	2	Coletor-catador	3		
Hymenoptera					
Formicidae		Predador	3	3	1
CRUSTACEA					
Decapoda				1	15
Abundância total			2.972	3.351	252
					108

Fonte: Elaborado pelos autores.

Analisando a tabela 1, verificou-se que alguns macroinvertebrados só estavam presentes em um determinado ponto, como Nematoda, Odonata: Aeshnidae, Hemiptera: Nepidae, Coleoptera: Dytiscidae, Elmidae, Lutrochidae, Staphylinade e Diptera: Chironomidae que estavam presentes apenas no ponto 1. Os invertebrados associados às macrófitas presentes somente no ponto 2, foram os Hemiptera: Corixidae, Odonata: Coenagrionidae e Coleoptera: Halipidae. No ponto 3 destacaram-se os Hemiptera: Notonectidae. Segundo Callisto et al. (1998) esses invertebrados diferem entre si em relação a poluição do ambiente ao qual estão inseridos, variando desde famílias típicas de ambientes limpos ou de boa qualidade de água (como ninfas de Plecoptera e larvas de

Tricoptera), continuando com organismos tolerantes (alguns Heteroptera, Odonata e Amphipoda), até aqueles resistentes a poluição (como alguns Chironomidae e Oligochaeta, por exemplo). É possível observar presença maior de predadores em relação aos outros grupos funcionais. De acordo com Vannote et al. (1980) os predadores geralmente apresentam abundâncias relativamente constantes, pelo fato de dependerem diretamente de outros macroinvertebrados e não dos níveis de produtividade ou disponibilidade de matéria orgânica.

Foi possível classificar as famílias como pertencentes aos grupos 2 (tolerantes) e 3 (resistentes a poluição), de acordo com o que foi proposto por Goulart e Callisto (2003), o que evidencia o caráter de poluição do ambiente estudado. Ambientes poluídos contribuem com o aumento da densidade de famílias tolerantes (MANGOLIN, 2016). Certas espécies de macroinvertebrados podem sobreviver e/ou se beneficiar da poluição causada pelo despejo de resíduos domésticos (CALLISTO et al., 2001).

De acordo com o índice BMWP, foi possível determinar que o ponto 1 apresentou água de caráter duvidoso, ou seja, mostrava níveis moderados de poluição. O ponto 2 foi caracterizado por possuir água contaminada ou poluída, levando a entender que o trecho 1 possuía água variando de níveis moderados de poluição até águas poluídas. O ponto 3 (trecho 2) exibia a

característica de água muito poluída, o que também foi visualizado para o ponto 4. Sendo assim, houve uma diferença na característica da água dos trechos 1 e 2, tendo o trecho 2 um nível de poluição maior do que o encontrado no trecho 1 (Tabela 2).

As modificações na qualidade da água baseiam-se em uma diminuição da diversidade de organismos, portanto, o uso de bioindicadores possibilita uma análise integralizada das implicações ecológicas causadas por inúmeros meios de poluição (CALLISTO et al., 2001).

Araújo e Filho (2010) fizeram uma pesquisa sobre fontes poluidoras de metais pesados nos solos da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN, na área urbana da cidade e realizaram uma entrevista com empresas que utilizam o recurso hídrico para despejar efluentes gerados no processo de produção. Foi constatado que após o efluente industrial passar pelo processo de tratamento secundário é direcionado ao rio, exibindo uma necessidade de adotar um sistema mais específico para o tratamento de efluentes contendo metais pesados. Além disso, foi relatado que as empresas entrevistadas não monitoram seus resíduos líquidos, mostrando que existe possibilidade de contaminação de água da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, no perímetro urbano do Município de Mossoró, Rio Grande do Norte.

Tabela 2 - Classificação de qualidade de água através do índice BMWP. Adaptado de IAP (2003), do Rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte.

Pontos	BMWP	Classes	Qualidade/Significado	Nível de tolerância
1	80	IV	Duvidosa/Efeitos moderados de poluição.	Famílias menos tolerantes.
2	37	V	Poluída/Águas contaminadas ou poluídas.	
3	34	VI	Muito poluída/Águas muito poluídas.	
4	17	VI	Muito poluída/Águas muito poluídas.	Famílias mais tolerantes

Fonte: Elaborado pelos autores.

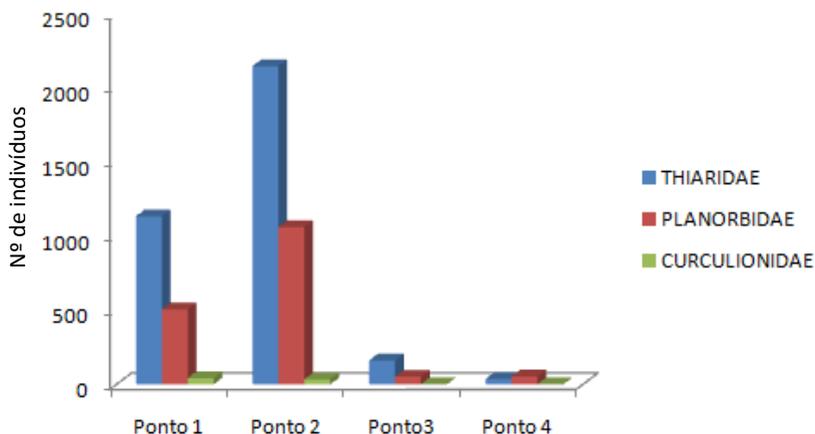
Este fato confirma-se com a classificação da qualidade de água encontrado neste estudo, definido a partir das famílias de macroinvertebrados identificados, no qual foi determinado como ambiente poluído.

Os grupos taxonômicos que apresentaram maior quantidade de indivíduos e distribuídos nos quatro pontos, foram as famílias Thiaridae, Planorbidae e Curculionidae (Gráfico 1).

A família Thiaridae apresentou um maior número de exemplares, no qual o ponto 2 obteve a maior quantidade de indivíduos (n= 2.150). No ponto 1 obteve 2.136 exemplares de Thiaridae. No ponto 3 esse número reduziu para 162 e no 4 apresentaram-se em menor quantidade (n= 37), totalizando 4.286 exemplares coletados no trecho 1. No entanto o trecho 2 totalizou

199 indivíduos. A família Planorbidae teve destaque no ponto 2 (n= 1.062).

Gráfico 1 - Famílias presentes nos quatro pontos de coleta com maior quantidade de indivíduos no rio Apodi-Mossoró, Mossoró, Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores.

No ponto 1, foram observados 507 indivíduos, sendo que o ponto 3 (n= 52) e 4 (n=54) obtiveram um menor número de Planorbidae, totalizando 1.569 exemplares associados às macrófitas no trecho 1, enquanto que no segundo trecho de coleta obteve-se apenas 106 indivíduos. A família Curculionidae foi encontrada nos quatro pontos (P1= 43), (P2= 34), (P3= 1) e (P4=2), porém em menores quantidades, se comparado com as demais famílias também presentes nas quatro amostragens.

Informações sobre macroinvertebrados bentônicos auxiliam na análise das propriedades da água e oferece uma estimativa de consequências ecológicas promovidas pelas fontes de poluição (CALLISTO et al., 2001).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste estudo, os macroinvertebrados coletados foram classificados em grupos tolerantes e resistentes à poluição.

O trecho 1 obteve um índice elevado de organismos e uma maior variedade de famílias, em relação ao trecho 2. Entre os grupos taxonômicos classificados, as famílias de macroinvertebrados predominantes foram Thiariidae, Planorbidae e Curculionidae encontrados em todos os pontos de coleta.

Com base na classificação das famílias coletadas junto às macrófitas do trecho estudado do rio Apodi-Mossoró, os trechos 1 e 2 foram categorizadas como tendo águas poluídas moderadamente e com níveis de poluição elevado, respectivamente, a partir do número do índice biológico BMWP.

O presente estudo é de grande importância para o conhecimento sobre os macroinvertebrados que podem ser encontrados no rio Apodi-Mossoró, no município de Mossoró, evidenciando o papel desses organismos como bioindicadores da

degradação ambiental. Faz-se necessária uma gestão integrada, a fim de promover uma fiscalização do lançamento de resíduos domésticos e industriais, recuperando a qualidade da água e preservando o ambiente e também a realização de monitoramentos da fauna do rio para avaliar o grau de poluição, buscando possíveis medidas para reduzir a degradação ambiental.

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, F. J. P. et al. **Gastrópodes e outros Invertebrados Bentônicos do Sedimento Litorâneo e Associado a Macrófitas Aquáticas em Açudes do Semi-árido Paraibano, Nordeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos – SP. São Carlos-SP, 175p. 2002.

ABÍLIO, F. J. P. et al. Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores de Qualidade Ambiental de Corpos Aquáticos da Caatinga. **Oecologia Australis**, v. 11, n. 3, p. 397-409, 2009.

ARAÚJO, J. B. S.; FILHO, J. L. O. P. Identificação de Fontes Poluidoras de Metais Pesados nos Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró/RN, na Área Urbana de Mossoró-RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 2, p. 80-94, 2010.

ARAÚJO, V. S.; SANTOS, J. P.; ARAÚJO, A. L. C. Monitoramento das Águas do Rio Mossoró/RN, no Período de Abril/2005 a julho/2006. **Holos, Natal**, v. 1, n. 23, p. 4-41. 2007.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. **Amostragem de Invertebrados Bentônicos**. Amostragem em Limnologia, São Carlos-SP: RiMa. 371p. 2004.

CALLISTO, M. et al. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CALLISTO, M.; MARQUES, M. M.; BARBOSA, F. A. R. Deformities in larval Chironomus (Diptera, Chironomidae) from the Piracicaba river, southeast Brazil. **Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen**, v. 27, n. 5, p. 2699-2702, 1998.

CARVALHO, E. M.; UIEDA, V. S. Colonização por Macroinvertebrados Bentônicos em Substrato Artificial e Natural em um Riacho de Serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, p. 287-293, 2004.

COSTA, T. R. A. A. **Avaliação da Qualidade de Água do Reservatório Gavião Utilizando Macroinvertebrados como Bioindicadores**. Tese de Doutorado. 2013.

DIAS SANTANA, A. C. et al. Macroinvertebrados Associados à Macrófita Aquática *Najas marina* L. do Riacho Avelós, na Região Semi-árida do Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 2, 2009.

ESTEVES, F. A. Considerações Sobre a Aplicação da Tipologia de Lagos Temperados e Lagos Tropicais. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 11, p. 3-28, 1988.

GOULART, M. & CALLISTO, M. 2003. Bioindicadores de Qualidade de Água como Ferramenta em Estudos de Impacto Ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n 1.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP. Avaliação da Qualidade da Água Através dos Macroinvertebrados Bentônicos - Índice BMWP - Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Publicada na Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2003. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/print.php?conteudo=91>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DO RN - IGARN. Bacias Hidrográficas: Bacia Apodi/Mossoró, 2015. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC000000000028892.PDF>>. Acesso em: 25 set. 2017.

LENAT, D. R.; BARBOUR, M. T. **Using benthic macroinvertebrate communitie structure for rapid, cost - effective, water quality monitoring: rapid bioassessment.** In: COEB, S. L.; SPACIE, A. (eds). Biological monitoring of aquatic systems. Lewis Publishers, Boca Ratom, Florida. p. 187-215, 1994.

MANGOLIN, L. P. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um rio subtropical.** Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em ciências ambientais. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Toledo - PR, 34 p. 2016.

MARQUES, M. G. S. M.; FERREIRA, R. L.; BARBOSA, F. A. R. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 203-210, 1999.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. (Ed.). An introduction to the aquatic insects of North America. Dubuque: Kendall/Hunt, Second Edition, 722 p, 1984.

OLIVEIRA, P. C. R. **Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos e Qualidade da Água e do Sedimento das Bacias Hidrográficas dos Rios Lavapés, Capivara, Araquá e Pardo, Município de Botucatu (SP) e região– Botucatu.** 2009. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/posgrad/teses/zoologia_me_2009_paula_oliveira.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.

OLIVEIRA, T. M. B. F.; SOUZA, L. S.; CASTRO, S. S. L.; Dinâmica da Série Nitrogenada nas Águas da Bacia Hidrográfica Apodi/Mossoró - RN - Brasil. **Revista Eclética Química.** v.34, n. 3, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eq/v34n3/02.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2017.

PEIRÓ, D. F.; ALVES, R. G. Insetos Aquáticos Associados a Macrófitas da Região Litoral da Represa do Ribeirão das Anhumas (município de Américo Brasiliense, São Paulo, Brasil). **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 1-9, 2006.

PIEDRAS, S. R. N. et al. Macroinvertebrados Bentônicos como Indicadores de Qualidade de Água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 494-500, 2006.

POMPÊO, M. **Monitoramento e Manejo de Macrófitas Aquáticas em Reservatórios Tropicais Brasileiros / Marcelo Pompêo.** São Paulo; Instituto de Biociências -IB/USP, 2017.

PRATTE-SANTOS R. et al. Estrutura da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos Associados a Macrófitas em um Rio Lótico Neotropical, no Sudeste do Brasil. ESFA, **Natureza Online** 9(2): 62-66, 2011. Disponível em: <<http://www.naturezaonline.com.br>> Acesso em: 20 de nov. 2017.

SOUZA, A. C. M.; SILVA, M. R. F.; DIAS, N. D. Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). **Revista Irriga, Botucatu, SP**, v. 1, n.1, p. 280-296, 2012.

SOUZA, F. et al. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados em três córregos na bacia do alto rio paraná: Uma Relação entre Qualidade Ambiental e Parâmetros Ecológicos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente. Maringá**, 7(2): 413-427, 2014.

SOUZA, P.A.P. **Importância do uso de bioindicadores de qualidade: o caso específico das guas**. In: FELICIDADE, N. et al. Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil. São Carlos: Rima, p.55-66, 2001.

USINGER, R. L. (Ed.). **Aquatic insects of California: with keys to North American genera and California species**. University of California Press, 1956.

VANNOTE, Robin L. et al. The river continuum concept. **Canadian journal of fisheries and aquatic sciences**, v. 37, n. 1, p. 130-137, 1980.

ZAGAROLA, Jean-Paul A. et al. Assessing the effects of urbanization on streams in Tierra del Fuego. **Ecología austral**, v. 27, n. 1, p. 45-54, 2017. Disponível em <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2017000100006&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 17 nov. 2017.

**ESTUÁRIO DO RIO APODI-MOSSORÓ:
CARACTERIZAÇÃO, BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO**

Raimunda Thyciana Vasconcelos Fernandes

Doutora em Ciência Animal, UFERSA

Aruza Rayana Morais Pinto

Graduada em Agronomia, UFERSA

Prof. Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes

Doutorando em Ciência Animal, UFERSA

RESUMO

Estuários são ecossistemas complexos que apresentam misturas de águas provenientes de rios, ricas em nutrientes, com a água marinha, pobre em nutrientes, formando uma interface entre sistemas, resultando em variações químicas, físicas e biológicas que influenciam fortemente na distribuição espaço-temporal e na biodiversidade. Esses ecossistemas são os principais exportadores de nutrientes para a região costeira, uma vez que recebem e concentram tanto o material originado de sua bacia de drenagem quanto o aporte de ação antrópica, e dessa forma, todos esses nutrientes colocam os estuários entre os sistemas mais produtivos do mundo. São ambientes fundamentais para a sobrevivência de espécies estuarinas que migram e se estabelecem nesses sítios durante o período reprodutivo, de desenvolvimento larval e para obtenção de alimento, sendo ainda utilizados como berçários ou refúgio para peixes, aves, moluscos e crustáceos. Nesse contexto,

abordaremos nesse capítulo informações relevantes quanto à caracterização, biodiversidade e preservação do estuário do Rio Apodi-Mossoró, por entender que se trata de uma região de alta sensibilidade ambiental sujeita à ampla pressão de atividades humanas, principalmente devido às condicionantes socioeconômicas predominantes. Adicionalmente, esperamos conscientizar o leitor quanto à importância da regulamentação das atividades exploratórias, pelos órgãos ambientais competentes, com bom senso e moderação, contemplando ações de mitigação e compensação dos impactos ambientais, para que seja possível a construção de caminhos onde impere o equilíbrio entre as dimensões ecológica, social e econômica, que constituem os pilares do desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Área de Preservação Permanente. Código Florestal. Indústria Salineira. Meio Ambiente.

INTRODUÇÃO

Estuários são ambientes complexos que formam uma interface entre sistemas, compreendendo as interações entre as águas salgada e doce, sendo ainda utilizados como berçários ou refúgio para diversos animais (PINTO et al., 2009). Apresentam misturas de águas de rios, ricas em nutrientes, com a água marinha, pobre em nutrientes, resultando em variações químicas, físicas e biológicas que influenciam fortemente na distribuição espaço-temporal e na biodiversidade (PHLIPS, 2007).

O termo estuário deriva do latim *aestuarium*, que em tradução livre significa onda ou maré (PRITCHARD, 1967; ROCHA et al., 2011). Estes ambientes se formam comumente na foz de rios que se conectam com o oceano, configurando uma zona de transição entre os sistemas marinhos e dulcícolas. Miranda et al. (2002) conceitua estuário como sendo um corpo de água costeiro semifechado, com livre abertura para o oceano adjacente, limitando-se ao alcance de penetração da maré no continente, no qual a água do mar é admitida para o seu interior pelas correntes de maré e tem a salinidade diluída de forma mensurável, devido à influência da descarga fluvial e as precipitações.

Os estuários são ambientes altamente dinâmicos, pois combinam características do ambiente marinho com características do ambiente fluvial. A interação de fatores abióticos nos estuários resulta na formação de geoambientes de alta complexidade, como manguezais, recifes de corais, lagunas, praias arenosas e costas rochosas (PRITCHARD, 1967; ROCHA et al., 2011).

Esses ambientes são os principais exportadores de nutrientes para a região costeira, uma vez que recebem e concentram tanto o material originado de sua bacia de drenagem quanto o aporte de ação antrópica (PEREIRA FILHO et al., 2001). Todos esses nutrientes colocam os estuários entre os sistemas mais produtivos do mundo, sendo fundamentais para a sobrevivência de

espécies estuarinas, de águas doce e salgada, que migram e se estabelecem nesses sítios durante o período reprodutivo, de desenvolvimento larval e para obtenção de alimento (ANDRADE et al., 2004; FERNANDES et al., 2017). Além de sua importância ecológica, os estuários são ambientes de alta relevância socioeconômica, pois são prestadores de diversos serviços ecológicos, e atuam como base da economia de muitas regiões tropicais costeiras, uma vez que garantem a produção de alimento e renda para populações pesqueiras.

Nesse contexto, o estuário do rio Apodi-Mossoró, trata-se de uma região de alta sensibilidade ambiental sujeita à ampla pressão antrópica, o que resulta em degradação ambiental, principalmente devido às condicionantes socioeconômicas predominantes, como a industrialização não-gerenciada; degradação da vegetação nativa; desertificação; alta taxa de exploração de petróleo e gás natural; ampla utilização de pesticidas nas fazendas de frutas tropicais; ocupação de áreas inundáveis pela Carcinicultura e pela indústria salineira (BOORI et al., 2010).

Caracterização do Estuário

O estuário do rio Apodi-Mossoró está localizado no litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte, mais precisamente entre os paralelos 4°54'24" e 5°10'18" de latitude sul e os meridianos 37°18'08" e 37°02'12" de longitude oeste, abrangendo

os municípios de Mossoró, Areia Branca e Grossos. Possui uma área aproximada de 244 Km², constituindo a foz da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, segunda maior bacia do estado (OLIVEIRA; CASTRO, 2009; ROCHA et al., 2011).

Sua formação, como a maioria dos estuários, se deu há cerca de 5,1 mil anos, durante a Transgressão Holocênica, que foi responsável pela invasão dos vales dos rios pelo oceano (SUGUIO, 1998; ROCHA et al., 2011). O mesmo é classificado como do tipo ria, apresentando disposição em funil, e se originou do afogamento de vários vales fluviais (VITAL, 2005). Em relação a composição e distribuição dos sedimentos, esse estuário apresenta predominância de sedimentos finos e lama no alto e médio estuário, sendo progressivamente substituído por sedimentos grosseiros na região da foz (VITAL, 2005; VITAL et al., 2006). Quanto a batimetria, o estuário se apresenta como raso, com média de 6 m, estando os pontos de maior profundidade associadas com a penetração de correntes de marés em regime turbilhonar raso, e sua largura é da ordem de 180 m (IDEMA, 2002; ROCHA et al., 2011).

O clima dessa região (microrregião de Mossoró-RN) é semiárido, tipo BSw'h' seco e muito quente (segundo a classificação de KÖPPEN), cuja pluviosidade média anual (< 1,250 mm/ano) é inferior a evapotranspiração potencial da região, que chega a ultrapassar os 1.500 mm/ano (ROCHA, 2005). Em função

do regime de chuvas na região, as estações do ano podem ser divididas em dois períodos bem definidos: o chuvoso, que inclui os meses de fevereiro, março e abril (parte do verão e outono); e o seco, que corresponde ao restante do ano, cujo pico é o mês de outubro, quando praticamente não há precipitação. Estes períodos são dominados pelas oscilações da Zona de Convergência Intertropical, formada pela colisão entre as massas de ar úmidas do hemisfério Norte e do hemisfério Sul (EMPARN, 2011; ROCHA et al., 2011).

Em função da má distribuição das precipitações ao longo, elevadas temperaturas, e balanço hídrico negativo, uma vez que a evaporação anual supera em mais de duas vezes a precipitação, o estuário do rio Apodi-Mossoró praticamente não tem descarga fluvial na maior parte do ano, fazendo com que, o mesmo se torne regido quase que exclusivamente em função da penetração de correntes de marés (COSTA, 2010).

Formações Vegetais

A vegetação encontrada nesse estuário é típica de mangue, constituída por espécies lenhosas, adaptadas às condições específicas e limitantes desse ambiente, como salinidade, substrato inconsolidado, pouco oxigenado e frequente submersão pelas marés (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986).

Em relação à área ocupada por vegetação de mangue no estuário, Herz (1991) estimou que a mesma fosse de 1,63 km² na data do estudo. Estimativas realizadas por Maia e Lacerda (2005) apontam para 1,31 km². Segundo esse último trabalho, em comparação com o trabalho de Herz, houve um déficit quanto à área da vegetação de mangue no estuário Apodi/Mossoró, que ao longo de 14 anos diminuiu 0,32 Km² (32 hectares).

Por sua vez, Costa (2010) registrou a ocorrência de aproximadamente 34 quilômetros rio acima de vegetação característica de mangue, sendo observadas quatro espécies vegetais no estuário do rio Apodi/Mossoró: *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn, *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechman e *Avicennia germinans* L. Essa vegetação está localizada apenas junto às margens do estuário Apodi/Mossoró, em uma formação de franja.

Esse autor observou que as espécies encontradas possuíam distribuição e altura diferentes conforme sua localização ao longo do estuário. Na foz, foram encontradas as quatro espécies, com predominância de *Avicennia schaueriana* seguidas por *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*. Também na foz foram observadas as maiores alturas por cada espécie, com dossel chegando a atingir 15 metros de

altura, assim como é nesse setor que estão localizadas as maiores áreas de manguezal do estuário.

Já na região intermediária do estuário, Costa (2010) reportou a observação das quatro espécies, com uma alteração em sua predominância, onde *A. germinans* passa a ser mais encontrada do que a *R. mangle*, apresentando esta última apenas alguns indivíduos ocasionalmente. Assim, tem-se a seguinte sequência de dominância neste setor: *Avicennia schaueriana*, seguida por *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*. Nessa região a altura da vegetação chega no máximo aos seis metros, ocupando uma estreita faixa marginal do estuário (de 5 a 20 metros). Por fim, ao final do estuário, Costa (2010) observou uma redução na diversidade de espécies e na altura da vegetação de mangue encontrada. Nesse setor, apenas espécimes de *A. germinans* estão presentes, com uma estrutura nanica (< 3 m de altura), e em uma estreita faixa de 2 a 5 m ao longo das margens.

Com relação à *Avicennia germinans*, Costa (2010) reportou uma menor ocorrência tanto na foz quanto no setor intermediário do estuário. No entanto, a ocorrência e abundância dessa espécie vão aumentando gradativamente à medida que se adentra no estuário (sentido montante).

Em termos estruturais, *A. germinans* apresenta altura máxima também junto à foz (8 - 10 metros/altura), enquanto no

setor intermediário, os indivíduos dessa espécie são encontrados em estrutura arbustiva (< 06 m de altura), e em estreitas faixas (< 20 metros) ao longo das margens.

Finalmente, na porção mais ao interior, onde os valores de salinidade da água ficam acima de 70 g/l-1 durante o período de estiagem (SILVA et al., 2009), encontra-se uma faixa de 03 a 05 metros ocupada predominantemente por essa espécie (COSTA, 2010). Em virtude de sua alta tolerância aos elevados valores de salinidade (TONLINSOM, 1986; JIMÉNEZ; LUGO, 2000), a espécie *A. germinans* passa a ser a única a ocupar as margens nesse setor do estuário, apresentando estrutura nanica (< 04 metros/altura), embora tenham sido registradas alturas mínimas abaixo dos 02 metros/altura e máximas de 04 metros, mas estes apenas constituíram eventos esporádicos (COSTA, 2010).

Com base na análise do gradiente de estratificação longitudinal da salinidade ao longo do estuário do rio Apodi/Mossoró e do padrão de distribuição/ocorrência das espécies vegetais de mangue no mesmo, verificou-se uma relação entre o aumento da salinidade do estuário e a redução progressiva da altura e diversidade das espécies. Além da redução da ocorrência, com consequente dominância de indivíduos de *Avicennia* spp., estes últimos apresentam uma estatura nanica na porção do alto estuário, em consequência dos altos valores da salinidade (COSTA, 2010).

Por sua vez, a ocorrência e predominância de *A. schaueriana* e *L. racemosa* ao longo do estuário evidencia o alto potencial dessas espécies para o (re)florestamento das áreas desprovidas de vegetação não-herbácea. Nesse sentido, salienta-se que essas espécies têm características particulares e sua ocorrência está muito relacionada com o tempo e com as características físicas do espaço, onde uma espécie pode ocorrer em várias posições geográficas, desde que os sítios ecológicos sejam semelhantes (THOM, 1982; COSTA, 2010).

Deve-se considerar que em relação à vegetação típica de manguezal, além da salinidade, as características climáticas de uma região contribuem para determinar o seu grau e o nível de desenvolvimento, sendo que a vegetação mais desenvolvida ocorre onde a precipitação anual excede os 2.000 mm e onde não haja uma estação seca pronunciada (DUKE et al. 1998).

Bunt (1996) comenta que a zonação (distribuição de flora e/ou fauna de uma comunidade ao longo de diferentes zonas, normalmente horizontais) em espécies de mangue é um aspecto notável em muitos manguezais. Essa distribuição especial é também observada ao longo do perfil longitudinal no estuário do rio Apodi-Mossoró, entretanto, ela não é universal. As possíveis causas desses padrões de zonação e distribuição espacial em geral têm sido extensivamente debatidas na literatura (TOMLINSON,

1986; BUNT, 1996; BUNT, 1999; DUKE et al.,1998; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000; KATHIRESAN; BINGHAM, 2001) e diferentes causas têm sido levantadas.

Comunidade Fitoplanctônica

O fitoplâncton, tem como característica mais importante o fato de pertencer ao primeiro nível da teia trófica. Inúmeros fatores influenciam a variação na composição da estrutura da comunidade fitoplanctônica, especialmente a disponibilidade de nutrientes dissolvidos, a radiação e a salinidade (SILVA, 2009; FERNANDES, 2017).

Considerando que alterações no ambiente aquático resultam em mudança na estrutura da comunidade fitoplanctônica, sua composição pode ser utilizada como indicador biológico, em função de seu caráter dinâmico, com elevadas taxas de reprodução e perda, respondem rapidamente às alterações físico-químicas do ecossistema (ESKINAZI-LEÇA et al., 2004).

Fernandes et al. (2017), reportaram que a comunidade fitoplanctônica presente no estuário do Rio-Apodi Mossoró entre os anos de 2004 e 2005 foi composta por 109 táxons infragenéricos, distribuídos entre os grupos Bacillariophyta (62%); Dinophyta (20%); Cyanophyta (7%); Chlorophyta (7%); e Euglenophyta (4%). Esses autores também observaram que Bacillariophyta foi

o grupo que mais contribuiu para a variedade de espécies no ambiente, apresentando 28 gêneros e 67 táxons distintos, destacando-se o gênero *Coscinodiscus*, com 12 táxons infragenéricos no total.

O grupo Dinophyta, por sua vez, foi representado por 11 gêneros e 22 táxons infragenéricos, seguido por Cyanophyta, com três gêneros e oito táxons infragenéricos, dando destaque para o gênero *Oscillatoria*, que contribuiu com seis táxons. Chlorophyta e Euglenophyta estiveram representadas respectivamente por sete e dois gêneros, oito e quatro táxons infragenéricos cada uma (FERNANDES et al., 2017).

Ainda segundo Fernandes et al. (2017), quanto ao aspecto quantitativo, a densidade média da comunidade fitoplanctônica observada no estuário do rio Apodi-Mossoró foi de 1016 cel/ml, com valor máximo de 4907 cel/ml registrado em julho de 2005 no estuário médio, e mínimo de 165 cel/ml em setembro de 2004 na foz do estuário. Bacillariophyta foi novamente o grupo de maior relevância, respondendo por 74% da densidade total, seguido por Dinophyta (10%), Chlorophyta (8%), Cyanophyta (7%) e Euglenophyta (1%). Os táxons *Coscinodiscus* sp.2, *Odeogonales* sp. e *Chaetoceros* sp.1 foram considerados dominantes. *Rhizosolenia imbricata*, *Peridinium* sp.1, *Amphiprora* sp., *Peridinium* sp.2, *Timtinnidiopsis* sp., *Amphiprora ornata* e

Navicula sp.1 foram considerados abundantes, sendo os demais táxons registrados pouco abundantes ou raros.

A maior diversidade de Bacillariophyta é demonstrada por estudos em diversos estuários e zonas costeiras do mundo, como na laguna Tranca Grande, Peru (MARIANO-ASTOCONDOR, 2001); na laguna Ortobello, Itália (NUCCIO et al., 2003); na baía Independência, Peru (OCHOA; TARAZONA, 2003); e na enseada de Coruña, Espanha (VARELA; PREGO, 2003). Outros estudos no Brasil também confirmaram o predomínio deste grupo em vários ecossistemas estuarinos (MELO-MAGALHÃES, 2000; MATOS; TENENBAUM, 2003). A predominância de Bacillariophyta deve-se principalmente a capacidade que este possui de suportar variações de salinidade e a sua alta taxa de crescimento (TUNDISI, 1970; FERNANDES et al., 2017).

Ações Antropogênicas e Preservação do Estuário do Rio Apodi-Mossoró

Os ambientes estuarinos são afetados por ações antropogênicas, através da ocupação do solo para diversas atividades, com destaque para a Carcinicultura, exploração de petróleo e produção de sal, além da expansão populacional (SILVA et al., 2015).

Do ponto de vista econômico, o estuário do rio Apodi-Mossoró possui relevância estratégica para o Rio Grande do Norte,

uma vez que possibilita o acesso ao porto de Areia Branca, denominado de Porto Ilha, situado a cerca de 14 Km da costa, por onde é escoada a maior parte do sal produzido no país (IICA; SEPLAN, 2009). O sal exportado é oriundo das salinas existentes nas margens do próprio estuário, atividade de mineração praticada na região desde o período colonial, e uma das atividades econômicas mais importantes do estado.

Por usar a água do mar como matéria prima, e depender de condições climáticas específicas, as salinas são construídas, normalmente, às margens de estuários e baías de regiões áridas e semiáridas, resultando na ocupação e degradação de grandes áreas de manguezal. Em Moçambique, por exemplo, a construção de salinas ocupa o segundo lugar dentre as atividades humanas que mais contribuem para o desmatamento dos manguezais, ficando atrás somente da Carcinicultura (BARBOSA, 2001).

A problemática envolvendo os impactos ambientais da atividade salineira foi abordada pela primeira vez no ano de 1997, quando, após o rompimento de um dos tanques de uma empresa salineira, um grande volume água com alta salinidade foi abruptamente lançada no estuário do Rio Apodi-Mossoró, na região conhecida como lagamar do rio do Carmo, provocando a salinização temporária da região, causando a mortandade e fuga da fauna local, com reflexos negativos diretos sobre a atividade

pesqueira. Este evento chamou a atenção do Ministério Público Estadual do Rio Grande do Norte – MPE/RN, que por meio da Promotoria de Justiça e Defesa do Meio Ambiente, instaurou uma Ação Civil Pública, a fim de apurar o ocorrido.

Ao estudar a evolução da ocupação do solo nas margens do estuário do rio Apodi-Mossoró, Costa (2010) identificou um aumento expressivo da área de salinas entre os períodos de 1976 e 2008, que passou de 7.559,3 ha para 15.605,2 ha, período em que a área ocupada por vegetação de mangue caiu drasticamente de 4.243,3 ha para 226,3 ha apenas. Recentemente, o Grupo Técnico de Trabalho para Regularização dos Empreendimentos Salineiros - GT-Sal – elaborou um relatório conjunto de avaliação técnica ambiental dos empreendimentos salineiros do Rio Grande do Norte, onde constatou que o estado possui 3.284,48 hectares de Áreas de Preservação Permanente (manguezais em sua maioria) ocupadas por salinas (GT-SAL, 2017).

Na Figura 1, podemos observar a situação descrita acima, através da ilustração que demonstra a ocupação de uma área de aproximadamente 1.000, ha de manguezal para construção de uma salina no Rio Grande do Norte.

Figura 1 - Ocupação de uma área de aproximadamente 1000 ha para construção de uma salina no Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores.

Além dos danos ambientais causados durante a fase de instalação de uma salina, existem outros impactos negativos decorrentes do funcionamento das mesmas. Estudos realizados na Tanzânia, por Wolchok (2006), e Liingiliee et al. (2015) demonstraram que manguezais de regiões produtoras de sal possuem área basal e número de indivíduos (caules) por hectare muito inferiores aos manguezais de áreas não produtoras. Os autores atribuíram esta diferença a fatores como aumento regional da salinidade e temperatura do solo, resultando em condições

ambientais adversas que prejudicam o crescimento, regeneração e desenvolvimento do ecossistema.

Ressalta-se ainda que, o processo de produção do sal marinho gera como subproduto um efluente altamente salino (285 g/kg) conhecido popularmente como água-mãe ou água-amarga, que na maioria das vezes é lançada diretamente no estuário. Este efluente pode causar a poluição do ecossistema estuarino/marinho, com alteração na qualidade da água e consequente migração e/ou morte de peixes, moluscos e crustáceos (BEZERRA; BRITO, 2001; BEZERRA; BATISTA, 2012; FERREIRA et al., 2015).

A Carcinicultura, que também necessita de grandes áreas de terra par produção e, semelhante as salinas, se desenvolve comumente às margens dos estuários, vem igualmente contribuindo para a degradação dos estuários do rio Apodi/Mossoró, com destaque para supressão de áreas de manguezal (BRASIL, 2002; ROCHA et al., 2011).

Além do desmatamento, a Carcinicultura também contribui para poluição do estuário, uma vez que a atividade produz efluentes com grande quantidade de elementos químicos potencialmente tóxicos que, uma vez lançados no ambiente, podem provocar a mortandade de diversos que utilizam o estuário, como caranguejos e outras espécies marinhas (IDEMA, 2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preservação do estuário do rio Apodi-Mossoró, no Rio Grande do Norte, é de vital importância, pois, além de servir como área de alimentação, berçário, habitat, refúgio e reprodução de várias espécies, esse ecossistema é um grande produtor de alimentos para o homem, e é a partir dele que muitas famílias obtêm seu sustento. Mas, as atividades socioeconômicas desenvolvidas nesse estuário podem acabar dilapidando de forma irremediável as riquezas naturais que esse ecossistema propicia. Ao invés de existir a perspectiva de preservação do ambiente que permite tal intensidade de exploração econômica, tem-se, a degradação.

Fica evidente então, que estas atividades exploratórias devem ser avaliadas pelos órgãos ambientais competentes com bom senso e moderação, contemplando ações de mitigação e compensação dos impactos ambientais, para que seja possível a construção de caminhos onde impere o equilíbrio entre as dimensões ecológica, social e econômica, que constituem os pilares do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, G. T. C.; PASSAVANTE, J. Z. O.; MUNIZ, K. 2004. Biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Maracaípe (Ipojuca, Pernambuco). In: CHELLAPPA, N. T.; CHELLAPPA, S.; PASSAVANTE, J. Z. O. (org.). **Ecologia Aquática Tropical**, v.1, p.121-142.
- BARBOSA, F. M. A.; CUAMBE, C.C.; BANDEIRA, S. O. 2001. Status and distribution of mangroves in Mozambique. **South African Journal of Botany**, v.67, n.3, p.393- 398.
- BEZERRA, D.; BRITO L. **Avaliação dos Impactos Ambientais Produzidos pela Indústria Salineiras do Rio Grande do Norte**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa, Anais... João Pessoa: UFPB, 2001. P.36.
- BEZERRA, J. M.; BATISTA, R. O. 2012. Aspectos Econômicos e Ambientais da Exploração Salineira do Estado do Rio Grande do Norte. **Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal**, v. 9, n. 2, p.3-20.
- BOORI, M. S.; AMARO, V. E.; VITAL, H. 2010. Coastal Ecological Sensitivity and Risk Assessment: A Case Study of Sea Level Change in Apodi River (Atlantic Ocean), Northeast Brazil. **International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering**, v.4, n.11, p.584-593.
- BRASIL. **Resolução do CONAMA nº303 de 20 de março de 2002**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 03 jan. 2018.

BUNT, J. S. 1996. Mangrove zonation: an examination of data from seventeen riverine estuaries in tropical Australia. **Annals of Botany**, v.78, p.333 – 341.

BUNT, J. S. 1999. Overlap in mangrove species zonal patterns: some methods of analysis. **Mangroves and Salt Marshes**, v.3, p. 155–164.

CLAUDINO-SALES, V. 2002. **Les Littoraux du Ceará: evolution geomorphologique de la zone côtière de l'Etat du Ceará, Brésil – du long terme au court terme**. Thèse de Doctorat, Université Paris Sorbonne, Paris.

CODERN – COMPANHIA DOCAS DO RIO GRANDE DO NORTE. Disponível em: <www.codern.com.br/portodeareia.html>. Acesso em: 10 out. 2010.

COSTA, D. F. S. 2010. **Análise fitoecológica do manguezal e Ocupação das margens do estuário hipersalino Apodi/Mossoró (RN – Brasil)**. 75f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte.

DUKE, N.; BALL, M. C.; ELLISON, J. C. 1998. Factors influencing in mangroves biodiversity and distributional gradients. **Global Ecology and Biogeography Letters**, v.7, p. 27-47.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

EMPARN – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE. **Dados de Precipitação Anual**.

Disponível em: <<http://www.emparn.rn.gov>>. Acesso em: 20 mai. 2011.

ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (org.). 2004. **Oceanografia: um cenário tropical**. 2004. 761f. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Oceanografia, Recife.

FERNANDES, R. T. V.; OLIVEIRA, J. F.; NOVAES, J. L. C.; FERNANDES, R.; COSTA, R. S. 2017. Composição da comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Apodi-Mossoró, semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n. 2, p. 325-337.

FERREIRA, S. F. M.; MIRANDA, A. C.; GOMES, H. P. 2015. Um estudo de uma comunidade de trabalhadores em salinas: o impacto ambiental e uma proposta em educação ambiental. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 8, n. 10, p. 65-81.

FILGUEIRA, R. F. et al. **Zoneamento Ambiental da Foz do Rio Apodi-Mossoró: versão preliminar**. Mossoró, RN: UERN, 2005.

GT-SAL. GRUPO TÉCNICO DE TRABALHO PARA REGULARIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS SALINEIROS. **Relatório ambiental dos empreendimentos estado do Rio Grande do Norte. Mossoró: GTSAL, 2017**. 176p. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=144940&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Documentos+T%E9cnicos>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

HERZ, R. 1991. **Manguezais do Brasil**. Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo, 233 p.

IDEMA - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE. **Diagnóstico e**

Vulnerabilidade Ambiental dos Estuários do RN: relatório final. 2002. Disponível em: <www.idema.rn.gov.br/arquivos/14/.../RELATORIO%20FINAL.doc>. Acesso em: 03 jan. 2018.

IDEMA - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE. **Relatório de Avaliação da Situação Sócio-econômico-ambiental do Estuário do Apodi-Mossoró.** 2008. Disponível em: [[http://www.idema.rn.gov.br/arquivos/3/Produto2%20\(Estu%20E1rio%20Apodi-Mossor%20F3\)/Relat%20F3rio%20Apodi_Mossoro.doc](http://www.idema.rn.gov.br/arquivos/3/Produto2%20(Estu%20E1rio%20Apodi-Mossor%20F3)/Relat%20F3rio%20Apodi_Mossoro.doc)]. Acesso em: 03 jan. 2018.

IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura; SEPLAN – Secretaria do Planejamento. **Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região Mossoroense.** Natal, RN, 2009.

JIMÉNEZ, J. A.; LUGO, A. E. 2000. *Avicennia germinans (L.) L.* New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Southern Forest Experiment Station. 6p.

KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. **Advances in Marine Biology**, 40: 81-251.

KURLANSKY, M. **Sal: uma história do mundo.** 2° ed.: São Paulo: SENAC, 2011. 461p.

LIINGILIE, A. S.; KILAWA, C.; KIMARO, A.; RUBANZA, C.; JONAS, E. 2015. Effects of salt making on growth and stocking of mangrove forests of south western Indian Ocean coast in Tanzania. **Mediterranean Journal of Biosciences**, v.1, n.1, p. 27-31.

MAIA, L. P.; LACERDA, L. D. (orgs.) 2005. **Estudo das áreas de manguezais do nordeste do Brasil - Avaliação das áreas de**

manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Universidade Federal do Ceará. Instituto de Ciências do Mar. Fortaleza, 60 p.

MARIANO-ASTOCONDOR, M. 2001. Composición y estructura de la comunidad fitoplanctónica en la laguna Tranca Grande (Junín, Peru). **Revista Peruana de Biología**, v.8, n.2.

MATOS, M.; TENEMBAUM, D. R. 2003. **O microfitoplâncton da baía de Sepetiba (RJ, Brasil): abundância e distribuição em duas épocas do ano.** In: Congresso de ecologia do Brasil, 6., 2003, Fortaleza. Anais... Fortaleza: [s.n.].

MELO-MAGALHÃES, E. M. 2000. **Ecologia do fitoplâncton do complexo estuarino-lagunar Mundau/Managuaba, Alagoas – Brasil.** 2000. 92f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. 2002. **Princípios de oceanografia física de estuários.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

NUCCIO, C.; MELILLO, C.; MASSI, L.; INNAMORATI, M. 2003. Phytoplankton abundance, community structure and diversity in the eutrophicated Orbetello lagoon (Tuscany) from 1995 to 2001. **Oceanologica Acta**, n.26, p.15-25.

OCHOA, N.; TARAZONA, J. Variabilidad temporal de pequena escala em el fitoplâncton de Bahia Independência, Pisco, Peru. **Revista Peruana de Biología**, v.10, n.1, p.59-66, 2003.

OLIVEIRA, T. M. B. F.; CASTRO, L. S. S. S. 2009. Dinâmica da série nitrogenada nas águas da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró - RN – Brasil. **Eclética Química**, São Paulo, v.34, n.3, p.17 – 26.

PEREIRA FILHO, J.; ACHETTINI, C. A. F.; RÖRIG, L.; SIEGLE, E. 2001. Intratidal variation and net transport of dissolved inorganic nutrients, POC and chlorophyll a in the Camboriú river estuary, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.53, p.249-257.

PHLIPS, E. J.; BADYLAK, S.; GROSSKOPF, T. 2002. Factors affecting the abundance of phytoplankton in a restricted subtropical lagoon, the Indian River lagoon, Florida, USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, p.385-402.

PINTO, R.; PATRÍCIO, J.; BAETA, A.; FATH, B. D.; NETO, J. M.; MARQUES, J. C. 2009. Review and evaluation of estuarine biotic indices to assess benthic condition. **Ecological Indicators**, v.9, n.1, p.1-25.

PRITCHARD, D.W. 1967. **What is an Estuary? Physical Point of View**. In: LAUFF, G.H. Estuaries. Washington: American Association for the Advancement of the Science, n.83, p 3-5.

ROCHA, A. B.; CLAUDINO-SALES, V. C.; SALES, M. C. L. 2011. Geoambientes, uso e ocupação do espaço no estuário do rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Revista Eletrônica do Prodema**, v. 7, n.2, p. 60-75.

ROCHA, A. P. B. 2005. **Expansão urbana de Mossoró/RN (período de 1980 a 2004): geografia, dinâmica e reestruturação do território. (Dissertação de mestrado em Geografia)**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÔN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R.; CAMARGO, T. M. 1990. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries**, v.13, n.2, p. 204-218.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÔN-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G.; DE-ROSA, T. 2000. Brazilian mangroves. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v.3, p.561 – 570.

SILVA, A. M. A.; BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, P. R.; ROCHA, R. M.; LUCENA FILHO, M. A.; COSTA, D. F. S. 2009. Zooplankton (Cladocera and Rotifera) variations along a horizontal salinity gradient and during two seasons (dry and rainy) in a tropical inverse estuary (Northeast Brazil). **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.4, n.2, p. 226-238.

SILVA, F. M., OLIVEIRA, F. F. G.; ALMEIDA, L. Q. 2015. Análise da vulnerabilidade socioambiental no ambiente estuarino: uma visão teórica-conceitual na interface entre sociedade e natureza. **Revista do CERES**, v.1, n.2, p.138-143.

SILVA, M. H. 2009. **Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica de um estuário tropical (Sirinhaém, Pernambuco, Brasil)**. 2009. 170f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SILVEIRA, I.M.; VITAL, H.; AMARO, V.E. **Vulnerabilidade e Sensibilidade da Região Costeira de Guamaré-RN**. In: 17º Simpósio de Geologia do Nordeste, Anais.... Editora Atlas, 2001. p. 41.

SUGUIO, K. 1998. **Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

THOM, B.G. 1982. **Mangrove ecology: a geomorphological perspective**. In: CLOUGH, B.F. (Ed.). Mangrove ecosystems in Australia: structure, function and management. Australian Institute of Marine Sciences and Australian National University Press. Australia, p. 3 - 7.

TOMLINSON, P.B. 1986. **The botany of mangroves**. Cambridge: Cambridge University Press. 413 p.

TUNDISI, J. G. 1970. O plâncton estuarino. **Contribuições Avulsas [do] Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, Série Oceanografia Biológica**, v.19, p.1-22.

VARELA, M.; PREGO, R. 2003. Hydrography and phytoplankton in an isolated and non-pristineria área: the Coruña harbour (NW Spain). **Acta Oecologica**, v.24, n.2, p.113-124.

VITAL, H. Rio Grande do Norte. In: MUEHE D (Ed.). **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**. MMA. 2005. p. 159-176.

VITAL, H.; AMARO, V. E; SILVEIRA, I. M. 2006. Coastal erosion on the Rio Grande do Norte State (Northeastern Brazil): Causes and factor versus effects associated processes. **Journal of Coastal Research, USA, Special Publication**, SI 39, p. 1307-1310.

WOLCHOK, L. **Impacts of Salt Production on Pemba**. 2006. Independent Study Project (ISP) Collection. Paper 329. Disponível em: <http://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/329>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BACIA HIDROGRAFICA DO RIO APODI/MOSSORÓ: ASPECTOS LIMNOLÓGICOS, BARRAMENTOS E ICTIOFAUNA

Jean Carlos Dantas de Oliveira

Doutorando em Ciência Animal, UFERSA

Prof. Jônnata Fernandes de Oliveira

Doutor em Ciência Animal, IFMA

RESUMO

As bacias hidrográficas no decorrer do tempo vêm sofrendo fortes impactos antrópicos que afetam a gradativamente a qualidade dessas bacias, em especial de suas águas. Neste contexto, objetivou-se avaliar os aspectos limnológicos, os barramentos e a ictiofauna da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, situada no Rio Grande do Norte, compreendendo 14.276 km² de área. A mesma percorre 51 municípios desde a nascente próxima a cidade de Luís Gomes até a foz entre os municípios de Areia Branca e Grossos no litoral norte do estado. Devido a sua localizada na região semiárida, e a carência de água, o fluxo de seu principal rio o Apodi-Mossoró, inicia em fevereiro sendo reduzido fortemente, começando no mês de junho, ficando praticamente nulo próximo dos meses de novembro e dezembro. Ao longo do seu curso existem diversos açudes e barragens, construídas por meio do seu barramento. Contatou-se altas concentrações de compostos de nitrogênio, proveniente principalmente das descargas de efluentes domésticos e industriais, lançados por toda extensão da bacia. Também foi registrada uma rica ictiofauna composta por 31 espécies, distribuídas em cinco ordens e 14 famílias. Diante da diversidade de atividades antrópicas em todo curso da bacia, faz-se

necessário o monitoramento e diagnóstico das fontes poluidoras, com forma de promover adoção de medidas mitigadoras de controle e manejo da mesma.

Palavras-chave: Conservação. Impactos ambientais. Eutrofização. Recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

Historicamente os rios proporcionaram condições favoráveis para o sucesso das primeiras grandes civilizações, fornecendo água o que permitiu a fixação do homem às suas margens, (JUSTO; SANTOS; SOUZA, 2016). Atualmente os rios continuam permitindo o progresso das populações, contribuindo para economia a integração entre regiões (MOSAICO, 2008; SOUZA, 2013). Esses rios estão inseridos em regiões denominadas de bacias hidrográficas, caracterizadas como áreas de drenagem da água das chuvas, com o escoamento da mesma seguindo em um determinado curso até sua foz (SOUZA; SILVA; DIAS, 2012). Essas áreas são formadas por três diferentes partes: i) a bacia vertente; ii) o ambiente ciliar; iii) calha fluvial que drena o fluxo da água e os sedimentos produzidos pela bacia (MERTEN et al., 2011). Em decorrência do ciclo hidrológico, a qualidade da água se modifica especialmente nas condições naturais, resultantes das interações dos constituintes do sistema ambiental, pelo fato dos recursos hídricos serem influenciados pelo seu uso, para suprir as

necessidades dos polos urbanos, dos centros industriais e da agricultura resultando, em alterações do solo tanto urbano como rural (ANEEL/ANA, 2001).

As bacias hidrográficas, especialmente pela impermeabilização do solo em áreas urbanas e rurais, sofrem grandes alterações, gerando alterações na vazão dos cursos de água, diminuindo as áreas de infiltração, provocando escoamento superficial mais rápida, gerando assim enchentes, que prejudicam a quantidade e qualidade dos corpos hídricos e, bem como as condições de vida das comunidades (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2009). Assim, as bacias estão sendo usadas como um modelo muito abrangente para entender o funcionamento dos ecossistemas aquáticos (MOURA; SILVA, 2015). Pois esses ambientes fazem parte dos maiores sistemas, envolvendo aspectos de geologia, vegetação, clima e uso e ocupação do solo, consistindo em um mosaico de subsistemas funcionais interligados por processos bióticos e abióticos (WU et al., 2012). Portanto, as características de uma bacia hidrográfica são determinadas no decorrer do tempo por fatores de ordem natural, representado pela degradação ambiental e fatores antrópico, em que as práticas humanas interferem no funcionamento da bacia (VILAÇA et al., 2009).

O Brasil possui extensas e diversificadas redes fluviais do mundo, dividida em 12 regiões hidrográficas. Dentre essas bacias

hidrográficas, a do Atlântico Nordeste Oriental não tem grandes rios e, por isso, apresenta baixa disponibilidade hídrica em relação à demanda local, principalmente em períodos de estiagem (OLIVEIRA; SOUZA, 2015). As reservas hídricas dessa região diminuíram drasticamente nos últimos anos, proveniente do longo período de estiagem da região. As bacias inseridas no bioma Caatinga apresentam características particulares, como o regime inconstante de seus rios, irregularidade e escassez de precipitações altas taxas de evaporação (NASCIMENTO et al., 2014). No entanto, estas características hidrológicas não se aplicam a todos os rios da Caatinga (SOUZA; SILVA; DIAS, 2012). As bacias situadas em outras regiões semiáridas do planeta, comumente afluem para cavidades fechadas, ao contrário dos rios do Nordeste brasileiro que são todos drenados para o Oceano Atlântico, apesar de que alguns de forma descontínuos (ROSA et al., 2005).

Dentre estas bacias, destaca-se a do rio Apodi-Mossoró, situada no Oeste do estado do Rio Grande do Norte, tendo o Apodi-Mossoró como principal rio, que indiscutivelmente é de grande relevância na história das populações, antigas e atuais do seu entorno. No entanto, são marcantes os impactos antrópicos presentes na mesma, provenientes especialmente das inúmeras atividades agrícolas existentes nas proximidades do rio, bem como

constantes descargas de efluentes domésticos e industriais jogados ao longo de toda extensão da bacia.

Conforme Rebouças, Braga e Tundisi (1999), baseando-se em um estudo de tendências entre os anos de 1991 a 2020, em relação ao Índice de Regularidade Fluvial, Déficit de Evapotranspiração Potencial Relativo e Índice de Comprometimento com a Poluição, das 24 bacias hidrográficas do Nordeste, a do rio Apodi-Mossoró está predisposta a situações críticas em sua sustentabilidade, quando considerados o acesso, disponibilidade, estocagem de água e o aporte de contaminantes. Neste contexto, objetivou-se avaliar os aspectos limnológicos, os barramentos e a ictiofauna da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, localizada no Rio Grande do Norte.

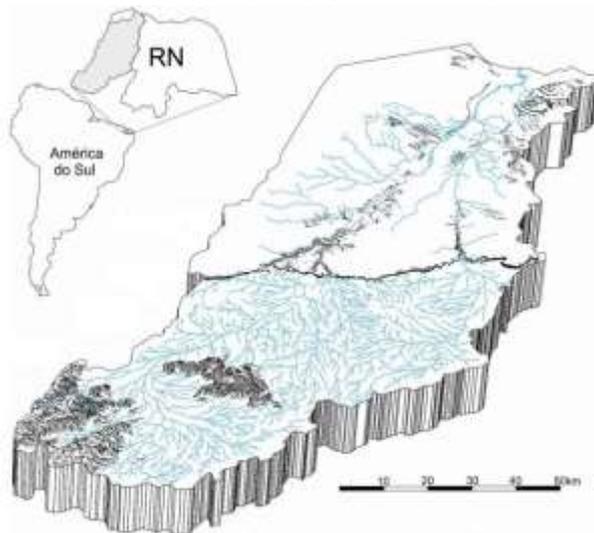
CARACTERIZAÇÃO DA BACIA

Localização e área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró está situada na microrregião do Oeste do Rio Grande do Norte, com nascente próxima a Serra de São José, no município de Luís Gomes, a 830m de altitude, abrangendo uma área de 14.276 km², equivalente a 26,8% do território do estado (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2008) (Figura 1). Sua extensão corresponde a 220 km por 80 km de

largura, desde a nascente até a foz, localiza entre os municípios de Areia Branca e Grossos no litoral Norte do estado (MAIA; BEZERRA, 2013), desaguando no oceano atlântico.

Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, localizada na região semiárida do estado do Rio Grande do Norte.

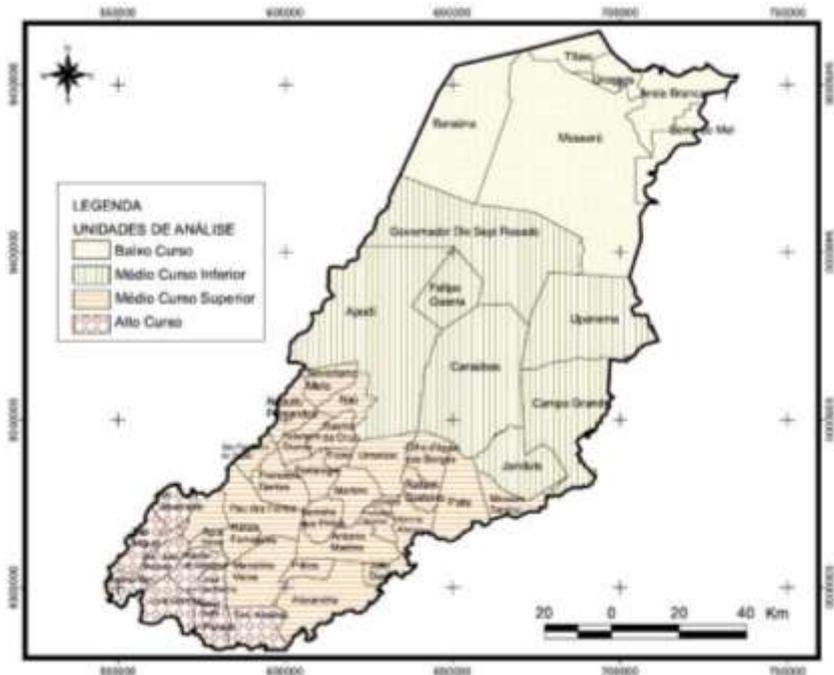


Fonte: MAIA; BEZERRA (2013).

A referida bacia hidrográfica é a maior genuinamente potiguar, e a segunda maior do estado do RN (SOUZA; SILVA; DIAS, 2012). Segundo Carvalho; Kelting e Silva, (2011) existem 51 municípios integrandos na bacia, distribuídos espacialmente no seu baixo curso, médio curso inferior, médio curso superior e alto

curso (Figura 2), dos quais 15 estão presentes no baixo curso e possuem urbanização acima de 75%.

Figura 2 - Distribuição espacial dos municípios ao longo da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, localizada na região semiárida do estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: CARVALHO (2011).

Na maior porção da bacia as chuvas geralmente ficam em torno de 700 mm anuais, sendo entre os meses de janeiro e julho períodos de maior pluviosidade e entre agosto e dezembro o período de menor registro de chuvas (OLIVEIRA JÚNIOR, 2009).

O fluxo do rio Apodi-Mossoró, que representa o principal rio da bacia é de aproximadamente 360 milhões de m³/ano. Quanto escoamento o mesmo inicia no mês de fevereiro, diminuindo fortemente a partir do mês de junho, ficando quase nulo entre os meses de novembro e dezembro (OLIVEIRA; SOUZA, 2015). O que torna de modo geral esse rio e outros desta região com um regime hidrológico do tipo temporário. Por essas razões a bacia é de extrema importância para as comunidades e famílias ribeirinhas usam suas águas para as práticas e atividades (JUSTO; SANTOS; SOUZA, 2016).

Conforme Justo; Santos e Souza (2016) à geologia e a hidrologia do sistema Apodi-Mossoró é constituído por duas regiões, sendo a área cristalina, ao sul, com 6.500 km² e a área sedimentar, ao norte com 4.500 km². Nessas áreas ocorrem diferentes captações de água, como em forma de açude na região cristalina para o consumo doméstico e a criação extensiva de gado e por poços na área sedimentar, especialmente para atividade de fruticultura irrigada e abastecimento dos municípios. Essa região também foi determinante para grupos indígenas (MONTEIRO, 2000; TRINDADE, 2010). Segundo Oliveira e Souza (2015), a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró atualmente é o suporte para economia da região, que se destaca pelas atividades petrolíferas, manufaturação de sal marinho, agricultura e

fruticultura irrigada, pecuária extensiva, mineração de calcário (CARVALHO; KELTING; SILVA, 2011).

Características limnológicas

Mesmo diante de importância socioeconômica, a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró historicamente vem sofrendo impactos decorrentes principalmente de presença de fertilizantes e pesticidas, provenientes da agricultura desenvolvida nas proximidades do rio Apodi-Mossoró, além das descargas constantes efluentes domésticos e industriais lançados em toda a extensão da bacia (SOUZA; SILVA; DIAS, 2012).

Pesquisas desenvolvidas dentro do projeto Rio Apodi-Mossoró: Integridade Ambiental à Serviço de Todos, promovidos pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), junto a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e Fundação Guimarães Duque (FGD), diagnosticaram que a destacada bacia, sofre com o crescimento desordenado da urbanização ao longo do seu curso, e que nas áreas de proteção ambiental na nascente do rio, ocorrem atividades agrícolas, desmatamento e queimadas, inclusive plantas nativas (SOUZA; SILVA; DIAS, 2012). Também foi registrada alta concentração de metais nas águas do rio e baixa qualidade da água.

Justo, Santos e Souza (2016), destacam que rio Apodi-Mossoró demonstra críticos problemas ambientais desde a sua

nascente, principalmente pela poluição do principal rio da bacia na área urbana de Mossoró. Os problemas mais acentuados são as devastações da vegetação ciliar, resultando no assoreamento do rio, contaminação das águas pelo descarte de efluentes, os quais degradam a biodiversidade (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2008). Os registros acentuados de *Eichhornia crassipes* Mart. (Solms), 1883, conhecida como aguapé, confirma problema ecológico que o rio enfrenta na porção corta a área urbana de Mossoró. A *E. crassipes* é uma espécie de vegetal invasora e, sua proliferação desordenada pode ocasiona a problemas para fauna do rio, pois provoca uma redução nas taxas de oxigênio da água, contribuindo assim para processo de eutrofização (JUSTO; SANTOS; SOUZA, 2016).

O evento de eutrofização resulta na proliferação de microrganismos, resultando em tipo de barreira na água que inibe a penetração de luz, contribuindo para elevação seres decompositores que degradam a matéria morta, e assim promove liberação de toxinas prejudiciais, o que altera as condições naturais do ambiente (ROCHA; LOUGON; GARCIA, 2009). Segundo Souza; Silva, Dias (2012), a degradação do rio Apodi-Mossoró, está associado a urbanização desordenada em seu curso, além da presença dos fertilizantes vindos das atividades agrícola desenvolvidas ao seu redor.

O recente estudo desenvolvido por Moura e Silva (2015), que teve como objetivo verificar as características da água dos ambientes aquáticos da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, registram altos valores de fosfato nas partes alta e baixa da bacia hidrográfica, principalmente nos trechos que atravessam zonas urbanas, nos municípios de Pau dos Ferros e Mossoró. Os pontos amostrais no decorrer do rio nas dependências de Mossoró também apresentaram níveis muito baixos de oxigênio dissolvido, o que representa um estado crítico para a biota aquática em geral. Também foi observado altas concentrações de compostos de nitrogênio que podem comprometer atividades humanas como a pesca realizada nessas áreas, pois o amoníaco não ionizado em altas concentrações pode prejudicar a transformação da energia dos alimentos em ATP, inibindo o crescimento dos peixes. Segundo Person-ide ruyet; Chartois e Quéméner (1995), a toxicidade da amônia para peixes de água doce pode variar devido às características da espécie, estágio de desenvolvimento, duração da exposição e condições ambientais.

Moura e Silva (2015), também observaram que os pontos amostrais localizados nos cursos médio e alto da bacia hidrográfica e que não estavam dentro das áreas urbanas apresentavam valores baixos de nutrientes, condutividade elétrica, coliformes termotolerantes, sólidos dissolvidos totais e valores relativamente

maiores de oxigênio, durante todo período amostral. Quanto as áreas nas proximidades da zona do estuário, apresentou alta condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais, características essas que segundo os referidos autores provavelmente estão relacionadas com a grande quantidade de íons dissolvidos na água daquela região.

Com os resultados obtidos Moura e Silva (2015), não conseguiram estabelecer um gradiente longitudinal das características físico-químicas nos ecossistemas aquáticos da bacia do rio Apodi-Mossoró. No entanto, os mesmos relatam que esses resultados possivelmente estão associados influências antrópicas a que esses ambientes são submetidos, em especial a construção de reservatórios e as descargas de efluentes domésticos resultantes das cidades de Pau dos Ferros e Mossoró.

Reservatórios

Segundo o Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN), na bacia hidrográfica Apodi-Mossoró estão presentes 618 açudes, compreendendo um volume de 469.714.600 m³, correspondendo a 27,4% e 10,7% dos totais de açudes e volumes acumulados respectivamente do Rio Grande do Norte. Dados da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH) registram 51 reservatórios principais do tipo açudes, barragens e lagoas.

Conforme o Anuário e Estatístico do Rio Grande do Norte (2014), elaborado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA), 20 desses reservatórios têm capacidade superior a 5.000.000 m³ e estão distribuídos em 19 municípios no decorrer da bacia hidrográfica (Tabela 1).

Tabela 1 - Relação dos 20 reservatórios com capacidade superior 5.000.000 m³ de água presentes na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, localizada na região semiárida do estado do RN.

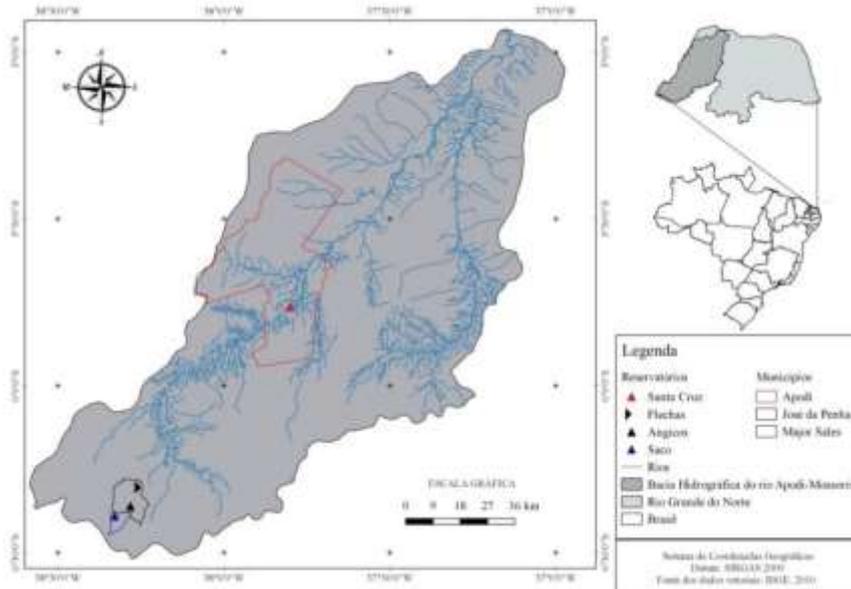
Reservatórios	Municípios	Capacidade (m³)
Bonito II	São Miguel	10.865.000
Encanto	Encanto	6.328.250
Santana	Rafael Fernandes	7.000.000
Flechas	José da Penha	8.949.675
Pau dos Ferros	Pau dos Ferros	54.846.000
Marcelino Vieira	Marcelino Vieira	11.200.125
Jesus Maria José	Tenente Ananias	7.650.750
Pilões	Pilões	5.901.875
Passagem	Rodolfo Fernandes	6.932.000
Malhada Vermelha	Severiano Melo	8.944.500
Riacho da Cruz II	Riacho da Cruz	9.604.200
Apanha Peixe	Caraúbas	10.000.000
Lucrecia	Lucrecia	27.270.000
Brejo	Olho-d'Água do Borges	17.000.000
Rodeador	Umarizal	21.700.000
Tourão	Patu	9.104.700
Morcego	Campo Grande	7.900.000
Santo Antônio de Caraúbas	Caraúbas	11.110.000
Santa Cruz do Apodi	Apodi	599.712.000
Umari	Upanema	292.813.650

Fonte: IDEMA (2017).

No curso do rio Apodi-Mossoró, principal rio da bacia, existem 22 reservatórios que fornecem água para as demandas humana, agricultura e pecuária (NOVAES et al., 2014). No alto curso da bacia estão situados os açudes de Major Sales, conhecido popularmente como açude do Saco (06°23'24,9" S e 38°19'44, 98" W) localizado no município de Major Sales, açude do Angico (06°21'35,86" S e 38°16'48,73" W) e o açude flechas conhecido popularmente como açude da Barra (06°18'18,71" S e 38°15'01,59" W), ambos situados na cidade de José da Penha. Vale ressaltar, que todos são considerados de meio porte, e o açude de Major Sales é o mais próximo da nascente (Figura 3).

Na área do médio curso superior do rio Apodi-Mossoró, próximo a cidade de Pau dos Ferros, RN está situado o reservatório de Pau dos Ferros (06°08'48" S e 38°11'34" W) (OLIVERIA et al., 2016) (Figura 4A). Este reservatório é o terceiro maior da bacia, com área de 1.165,36 ha e capacidade de 54.846.000,00 m³ de água (SEMARH, 2017). Sua construção foi realizada em 1967, com a finalidade de abastecimento humano, pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), através do barramento do rio Apodi-Mossoró (BACIA APODI-MOSSORÓ, 2014).

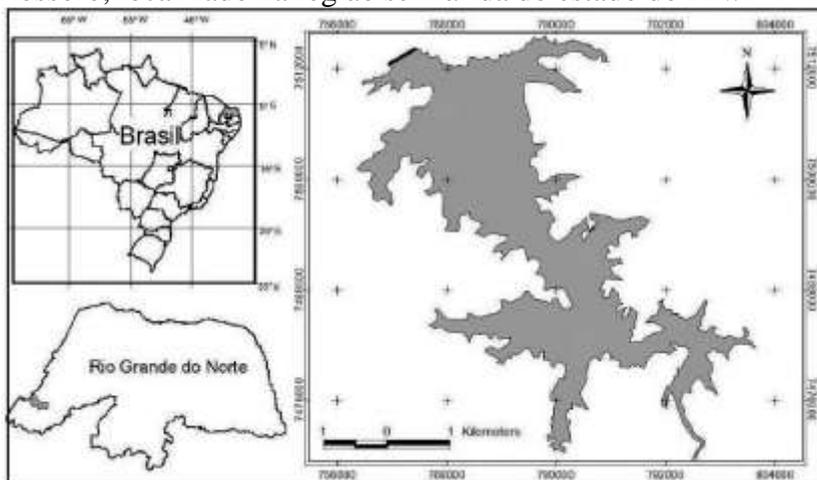
Figura 3 - Localização dos açudes de Major Sales, Angico e Flechas, situados no rio Apodi-Mossoró, localizado na região semiárida do estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Elaborado por Louize Nascimento

Já na parte do médio curso inferior do rio Apodi-Mossoró destaca-se a Barragem de Santa Cruz ($05^{\circ}45'45''$ S, $37^{\circ} 48'00''$ W), que representa o maior dos reservatórios da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró (Figura 5), localizada no município de Apodi (NOVAES et al., 2014). Este reservatório foi construído em 2002 com o intuito de fornecer água para o abastecimento e irrigação do Vale de Apodi, cobrindo uma área de $34,13 \text{ km}^2$ com uma capacidade máxima de $599.712.000 \text{ m}^3$ (SEMARH, 2017).

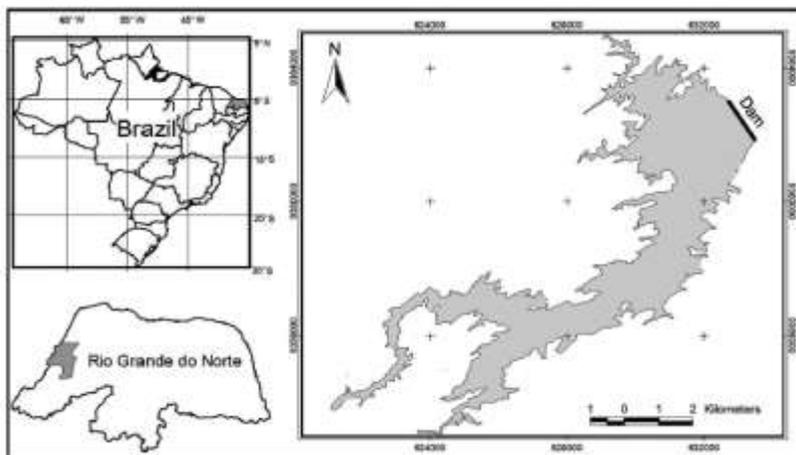
Figura 4 - Reservatório de Pau dos Ferros localizado no rio Apodi-Mossoró, localizado na região semiárida do estado do RN.



Fonte: OLIVEIRA et al. (2016a).

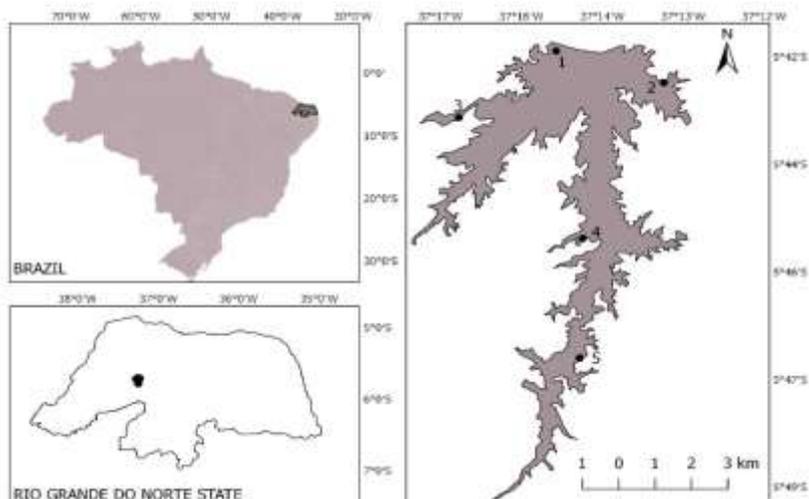
Na área do médio curso inferior da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, também se destaca a Barragem de Umari, (05°38'31" S e 37°15'28" O) (Figura 6), construída por meio do barramento do rio do Carmo, localizada a montante do município de Upanema, detendo a segunda maior capacidade de água da bacia, bem como, a terceira maior capacidade de reserva de água do estado, com 292.813.650 m³ (SEMARH, 2017).

Figura 5 - Reservatório de Santa Cruz localizado no rio Apodi-Mossoró, localizado na região semiárida do estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: OLIVEIRA et al. (2016b).

Figura 6 - Reservatório de Umari localizado no rio Apodi-Mossoró, localizado na região semiárida do estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: OLIVEIRA et al. (2018)

Ictiofauna

Recentes estudos avaliaram a ictiofauna da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró sob diferentes abordagens, como levantamento faunístico (NASCIMENTO et al., 2014) e aspectos ecológicos das espécies em reservatórios, particularmente para composição, diversidade e abundância (NOVAES et al., 2014) e estrutura trófica (OLIVEIRA et al., 20016a; OLIVEIRA et al., 2016b; OLIVEIRA et al., 2018). Conforme esses autores a referida bacia apresenta uma rica composição íctica, composta por 31 espécies de peixes (quatro espécies introduzidas) distribuídas em seis ordens (Characiformes, Siluriformes, Perciformes, Cichliformes, Cyprinodontiformes e Synbranchiformes) e 13 famílias (Curimatidae, Anostomidae, Erythrinidae, Characidae, Characidae, Auchenipteridae, Prochilodontidae, Triportheidae Loricariidae, Sciaenidae, Poeciliidae, Rivulidae e Synbranchidae (Tabela 2).

Tabela 2 - Espécies de peixes ocorrentes na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, localizado na região semiárida do estado do Rio Grande do Norte. I = (NASCIMENTO et al., 2014); II = (NOVAES et al., 2014); III = (OLIVEIRA et al., 20016a; IV = (OLIVEIRA et al., 2016b; V = OLIVEIRA et al., 2018).

Grupo taxonômico	Nome popular	Registros
CHARACIFORMES		
Curimatidae		
<i>Curimatella lepidura</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	Saguiru	II, III, IV

<i>Steindachnerina notonota</i> (Miranda-Ribeiro, 1937)	Saguiru	I, III
Prochilodontidae		
<i>Prochilodus brevis</i> Steindachner, 1874)	Curimatã	I, II, III, V
Anostomidae		
<i>Leporinus melanopleura</i> (Günther, 1864)	Piau	I
<i>Leporinus piau</i> Fowler, 1941	Piau	I, II, III, IV
<i>Leporinus taeniatus</i> Lütken, 1875	Piau	II, III
Erythrinidae		
<i>Erythrinus erythrinus</i> (Schneider, 1801)	Traíra	I
<i>Hoplias</i> gr. <i>malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Traíra	I, II, III, IV
Characidae		
<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758)	Piaba	I, II, III, IV
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Piaba	I, II, III
<i>Moenkausia costae</i> (Steindachner, 1907)	Piaba	II
<i>Moenkausia dichroua</i> (Kner, 1858)	Piaba	I, II, III
<i>Hemigrammus marginatus</i> (Ellis, 1911)	Piaba	I
Triporthidae		
<i>Triportheus angulatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Sardinha	I
<i>Triportheus signatus</i> (Garman, 1890)	Sardinha	II, IV
<i>Serrasalmus spilopleura</i> (Kner, 1858)	Pirambeba	I
<i>Serrapinnus piaba</i> (Luetken, 1874)	Piranha	I
SILURIFORMES		
Auchenipteridae		
<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	Cangati	I, II, IV
Heptapteridae		
<i>Pimelodella gracilis</i> (Valenciennes, 1835)	Niquim	I, II
Loricariidae		
<i>Hypostomus pusalum</i> (Starks, 1913)	Cascudo	I, II, IV
<i>Loricariichthys derbyi</i> (Fowler, 1915)	Cascudo	I, II, III, IV
PERCIFORMES		
Sciaenidae		
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)*	Pescada	II, IV
CICHLIFORMES		
<i>Cichlasoma orientale</i> Kullander, 1983	Acará	II
<i>Crenicichla menezesi</i> Ploeg, 1991	Jacundá	II
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)*	Tilápia, Pilato	II

<i>Astronotus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)*	Apaiari, Cará	I, II
<i>Cichla monoculus</i> Agassiz, 1831*	Tucunaré	II, IV
CYPRINODONTIFORMES		
Poeciliidae		
<i>Poecilia vivipara</i> (Bloch, Schneider, 1801)	Barrigudinho	I
Cynolebiidae		
<i>Hypselobias antenori</i> (Costa, 2006)	-	I
<i>Cynolebias microphthalmus</i> (Costa, Brasil, 1995)	-	I
SYNBRANCHIFORMES		
Synbranchidae		
<i>Synbranchus marmoratus</i> (Bloch, 1795)	Mussum	I
TOTAL DE ESPÉCIES		31
TOTAL DE ORDENS		5
TOTAL DE FAMÍLIAS		14

*Espécies introduzidas

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica Apodi-Mossoró se destaca por sua importância socioeconômica para sua região de origem. No entanto, historicamente a mesma vem sofrendo forte degradação, em especial pelas altas concentrações de compostos de nitrogênio, proveniente principalmente das descargas de efluentes domésticos e industriais lançados, comprometendo a qualidade da água, o equilíbrio da fauna e flora, além de representar um risco à saúde das comunidades situadas ao longo de sua extensão.

Quanto aos reservatórios existentes na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, com destaque para as barragens localizadas no

curso do rio Apodi-Mossoró, os benefícios econômicos e sociais dessas obras são inegáveis e fundamentais. Entretanto, os mecanismos de construção dos mesmos geralmente resultam em impactos severos sobre o ambiente natural, pois os barramentos constituem uma barreira física, provocando a fragmentação dos rios, podendo influenciando o padrão de migração e deslocamento de diversos organismos aquáticos. Assim, composição, riqueza e diversidade a da ictiofauna da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró, possivelmente sofre influenciada espacial dos reservatórios existentes ao longo da bacia.

Diante da diversidade de atividades antrópicas em toda a extensão da bacia, existe a necessidade de planejamento e o gerenciamento integrado dessa bacia hidrográfica, incluindo políticas públicas, tecnológicas e de educação, aliadas a pesquisas voltadas ao monitoramento e diagnóstico das fontes poluidoras, visando promover adoção de medidas mitigadoras de controle e manejo das mesmas.

AGRADECIMENTOS

À Telton Ramos pelas sugestões na classificação taxonômica das espécies.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (PERH Guandu)**. 2005. Disponível em:

<http://www.inea.rj.gov.br/downloads/pb_guandu_cap_1.pdf>.

Acesso em: 22 de outubro de 2011.

CARVALHO, R.; G.; KELTING, F. M. S.; SILVA, E. V. Indicadores socioeconômicos e gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN. **Sociedade & Natureza**, v. 23, p. 1, p. 143-159, 2011.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO E SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE - IDEMA. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/DOC/DOC000000000107249.PDF>>. Acessado em: 04 nov. 2017.

JUSTO, J. F. A.; SANTOS, W. L. A.; SOUZA, F. C. S. A bacia do Rio Apodi-Mossoró (RN) como objeto de pesquisa em programas de pós-graduação. **Revista principia**, n. 31, p. 97-105, 2016.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Tectônica pós-miocênica e controle estrutural de drenagem no Rio Apodi-Mossoró, Nordeste do Brasil. **Boletim de Geografia**, v. 31, n. 2, p. 57-68, 2013.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G.; REICHERT, J. M.; MORO, M. **Implicações do uso e manejo do solo e das variações climáticas sobre os recursos hídricos**. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. (Orgs.). *Tópicos em Ciência do Solo (Topics in Soil Science)*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.7, p. 403, 2011.

MONTEIRO, D. M. **Introdução à história do Rio Grande do Norte**. Natal: EDUFRRN, 2000.

MOSAICO. **História dos rios no Brasil (dossiê)**. Goiânia, v. 1, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://seer.ucg.br/index.php/mosaico/issue/view/50>>. Acesso em: 09 out. 2015.

MOURA, R. S. T.; SILVA, G. G. H. Limnological characteristics of a hydrographic basin of the Brazilian semiarid region. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 27, n. 1, p. 51-59, 2015.

NASCIMENTO, W. S.; BARROS, N. H. C.; ARAÚJO, A. S.; GURGEL, L.L.; CANAN, B.; MOLINA, W. F.; ROSA, R. S.; CHELLAPPA, S. Composição da ictiofauna das bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 4, n. 1, p. 126-131, 2014.

NOVAES, J. L. C.; MOREIRA, S. L.; FREIRE, C. E. C.; SOUSA, M. M. O.; COSTA, R. S. Fish assemblage in a semi-arid Neotropical reservoir: composition, structure and patterns of diversity and abundance. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 2, p. 290-301, 2014.

OLIVEIRA, A. K.; SOUZA, L. D. Alteração das concentrações de nitrogênio e fósforo na bacia do rio Apodi-Mossoró em função dos efeitos da estiagem e espacialidade. **Química: ciência, tecnologia e sociedade**, v. 4, n. 1, 2015.

OLIVEIRA, J. C. D.; OLIVEIRA, J. F.; COSTA, C.; REBOUÇAS, L. G. F.; PERETTI, D. NOVAES, J. L. C. The oscillation of the water volume of a reservoir does not influence the same way the diet of the species of fish? **Acta Limnologica Brasiliensia**, V. 30, 2018.

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, n. 1, p.51-64, 2016a.

OLIVEIRA, J. F.; MORAIS-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, M. A.; QUEIROZ, R. A. C **A poluição do rio Mossoró (RN) e a ação intervencionista do Ministério Público**. In: IV Encontro Nacional da Anppas, Brasília - DF, 2008. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro>>. Acesso em: 04 fev. 2017.

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, S. C. Utilização de cenários ambientais como alternativa para o zoneamento de bacias hidrográficas: estudo da bacia hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia MG. **Revista Sociedade & Natureza (Online)**, v. 21, n. 3, 2009.

OLIVEIRA-JÚNIOR, E. T. **Bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, Bacia: Macroinvertebrados como Bioindicadores e a percepção ambiental dos pescadores e marsiqueiras do seu entorno**. 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – UFPB, João Pessoa, 2009. Disponível em: <http://www.prg.ufpb.br/prodema/novosite/smartgc/uploads/arquivos/eliezer_targino.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2016.

PERSON-IDE RUYET J., H. CHARTOIS, L. QUÉMÉNER. Comparative acute ammonia toxicity in marine fish and plasma ammonia response. **Aquaculture**, v. 136, p. 181-194, 1995.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**, Escrituras. Editora, São Paulo, 1999, cap. 15.

ROCHA, S. A.; LOUGON, M. S.; GARCIA, G. O. Influência de diferentes fontes de poluição no processo de eutrofização. **Revista Verde**, v. 4, n. 4, p. 01-06, 2009.

ROSA, R. S.; MENEZES, N. A.; BRITSKI, H. A.; COSTA, W. J. E. M.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. GROTH, F. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga. In: Leal, MARINHO I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. eds. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora da UFPE, 2ª Ed, pp. 135-180. 2005.

SEMARH. Secretária de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte. Disponível em: <<http://servicos.semarh.rn.gov.br/semarh/sistemadeinformacoes/consulta/cBaciaDetalhe.asp?CodigoEstadual=01>>. Acesso em: 04 nov. 2017.

SOUZA, A. C. M; SILVA, M. R. F; DIAS, N. S; GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA APODI/MOSSORÓ (RN). Irriga, Botucatu, Edição Especial, p. 280 - 296, 2012.

SOUZA, F. S. **Rios e terras: história ambiental de Goiás (1822-1850)**. 2013. 214 f. Dissertação (Mestrado em História) – UNESP, Programa de Pós-Graduação em História, Assis, 2013.

TRINDADE, S. L. B. **História do Rio Grande do Norte**. Natal: Editora do IFRN, 2010.

VILAÇA, M. F.; GOMES, I.; MACHADO, M. L.; VIEIRA, E. M.; SIMÃO, M. L. R. **Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: o estudo de caso do ribeirão Conquista no município de Itaguara/MG**. UFV, 2009. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/070.pdf>. Acesso em: 15 set. 2011.

WU, Y.; LIU, S.; GALLANT, A. L. Predicting impacts of increased CO₂ and climate change on the water cycle and water quality in the semiarid James River Basin of the Midwestern USA. **The Science of the Total Environment**, v. 430, p. 150-160, 2012.

ORGANIZADORES

Jônnata Fernandes de Oliveira

Possui Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado, UERN, 2011) e Graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura, UNIFIL, 2015). Mestrado em Ciências Naturais (UERN, 2014). Doutorado em Ciência Animal (UFERSA, 2017) e Pós-Doutorado (PNPD, UERN, 2017). Atuou como Professor junto ao curso de Mestrado em Ciências Naturais da UERN. Atualmente é Professor do Instituto Federal do Maranhão – IFMA, *Campus* Avançado Carolina, junto ao curso Técnico em Meio Ambiente. Desenvolve pesquisas em Ecologia e Zoologia, com ênfase em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais e Ecologia Trófica de Peixes.

CV: <http://lattes.cnpq.br/0996900241138853>

Danielle Peretti

Possui Graduação em Ciências Biológicas (1997), Especialização em Ecologia (1999), Mestrado (2001) e Doutorado (2006) em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Atualmente é Professora Adjunto IV do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, junto ao curso de Graduação em Ciências Biológicas e do Mestrado em Ciências Naturais. Atua nos temas: Ecologia Alimentar de Peixes, Planície de Inundação e Ambientes Aquáticos Continentais Pertencentes ao bioma Caatinga.

CV: <http://lattes.cnpq.br/2936980194241079>

AUTORES

Fernanda Raquel Freire da Silva

Graduação em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (Bacharelado, UERN, 2018). Mestranda em Geografia, UERN. Tem interesse nas áreas de Geoprocessamento, Educação Ambiental, Avaliação de Impactos Ambientais, Gestão de Resíduos Sólidos e Biodiversidade.

CV: <http://lattes.cnpq.br/8360208045439464>

Jessica Jessiana Ferreira Alves

Tem formação Técnica em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, *Campus Mossoró* (IFRN, 2015) e no curso Técnico em Segurança do Trabalho pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – CET Ítalo Bologna (SENAI/RN, 2013). Graduada em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (Bacharelado, UERN, 2018). Mestranda em Geografia, UERN. Possui experiência na elaboração de estudos ambientais e desenvolve pesquisas nas mais diversas áreas do campo ambiental, com ênfase em: Geodiversidade, Geoturismo, Geoconservação, Ecoturismo, Geoprocessamento, Estudos Socioambientais, Educação Ambiental e Gestão de Resíduos Sólidos.

CV: <http://lattes.cnpq.br/8720934714849699>

Luiz Tavernard de Souza Neto

Mestre em Ciências Naturais pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, na linha de pesquisa Diagnóstico e Conservação Ambiental

(UERN, 2015). Graduado em Gestão Ambiental (Bacharelado, UERN, 2009). Colaborador do Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais - NESAT/UERN. Atualmente é Professor Temporário da UERN, no Departamento de Gestão Ambiental e Pesquisador Bolsista da Fundação para o Desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação - FunciteRN, atuando nas seguintes áreas: Geoprocessamento, Monitoramento e Diagnóstico Ambiental, Educação Ambiental e Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

CV: <http://lattes.cnpq.br/9928333961031807>

Louize Nascimento

Possui formação Técnica em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN, 2018). Graduação em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (Bacharelado, UERN, 2017), Mestranda em Manejo de Solo e Água na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA. Desenvolve pesquisas nas mais diversas áreas do campo ambiental, com ênfase em: Geoprocessamento, Estudos Socioambientais em Áreas Protegidas, Planejamento Ambiental, Desenvolvimento Sustentável Ordenamento Territorial, Saneamento Ambiental, Ecoturismo e Turismo de Base Comunitária.

CV: <http://lattes.cnpq.br/2885835172826380>

Vitor Moisés Rosário Queiroz

Graduado em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (Bacharelado, UERN, 2018). Atualmente é aluno do Curso Técnico Subsequente em Saneamento pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Tem interesse nas áreas de Geoprocessamento, Licenciamento Ambiental e Gestão de Unidades de Conservação. Com experiência no campo do

Planejamento Estratégico do Parque Nacional da Fuma Feia - ICMBio e Consultoria Ambiental.

CV: <http://lattes.cnpq.br/4727698396758964>

Ana Luiza Gomes Bezerra

Possui formação Técnica em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN, 2011). Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (Licenciatura, UERN, 2012). Especialização em Gestão Ambiental com Ênfase em Perícia pela Faculdade do Vale do Jaguaribe (FVJ, 2013). Mestranda em Ciências Naturais, UERN. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia Límpica, atuando principalmente nos seguintes temas: Padrão Temporal, Dieta, Ecologia Alimentar de Peixes, Planície de Inundação e Ambientes Aquáticos Continentais Pertencentes ao bioma Caatinga.

CV: <http://lattes.cnpq.br/4865641127952758>

Priscylla de Lima Costa

Possui Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (Bacharelado, UERN, 2017). Mestranda em Ciências Naturais, UERN. Desenvolve pesquisas na área de Ecologia, com ênfase em Alimentação de Peixes no semiárido potiguar.

CV: <http://lattes.cnpq.br/5517142316144211>

Déborah Cristina Batista da Silveira

Possui Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (Licenciatura, UERN, 2016).

Pesquisadora associada ao Laboratório de Monitoramento de Biota Marinha da UERN. Mestranda em Ciências Naturais, UERN. Possui experiência em Zoologia, com ênfase em desenvolvimento Osteológico de Mamíferos Marinhos, atuando nos seguintes temas: Determinação de classes etárias através de caracteres ósseos de mamíferos marinhos da Bacia Potiguar (RN/CE).

CV: <http://lattes.cnpq.br/9622205460199885>

Érica Daiany Alves de Sousa

Possui Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (Licenciatura, UERN, 2016). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, UERN. Apresenta pesquisa relacionada à Biota Marinha junto ao Laboratório da Biota Marinha da UERN. Atualmente é professora das disciplinas de Ciências e Biologia na Instituição Maria do Carmo e Colégio Santa Maria Goretti. Tem experiência na área de Biologia, com ênfase em Biota Marinha, atuando em: Meio Ambiente, Educação Ambiental e Mamíferos Marinhos.

CV: <http://lattes.cnpq.br/9702793372264074>

Iron Macêdo Dantas

Possui Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (Bacharelado, UFPB, 1990), Mestrado em Agronomia (Entomologia) pela Universidade Federal de Lavras (UFLA, 1992) e Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP, 2002). Atualmente é professor adjunto IV, junto ao curso de Graduação em Ciências Biológicas da UERN. Tem experiência na área de Zoologia, atuando nos seguintes temas: Insetos do bioma Caatinga, Macroinvertebrados Aquáticos e Meio Ambiente.

CV: <http://lattes.cnpq.br/6446119209274157>

Raimunda Thyciana Vasconcelos Fernandes

Possui Graduação em Zootecnia (Bacharelado, 2009), Mestrado (2013) e Doutorado (2017) em Ciência Animal, ambos pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Atualmente é integrante do Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Recursos Pesqueiros e da Aquicultura - GPTRPA e Biologia, Sanidade e Tecnologia de Recursos Aquáticos - BOSTRA. É revisora Ad hoc de periódicos nacionais e internacionais. Atua nas linhas de pesquisa: Avaliação de Alimentos Alternativos, Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Alimentícios e Ciência e Tecnologia do Pescado, com foco em Microalgas.

CV: <http://lattes.cnpq.br/3721279339672517>

Aruza Rayana Morais Pinto

É Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Bacharelado, UFERSA, 2011), com experiência nas áreas de Agroecologia, Recuperação de Áreas Degradadas e Manejo Ambiental e Prevenção de Pragas. Desenvolve atividades na área de Engenharia e Planejamento Ambiental, atuando principalmente na Recuperação de Manguezais, Monitoramento Ambiental e Regularização Ambiental de Salinas.

CV: <http://lattes.cnpq.br/8758217607353347>

Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes

Possui Graduação em Engenharia Civil (Bacharelado, 2016, UNP) e Engenharia de Pesca (Bacharelado, UFERSA, 2011). Mestrado em Ciência Animal - Ecologia e Conservação do Semiárido (UFERSA, 2013). É Doutorando em Ciência Animal, na linha de pesquisa de Produção e Conservação do Semiárido. Atualmente é Professor Efetivo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Desenvolve pesquisas na área de Engenharia e Planejamento Ambiental, atuando principalmente na Gestão ambiental de Ecossistemas Costeiros, Recuperação de Manguezais, Monitoramento Ambiental de Estuários e Levantamentos de Biodiversidade de Ecossistemas Salinos.

CV: <http://lattes.cnpq.br/3025443312175095>

Jean Carlos Dantas de Oliveira

Possui formação Técnica em Agropecuária pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB, 2006). Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Campina Grande (Licenciatura, UFGC, 2012). Mestrado em Ciências Naturais pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN, 2015). Doutorando em Ciência Animal pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Desenvolve pesquisas nas áreas de Ecologia, com ênfase para Biologia Alimentar de Peixes em Sistemas Represados em Regiões Semiáridas e Levantamentos de Anurofauna e Biologia Alimentar de Anuros no bioma Caatinga.

CV: <http://lattes.cnpq.br/6783358077939944>

