



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**MARCONEIDE DE ARAÚJO**

**MEDIDAS DE *Melanoides tuberculata* (Muller, 1774): INDICADORES DE  
QUALIDADE AMBIENTAL DE RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO.**

**Campina Grande**

**2019**

**MARCONEIDE DE ARAÚJO**

**MEDIDAS DE *Melanoides tuberculata* (Muller, 1774): INDICADORES DE  
QUALIDADE AMBIENTAL DE RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de licenciatura em ciências Biológicas da  
Universidade Estadual da Paraíba como requisito à  
obtenção do título de graduada.

Área de concentração: Ecologia de bentos.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>Dr<sup>a</sup>. Joseline Molozzi

Co-Orientador: Prof. Dr. Evaldo de Lira Azevêdo

**Campina Grande-PB**

**2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A659m Araújo, Marconeide de.  
Medidas de *Melanooides tuberculata* (Muller, 1774)  
[manuscrito] : indicadores de qualidade ambiental de  
reservatórios do semiárido / Marconeide de Araujo. - 2019.  
27 p.  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências  
Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de  
Ciências Biológicas e da Saúde, 2019.  
"Orientação : Profa. Dra. Joseline Molozzi, Departamento  
de Biologia - CCBS."  
"Coorientação: Prof. Dr. Evaldo de Lira Azevêdo,  
Departamento de Biologia - CCBS."  
1. Eutrofização. 2. Molusco exótico. 3. Bioindicadores. I.  
Título

21. ed. CDD 577.6

# MARCONEIDE DE ARAÚJO

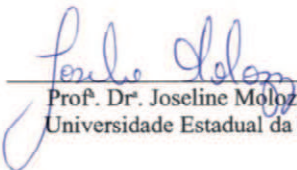
MEDIDAS DE *Melanoides tuberculata* (Muller, 1774): INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL DE RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO.

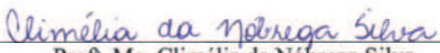
Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.


Área de concentração: Ecologia de Bentos.

Aprovada em: 24/06/2019.

## BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Joseline Molozzi (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
Prof. Me. Climélia da Nóbrega Silva  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
Prof. Me. Gustavo Correia de Moura  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por me proporcionar conhecimento e sabedoria para que pudesse chegar até aqui.

Aos meus pais Tânia e Marcos por me darem a melhor educação do mundo, ensinando que a humildade e honestidade necessitam estar em primeiro lugar em minhas ações. Sou grata por não medirem esforços para que eu tivesse a oportunidade de estudar. Obrigada por serem o melhor exemplo de pais. Á vocês todoo o meu amor e respeito.

A minhas irmãs Livia e Marcaria por estarem presente em todos os momentos, fossem eles felizes ou tristes. Agradeço pelo apoio, saibam que sem vocês nada disso seria possível.

Ao meu marido Edielson, por toda paciência e companheirismo. Obrigada por estar ao meu lado em todas as decisões que precisei tomar. Á você todo o meu amor.

Aos meus amigos, em especial a Yasmim, comadre Karina, Vandriely, Rodrigo, Joyce, Rosimery, Vivian e Maria do Carmo, pela força e compreensão nos momentos que precisei me ausentar. Amo a todos.

A minha turma, em especial à Danilo e Rubenice por se tornarem em minha vida mais que colegas de turma, por serem hoje amigos que levarei para a vida.

A minha orientadora prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Joseline Molozzi pela orientação e direcionamento neste trabalho, como também em outros momentos nos quais precisei.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Evado Azevêdo, por toda paciência e compreensão. Obrigada por me auxiliar em todos os momentos, e por apesar de seus compromissos esta disponível todas as vezes que eu pedia “socorro”. És um exemplo de pessoa que levarei para a vida.

A todos meus professores que auxiliaram para a minha formação acadêmica, obrigada por muitas vezes serem pais, ensinando não apenas conteúdo, mas também caminhos a ser seguidos.

A toda equipe do laboratório de ecologia de bentos (LEB) por toda ajuda e ensinamentos diários.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação acadêmica, meu muito obrigado!

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>08</b>
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>09</b>
2.1	Área de estudo.....	09
2.2	Índice de Estado Trófico.....	11
2.3	Coleta de <i>Melanoides tuberculata</i> .....	12
2.4	Avaliação alométrica.....	12
2.5	Avaliação da biomassa.....	13
2.6	Análises de dados.....	13
3	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>13</b>
4	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>21</b>
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>22</b>
6	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>24</b>

# MEDIDAS DE *Melanooides tuberculata* (Muller, 1774): INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL DE RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO.

Marconeide de Araújo\*

## RESUMO

*Melanooides tuberculata* é uma espécie exótica/invasora e encontra-se disseminada pela maioria dos ambientes aquáticos no Brasil. O objetivo desse trabalho é analisar se há relação do Índice de Estado Trófico (IET) de reservatórios no semiárido com dados morfométricos e biomassa de *M. tuberculata*. Foram analisados três reservatórios na bacia do rio Paraíba. Os organismos foram coletados utilizando uma draga, conservados e medidos com o auxílio de um paquímetro. Para a biomassa os organismos foram secos e pesados. Os resultados mostraram a formação de três grupos de locais de amostragem com base no IET, o grupo 1 apresentou média de 83.62 ( $\pm$  4.59) e 2mm a 17mm de comprimento da concha, o grupo 2 com média de 71.68 ( $\pm$  2.12), comprimento da concha de 2mm a 15mm, e o grupo 3 com média de 60.18 ( $\pm$  4.69) e comprimento da concha de 2mm a 14mm. A biomassa também variou, apresentando maior valor no grupo 2, média de 15.94 ( $\pm$  15.57), o grupo 3 com uma média de 7.37 ( $\pm$  9.91) e o grupo 1 com média de 5.41 ( $\pm$  10.82). Durante o período de estudo todos os reservatórios se encontraram eutrofizados, as medidas alométricas associadas à biomassa e abundância dos moluscos estiveram relacionadas ao Índice de Estado Trófico. Ambientes com maior grau de eutrofização abrangeram os maiores organismos, isso porque podem apresentar uma grande quantidade de matéria orgânica que é utilizada como recurso pela espécie.

**Palavras-chave:** eutrofização. molusco exótico. bioindicação.

---

\* Aluno de Graduação em Ciências Biológicas na Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.

## 1 INTRODUÇÃO

Os reservatórios são ambientes lênticos que tem a finalidade de armazenar água, garantindo o abastecimento hídrico por um período de tempo, essa água também é utilizada para outros fins como para o uso animal, industrial, irrigação de lavouras lazer e turismo (Macedo, 2010). No entanto, os reservatórios sofrem com o problema chamado de eutrofização que é um fenômeno caracterizado pelo aumento significativo de nutrientes nesses ecossistemas, ocasionado primordialmente por ação antrópica, como pela liberação de efluentes urbanos, fertilizantes agrícolas e esgoto doméstico (Fonseca, 2010).

No semiárido esse processo se torna mais acentuado, uma vez que os períodos prolongados de estiagem contribuem diretamente para a eutrofização, uma vez que com a redução do nível pluviométrico e elevada evapotranspiração ocorre aumento na concentração de nutrientes na água (Araújo, 2011). Assim, tanto a eutrofização cultural como a natural pode prejudicar o ambiente e a saúde. Com a eutrofização pode haver a proliferação de cianobactérias que liberam toxinas prejudiciais à saúde humana (Oliver e Ribeiro, 2014), problemas ecológicos ocasionados pela degradação ambiental, como a anaerobiose, causando a morte de organismos aquáticos; e a fragmentação habitats que tem reduzindo a qualidade ambiental (Trindade e Mendonça, 2014).

Além dos problemas citados anteriormente, a eutrofização também promove o desaparecimento de espécies especialistas e nativas favorecendo o estabelecimento de espécies oportunistas e exóticas, tolerantes a condições ambientais degradantes. *Melanoïdes tuberculata* (Muller, 1774), é um exemplo de espécie exótica amplamente distribuída nos reservatórios do semiárido brasileiro (Eskinazi-Sant'Anna et al., 2006), que vem apresentando seus maiores índices de reprodução em locais degradados (Molozzi et al, 2013; Paiva et al, 2018). Trata-se de um molusco pertencente à família Thiaridae (Pilsbry e Bequaert 1927). É uma espécie de origem Afro-asiática conhecida por apresentar elevada capacidade adaptativa e dispersiva, sendo capaz de se estabelecer nos mais diversos substratos (Okumura, 2006).

*M. tuberculata* apresenta alta plasticidade ecológica, podendo ser encontrado em ambientes oligotróficos, mesotróficos e eutróficos (Santos e Eskinazi-Sant'Anna, 2010). Devido a essa característica, pela baixa diversidade natural em reservatórios, e pelo fato desse organismo fornecer respostas associadas ao impacto ambiental, como por aumento ou redução da densidade populacional (Queiroz, Silva e Strixino, 2008), essa espécie pode ser utilizada



como bioindicadora da qualidade ambiental em reservatórios brasileiros. Propomos essa avaliação através da análise das medidas alométricas que podem indicar basicamente o grau de trofia do corpo hídrico, tendo como base o nível de desenvolvimento dos moluscos nos diferentes níveis de trofia, e da biomassa de *M. tuberculata* que fornece a capacidade de acumulação de energia e dos nutrientes advindos da interação com o meio em que estão incluídos (Farias, 2015).

Por meio da análise alométrica e da biomassa de *M. tuberculata* pode-se obter uma resposta positiva ou negativa em relação ao estado da saúde ambiental de um ecossistema aquático (Silva; Molozzi e Callisto,2010), uma vez que essas medidas podem estar diretamente relacionadas ao estado trófico da água. Nesse contexto, esse estudo tem como objetivo avaliar se há relação do estado trófico de reservatórios com o tamanho, abertura da cocha e biomassa de *M. tuberculata*.

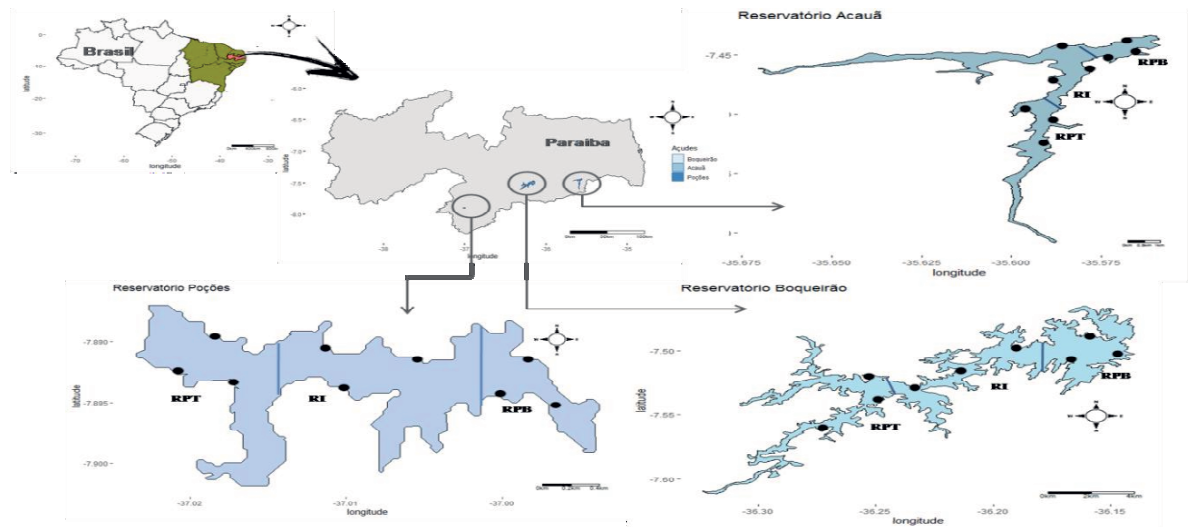
## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

A região semiárida do Brasil é caracterizada principalmente por apresentar temperaturas elevadas, geralmente acima de 20°C, precipitações escassas, entre 280 a 800 mm, e deficiência hídrica (Araújo, 2011). Isso estabelece a variação dos elementos que compõem a paisagem da região. Por conta dessas características os rios são intermitentes, e consequentemente os reservatórios apresentam elevado tempo de residência da água (Wiegand, 2016).

Neste estudo foram avaliados três reservatórios, os quais pertencem à bacia hidrográfica do Rio Paraíba (Poções, Epitácio Pessoa e Argemiro de Figueiredo - Acauã) todos localizados na região semiárida do Brasil (Figura 1, Tabela 1). Esses reservatórios possuem múltiplos usos, tais como abastecimento da população, irrigação agrícola e lazer (AESAs, 2012).

**Figura 1:** Mapa com a localização dos três reservatórios, bacia hidrográfica do rio Paraíba Brasil.



Fonte: site AESA

**Tabela 1.** Caracterização dos três reservatórios, bacia hidrográfica do rio Paraíba Brasil.

<b>Reservatório</b>	<b>Localização Geográfica</b>	<b>Capacidade Máxima (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ano de Construção</b>
<b>Epitácio Pessoa</b>	7°29'05.92" S e 36°08'01.47" O	411.686.287	1952
<b>Argemiro de Figueiredo– Acauã</b>	7°22'45.14" S e 35°37'55.60" O	253.000.000	2002
<b>Poções</b>	7°53'35.63" S e 36°34'49.98" O	29.861.562	1982

Fonte dos dados: Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs, 2012) do Estado da Paraíba.

## 2.2 Índices de Estado Trófico

Para análise do Índice de Estado Trófico foi utilizado o índice de Carlson (IETC) que foi elaborado para regiões temperadas, modificado por Toledo Jr. et al (1983). Esse índice pode ser calculado conforme as equações a seguir:

Esse índice é calculado de acordo com a seguinte equação:

$$IET = IET(S) + 2 \times [IET(PT) + IET(PO_4) + IET(Chla)]/7 \quad (\text{eq.1})$$

O Índice é composto pelos seguintes subíndices (eq.2, eq.3, eq.4, eq.5)

$$IET(S) = 10 \times (6 - (0.64 + \ln S) / \ln 2) \quad (\text{eq. 2})$$

$$IET(PT) = 10 \times (6 - (\ln(80.32/PT) / \ln 2)) \quad (\text{eq. 3})$$

$$IET(PO_4) = 10 \times (6 - (\ln(21.67 / PO_4) / \ln 2)) \quad (\text{eq.4})$$

$$IET(Chla) = 10 \times (6 - (2.04 - 0.695 \ln Chla) / \ln 2) \quad (\text{eq. 5})$$

Onde:

IET= índice de Estado trófico; IETS= Índice de Estado Trófico do Secchi; IET(PT)= índice de Estado Trófico do Fósforo Toral; IET Po4= Índice de Estado Trófico do Ortofosfato; IET (chla)= índice de Estado Trófico da clorofila a

**Tabela 2:** Limites para classe de Estado trófico

<b>Critério</b>	<b>Estado Trófico</b>
$24 < IET \leq 44$	Oligotrófico
$44 < IET \leq 54$	Mesotrófico
$54 < IET \leq 74$	Eutrófico

Fonte: classificação proposto por Toledo apud Lamparelli (2004)

### 2.3 Coleta de *Melanooides tuberculata*

Foram realizadas cinco coletas nos três reservatórios estudados durante o ano de 2015 e 2016, especificamente nos meses de julho e outubro de 2015 e fevereiro, junho e outubro de 2016.

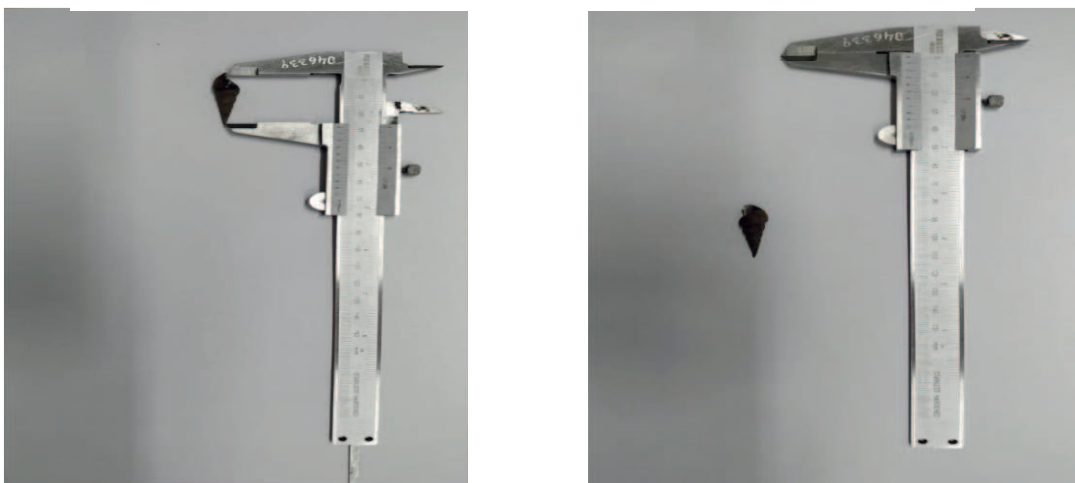
Para a avaliação físico-química foi coletada uma amostra de água, retirada na superfície dos reservatórios e em laboratório foram realizadas as análises de concentração de Cloro, fósforo, enxofre e fosfato.

O sedimento para amostragem dos moluscos foi coletado na zona litorânea dos reservatórios utilizando uma draga Erkman-Birge (225 cm<sup>2</sup>). Posteriormente o sedimento foi acondicionado em sacos plásticos, e adicionado formaldeído a 4%. Em laboratório o material foi lavado e triado. Os moluscos foram identificados utilizando chaves de identificação especializadas (Ward e Whipple 1959; Hawking & Smith 1997; Mugnai et al. 2010).

### 2.4 Avaliação alométrica

A avaliação alométrica de *M. tuberculata* foi dada através da medição do comprimento e abertura da concha. Desse modo a concha foi mensurada a partir do ápice à extremidade de sua abertura, utilizando um paquímetro e quando necessário uma régua microscópica (Figura 2). A abertura da concha do molusco também foi avaliada, considerando-se que foi mensurado o diâmetro que fornece a maior medida (Mollozi, 2011).

**Figura 2:** Ilustração das medições de *M. tuberculata* utilizando o paquímetro



## 2.5 Avaliação da biomassa

Para Avaliação da biomassa os organismos foram secos em estufa a 60°C durante o tempo de 72h e depois pesados em balança de precisão de  $10^{-5}$  para estimar o peso seco. Após serem secos os moluscos foram incinerados em forno do tipo mufla à 450°C durante 4h para estimar o peso seco livre de cinzas. Finalmente, o valor da biomassa foi obtido a partir da diferença entre o peso da amostra seca e o peso incinerado (Elkarmi e Ismail, 2007).

## 2.6 Análises de dados

Foi realizada uma análise de agrupamento resultando em um cluster que dividiu os locais de amostragem em grupos de acordo com o Índice de Estado Trófico, onde os valores de IET foram mantidos, sem necessidade de transformar ou converter.

Para avaliar diferenças entre o estado trófico, tamanho da concha, abertura da concha, biomassa e abundância de moluscos entre os grupos foi realizada análise de significância (Permutational Analysis of Variance ,PERMANOVA) (Anderson, 2001; Anderson et al., 2008), com 9999 permutações e  $\alpha \leq 0,05$ . Essa análise foi realizada utilizando o pacote estatístico PRIMER-6 + PERMANOVA (Systat Software, Cranes Software International Ltd., Anderson et al., 2008).

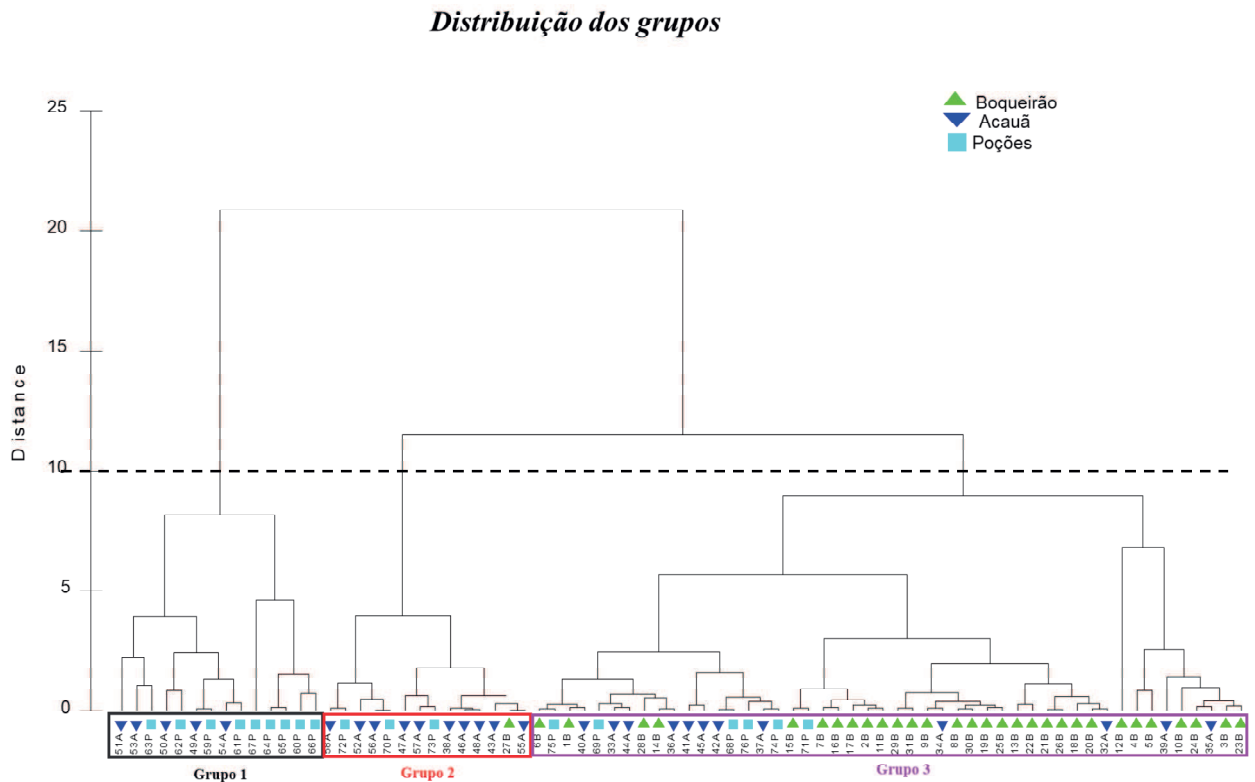
Para visualizar o comportamento dos dados de Clorofila a, fósforo total, coletados foram construídos gráficos box-plot. Para correlacionar os dados de estado tróficos com as medidas alométricas e de biomassa foi realizada análise de correlação de Pearson ( $<0.5$ ). Para essas análises também foi utilizado o programa Bio Estat 5.0 (Ayres 2007).

## 3 RESULTADOS

De acordo com o Índice de Estado Trófico (IET) os três reservatórios estudados se encontraram altamente eutrofizados. Assim, a análise de agrupamento (CLUSTER) para o Índice de Estado Trófico, resultou na formação de três grupos de locais de amostragem considerando os três reservatórios (grupo 1, grupo 2 e grupo 3)(Figura 3). Houve diferença

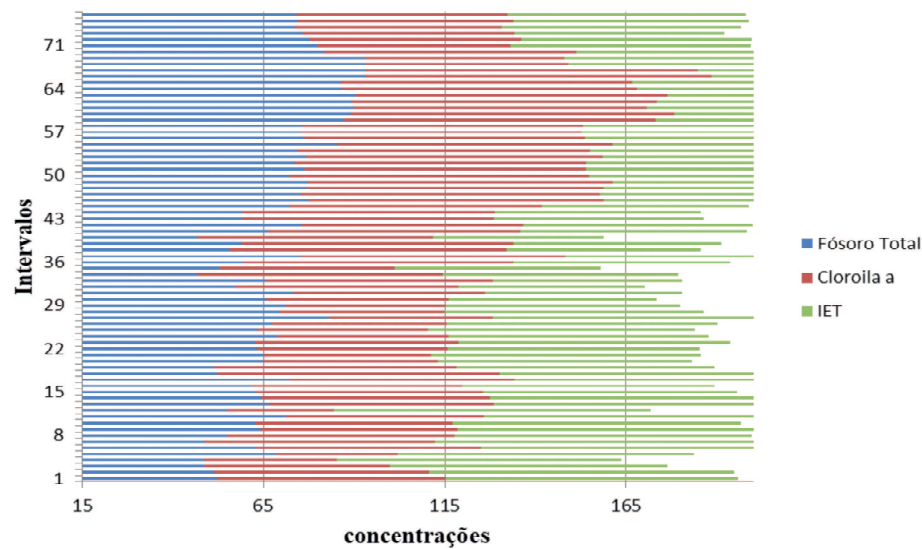
significativa entre os grupos formados (PERMANOVA: Pseudo  $F_{2,75} = 29.05$ ,  $P = 0,0001$ ). No grupo 1 os pontos apresentaram os maiores valores do IET (média e desvio padrão =  $83.62, \pm 4.59$ ), no grupo 2 ficaram agrupados os pontos com valores do IET intermediário (média e desvio padrão =  $71.68, \pm 2.12$ ) e no grupo 3 os pontos com menor valor do IET (média e desvio padrão =  $60.18, \pm 4.69$ )(Figura 4). Todos os demais dados (Tamanho do molusco, abertura da concha, biomassa e abundância) foram analisados considerando o agrupamento de locais de amostragem formado pelo Índice de Estado Trófico.

**Figura 3:** Distribuição dos grupos de acordo com o Índice de Estado Trófico. Sendo o grupo 1 com maiores valores de estado trófico, o grupo 2 com valores intermediários e o grupo 3 com os menores valores de estado trófico.



Fonte: Dados da pesquisa

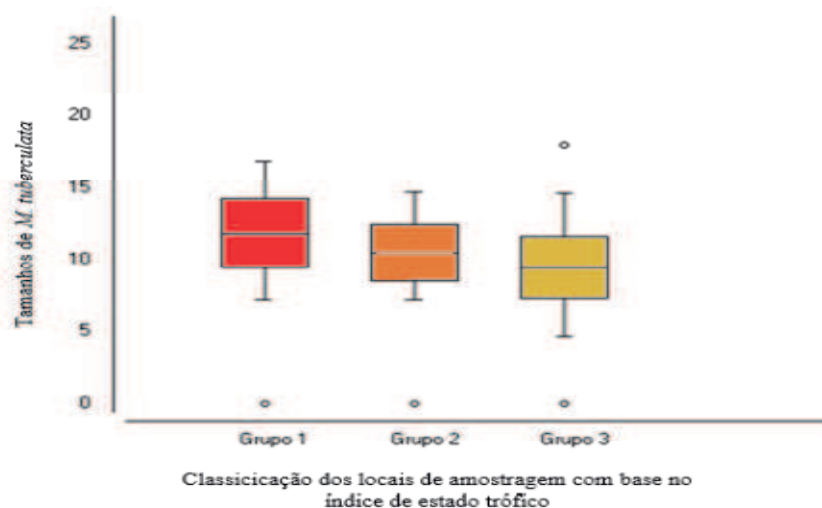
**Figura 4:** Distribuição das concentrações de Fósforo total, clorofila a e Índice de Estado Trófico.



Fonte: Dados da pesquisa

No total foram medidos 13.286 organismos nos quais os tamanhos variaram de 2mm a 17mm de comprimento. Houve diferença significativa dos tamanhos dos organismos entre os locais de amostragem, os quais foram analisados considerando o agrupamento formado pelo Índice de Estado Trófico (PERMANOVA: Pseudo  $F_{2,75} = 4.64$ ,  $P = 0,01$ ). As medidas de abertura da concha também variaram entre 1mm e 7mm.

**Figura 5:** Blox-plot tamanho de *M. tuberculata* com base no índice de estado trófico



Fonte: Dados da pesquisa

O grupo 1 apresentou tamanhos que variaram de 7,17mm a 16,83mm de comprimento (média e desvio padrão 11,85,  $\pm$  2,40) e de 3mm a 4,28mm (média e desvio padrão = 3,56,  $\pm$  0,070) para abertura da concha. Já no grupo 2 os tamanhos variaram de 7,23mm a 14,73mm de comprimento (média e desvio padrão = 10,48,  $\pm$  1,98) e 2,35mm a 4,18mm (média e desvio padrão = 3,18,  $\pm$  0,49) de abertura da concha e no grupo 3, os tamanhos variaram entre 4,71mm a 14,63mm de comprimento (média e desvio padrão = 9,68,  $\pm$  2,45) e 1,71mm a 4,5mm (média e desvio padrão = 3,05,  $\pm$  0,68) de abertura da concha(Figura 5).

**Tabela 3:** Distribuição da abertura da concha entre os grupos.

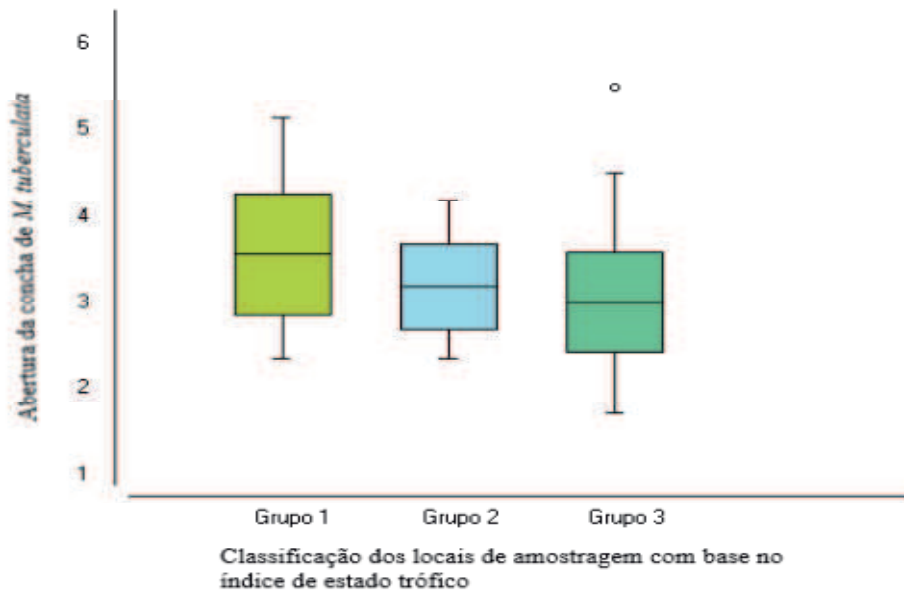
<b>Abertura da concha (mm)</b>	<b>Grupo</b>
3,56	Grupo 1
3,23	Grupo 2
3,05	Grupo 3

Fonte: Dados da pesquisa

Também ocorreu diferença significativa entre a abertura da concha dos organismos (PERMANOVA: Pseudo F  $_{2,75} = 4.64$ , P = 0,01). Os valores de abertura da concha variaram com relação aos grupos, uma vez que o grupo 1, segue o padrão com maiores valores, o grupo 2 os maiores valores de abertura da concha intermediários e no grupo 3 os menores valores (Tabela 3, Figura 6).



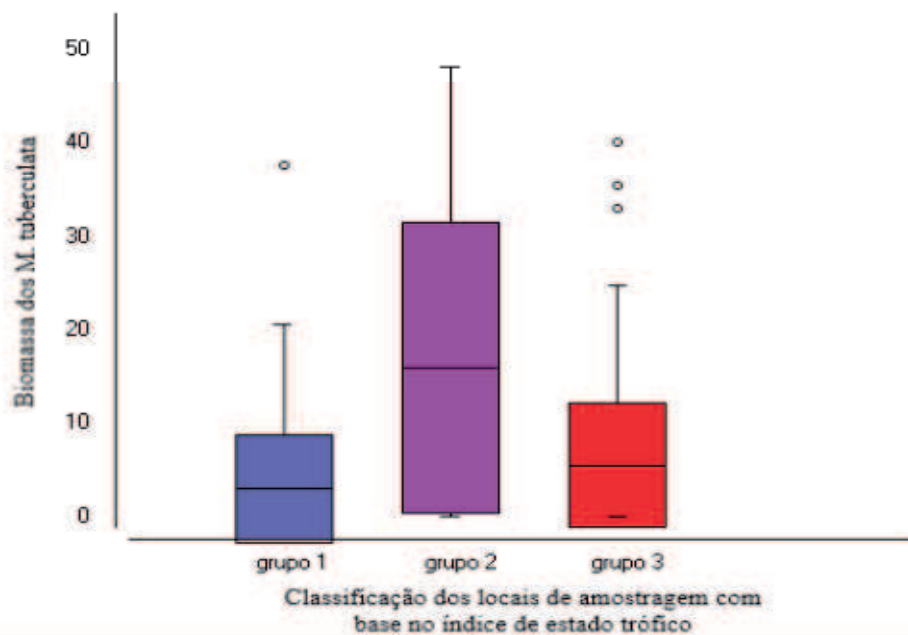
**Figura 6:** Blox-plot abertura da concha de *M. tuberculata* com base no Índice de Estado Trófico.



Fonte: Dados da pesquisa

A biomassa dos *M. tuberculata* mostrou diferença significativa entre os grupos (PERMANOVA: Pseudo  $F_{2,75} = 3.80$ ,  $P = 0,02$ ). Esses valores de biomassa variaram entre 0,03 e 48,18, onde o grupo 1 apresentou uma média de  $5,41(\pm 10,82)$ ; o grupo 2 média de  $15,94 (\pm 15,57)$  e o grupo 3 uma média de  $7.37(\pm 9,91)$ (Figura 7, Tabela 4).

**Figura 7:** Blox-plot da biomassa dos organismos com base no Índice de Estado Trófico.



Fonte: Dados da pesquisa

**Tabela4:** Distribuição da biomassa nos grupos.

<b>Biomassa (g)</b>	<b>Grupo</b>
5,41	Grupo 1
15,57	Grupo 2
7,37	Grupo 3

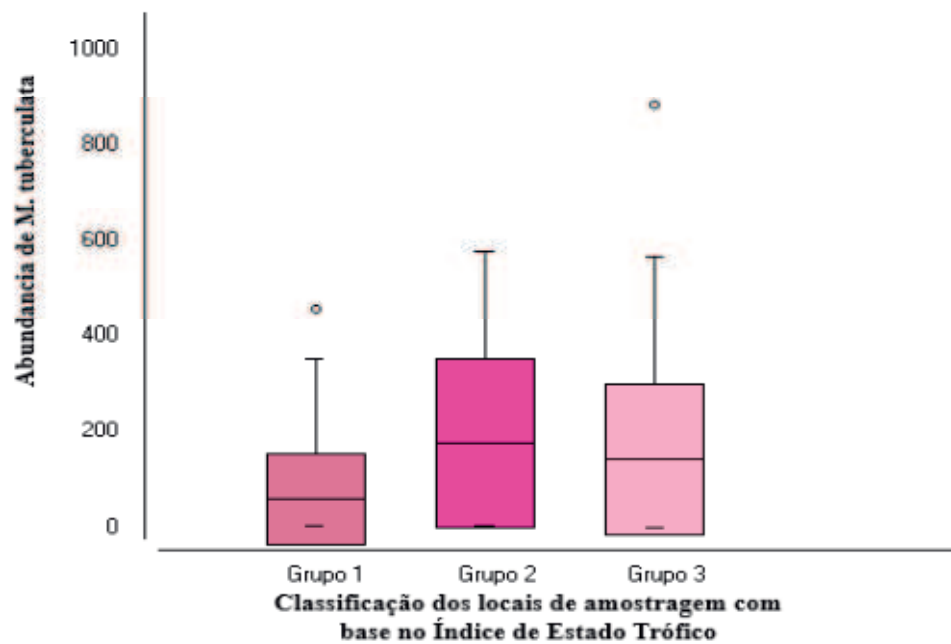
Fonte: Dados da pesquisa

A abundância com relação aos grupos não apresentou diferença significativa (PERMANOVA: Pseudo  $F_{2,75} = 2,43$ ,  $P = 0,06$ ). O grupo três apresentou a maior abundância com 7.640 indivíduos, seguido pelo grupo dois com 4.423 indivíduos, e o grupo 1 que apresentou a menor abundância entre os três com 1.223 indivíduos (Tabela 5, Figura 8).

**Tabela 5:** Abundância média entre os grupos

<b>Abundância média (ind.)</b>	<b>Grupo</b>
87,35	Grupo 1
315,92	Grupo 2
159,16	Grupo 3

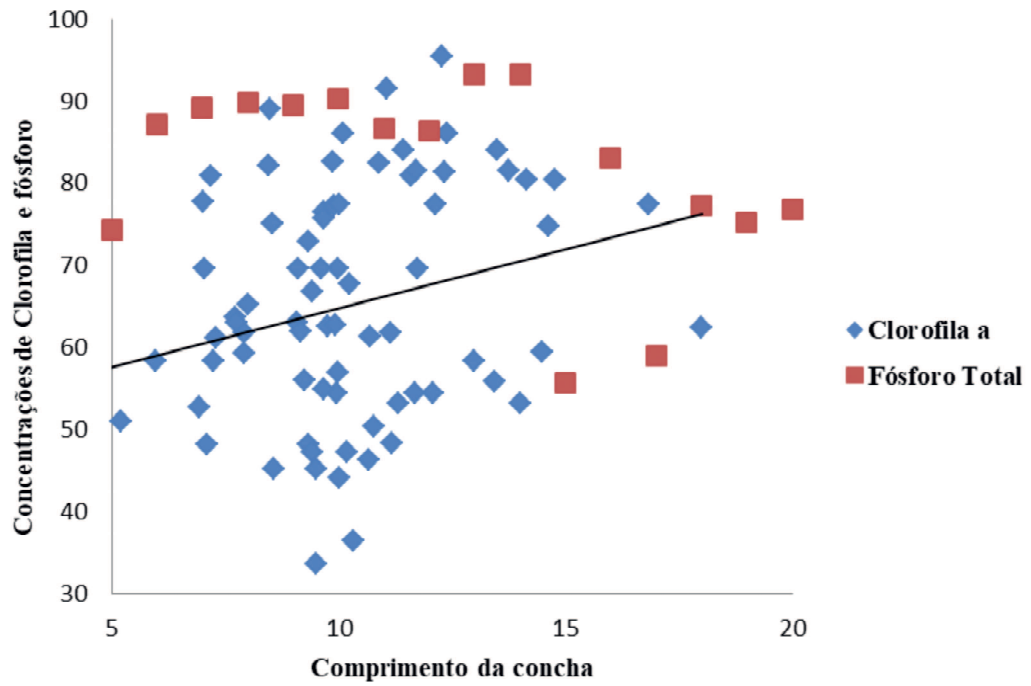
Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 8:** Abundância dos locais de amostragem

Fonte: Dados da pesquisa

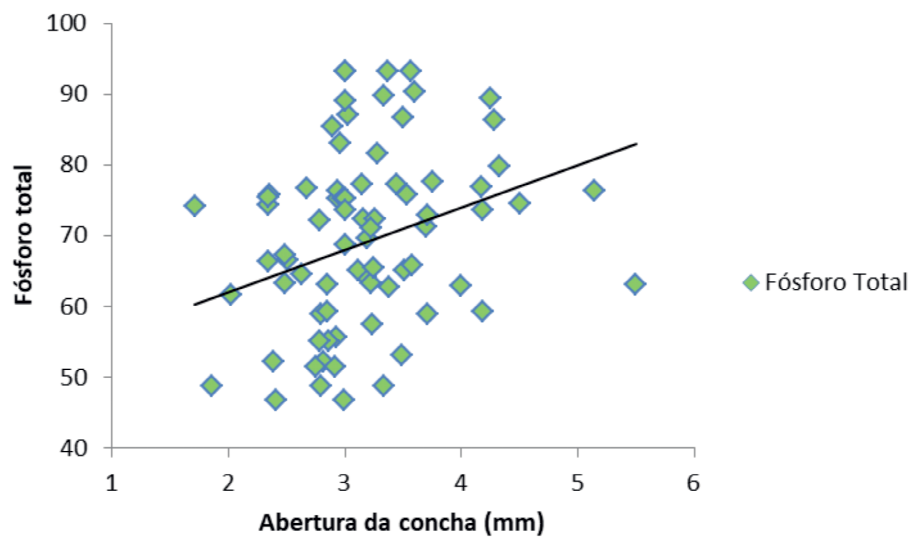
As correlações mostraram-se significativas quando comparado o comprimento de *M. tuberculata* com as concentrações de fósforo total ( $r = 0,28$ ;  $p = 0,01$ ), o comprimento com as concentrações de clorofila ( $r = 0,24$ ;  $p = 0,03$ ) (Figura 9) e a abertura da concha com as concentrações de fósforo total ( $r = 0,25$ ;  $p = 0,02$ ) (Figura 10). As correlações do comprimento e Índice de Estado Trófico ( $r = 0,15$ ), comprimento com a biomassa ( $r = 0,04$ ), abertura da concha com a biomassa ( $r = 0,01$ ) e abertura da concha com clorofila ( $r = 0,17$ ), não apresentaram relação significativa.

**Figura 9:** Correlação do comprimento de *M. tuberculata* com as concentrações de fósforo total e clorofila a.



Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 10:** Correlação da abertura da concha de *M. tuberculata* com as concentrações de fósforo total



Fonte: Dados da pesquisa

## 4 DISCUSSÃO

*Melanooides tuberculata* é uma espécie exótica e se apresenta disseminado nos ecossistemas aquáticos do semiárido brasileiro, essa espécie se adapta facilmente a ambientes altamente degradados (Eskinazi-Sant'Anna et al., 2006,). Alguns estudos têm mostrado que esse molusco tem preferência por ambientes eutrofizados (De Sousa Souto et al, 2011; Azevêdo, 2013; Gonçalves, 2015) o que explica sua presença nos três reservatórios estudados.

Os tamanhos dos *M. tuberculata* variaram e os maiores organismos foram registrados no grupo 1, onde também foram observados os maiores valores de IET, o pode ser relacionado à preferência desses moluscos por ambientes com maior nível de concentração de matéria orgânica (Rocha-Miranda e Martins-Silva, 2006). No entanto, apesar do grupo 1 apresentar os maiores indivíduos, os resultados mostraram que a maior abundância foi encontrada no grupo 2, o que pode ser explicado pelo fato desse grupo ter apresentado os valores médios de IET e os organismos de comprimento do corpo e abertura da concha médios, assim como também maiores valores de biomassa.

A abundância desse molusco nos ambientes depende de uma série de fatores que incluem a temperatura e qualidade da água (Farani et al., 2015). Gonçalves, (2015) retratou que as maiores densidades de *M. tuberculata* foi encontrada em locais mais eutrofizados, com um alto teor de matéria orgânica e despejo de esgoto, logo a alta abundância de *M. tuberculata* registrada nos três grupos também pode ser explicada pelo fato do nordeste ser uma região predominante seca, favorecendo o desenvolvimento dessa espécie, pois a consequente redução do volume hídrico promove o aumento de algas e detritos, além disso, o aumento da temperatura da água estimula a atividade reprodutiva da espécie (Abílio et.al, 2006; Abílio et.al, 2007).

No estudo realizado por Farias, (2015) foi mostrado que a maior biomassa de *M. tuberculata* foi mensurada no grupo que apresentava o maior distúrbio ambiental, implicando dizer que a biomassa se apresenta alta em ambientes degradados. No entanto, nesse estudo a biomassa apresentou diferenças marcantes em relação aos grupos, uma vez que se esperava que os maiores valores de biomassa fossem registrados no grupo 1, no qual estão englobados os organismos com maiores tamanho se maiores valores de IET, porém os resultados mostraram uma maior biomassa no grupo 2, valores intermediários no grupo 3 e os menores valores de biomassa no grupo 1, isso pode estar ligado as diferenças nas condições tróficas

entre os grupos (Martin et al., 2014) ou ainda à relação tamanho-abundância, uma vez que o grupo 2 apresentou a maior abundância e os tamanhos intermediários de *M. tuberculata*.

Além disso, no geral os reservatórios são ricos em fosforo (P) e nitrogênio (N)(Trindade e Mendonça, 2014), outros compostos relacionados são Clorofila *a* (Cl) e baixas concentrações de oxigênio dissolvido (O<sub>2</sub>), elementos que influenciam diretamente o estabelecimento de espécies tolerantes à degradação ambiental como é o caso de *M. tuberculata*, esse dado explica as correlações positivas entre o tamanho dos organismos com o fósforo (Abdelhady et. al, 2018).A clorofila também esteve relacionada ao tamanho dos moluscos o que indica a alta produtividade primária de algas (Buzelli; Cunha-Santino, 2013).

De acordo com o estudo de Vasconcelos et al. 2013, a densidade do perifiton é reduzida quando exposta à *M. tuberculata*, indicando a predação por esse molusco. Fator que deve ter influenciado diretamente no aumento significativo do tamanho do corpo de *M.tuberculata* com o aumento de recurso. Outros fatores que podem ter promovido o aumento do tamanho do corpo do molusco são a alta disponibilidade de matéria orgânica e baixa competitividade possibilitando a melhor sobrevivência nesses corpos hídricos (Gonçalves, 2015), tendo em vista que são animais raspadores se alimentando de matéria orgânica e detritos.

De acordo com os dados avaliados, é possível considerar que a qualidade ambiental de reservatórios pode ser mensurada com base na relação das medidas alométricas (comprimento e abertura da concha) de *M. tuberculata* e variáveis ambientais, como o Índice de Estado Trófico. De forma geral, embora todos os ecossistemas estivessem passando por elevado estresse ambiental no período de estudo, o grupo 1 de locais de amostragem pode ser classificado como tendo elevada degradação ambiental; o grupo 2 com nível intermediário de degradação; e o grupo 3 com menor nível de degradação ambiental, quando comparado com os demais.

Contudo, é necessário que sejam realizados estudos em reservatórios que apresentem uma diferença mais marcante em relação ao Índice de Estado Trófico, uma vez que os reservatórios estudados se apresentaram muito eutrofizados. Isso possibilitará a observação de diferenças mais pronunciadas das medidas alométricas em relação ao Índice de Estado Trófico.

## 5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados pode-se observar que os tamanhos de *M. tuberculata* mostra está ligado ao Índice de Estado Trófico da água, mostrando que o nível de degradação do ambiente representa um aumento na quantidade de recurso para esses organismos que acabam investindo em tamanho e abertura da concha, assim como na biomassa. Logo, concluímos que essa metodologia apresenta potencial para ser utilizada para avaliar o nível de degradação de reservatórios, podendo ser adaptada de acordo com as especificidades dos ambientes em estudo.

### Abstract

*Melanoides tuberculata* is an exotic / invasive species and is widespread in most aquatic environments in Brazil. The objective of this work is to analyze if there is a relation of the Trophic State Index (EIT) of reservoirs in the semiarid with morphometric data and *M. tuberculata* biomass. Three reservoirs were analyzed in the Paraíba river basin. The organisms were collected using a dredge, preserved and measured with the aid of a pachymeter. For the biomass the organisms were dry and heavy. The results showed the formation of three groups of sampling sites based on the IET, group 1 presented mean of 83.62 ( $\pm$  4.59) and 2mm to 17mm of shell length, group 2 with mean of 71.68 ( $\pm$  2.12), length of the shell from 2mm to 15mm, and group 3 with a mean of 60.18 ( $\pm$  4.69) and shell length from 2mm to 14mm. Biomass also varied, presenting a higher value in group 2, mean of 15.94 ( $\pm$  15.57), group 3 with a mean of 7.37 ( $\pm$  9.91) and group 1 with a mean of 5.41 ( $\pm$  10.82). During the study period all the reservoirs were eutrophicated, the allometric measurements associated with biomass and mollusk abundance were related to the Trophic State Index. Environments with higher degree of eutrophication encompassed the larger organisms, because they can present a great quantity of organic matter that is used as resource by the species

**Key words:** eutrophication, exotic mollusc, bioindication.

## REFERÊNCIAS

ABÍLIO, F.J.P., FONSECA-GESSNER A.A., LEITE, R.L., RUFFU, T.R.M., 2006. Gastrópodes e outros invertebrados do sedimento e associados à macrófita *Eichhornia*

crassipes de um açude hipertrófico do semi-árido paraibano. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** **1**, 165-178.

ABÍLIO, F.J.P., RUFFO, T.L.M., SOUZA, A.H.F.F., FLORENTINO, H.S., OLIVEIRA-JÚNIOR, E.T., MEIRELES, B.N., SANTANA, A.C.D., 2007. Macroinvertebrados Bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental decorpos aquáticos da Caatinga. **Oecologia Brasiliensis** **11**, 397-409.

AESA. (2012). Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.

AMORIM, C.F; CASTILLO, A.R.. 2009. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do baixo Rio Perequê, Cubatão, São Paulo, Brasil. **Biodiversidade Pampeana**, **7:12**.

ANDERSON, M.J., 2001 A. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology** **26**, 32-46.

ANDERSON, M.J., GORLEY, R.N., CLARKE, K.R., 2008. PERMANOVA + forPRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E. Plymouth.

ARAÚJO, S. M. S. 2011. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável de recursos. *Revista Científica da Fasete, Campina Grande*, n. 5.

AZÊVEDO, E.L; ALVES, R.R.N; DIAS, T.L.P; MOLOZZI, J.; 2017. Application of a statistical model for the assessment of environmental quality in neotropical semi-arid reservoirs. *Environmental Monitoring and Assessment (Dordrecht. Online)*, v. 1, p. 1-12.

BUCCI, M. H. S.; OLIVEIRA, L.F. 2014. Índices de Qualidade da Água e de Estado Trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). **Ambienta & Água**, n.1,v.9.

BUZELLI, G. M, CUNHA-SANTINO, M. B. 2013. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**.



CALLISTO M; GOULART, M.; BARBOSA, F. A. R.; ROCHA, O. 2005. Avaliação da biodiversidade de macroinvertebrados bentônicos ao longo de uma cascata de reservatórios no baixo Rio São Francisco (Nordeste do Brasil). **Brazilian Journal of Biology**, 65:2

CALLISTO, M.; MORENO, P. 2006. Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental. **Anais Erechim**: URI-Campus de Erechim.

CARNEIRO, C.; PEGORINI, E. S.; ANDREOLI, C. V. Introdução. In: ANDREOLI, C. V. 2005. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Finep, p. 25-44.

DE PAULA, C. M.; ALMEIDA VAZ, A.; PIRES PELIZARI, G.; ALMEIDA VAZ, A.; SUAREZ ROBAYO, H. M.; DELUNO GARCIA, T.; AVELINO, D.; GRICI ZACARIN, G.; SENTEIO SMITH, W. 2017. Ocorrência de um molusco invasor (*Melanoides tuberculata*, Müller, 1774), em diferentes sistemas aquáticos da bacia hidrográfica do Rio Sorocaba, SP, **Brasil Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, vol. 12, núm. 5, pp. 829-841.

DE SOUSA SOUTO, L.; BRITO, M. F. G.; ROSA, L. C. da. 2011. *Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774): a new threat to the conservation of native aquatic species in Sergipe, Brazil. **Scientia Plena**, v. 7, n. 4.

ELKARMI, A.Z E ISMAIL, N.S. 2007. Growth models and shell morphometrics of two populations of *Melanoides tuberculata* (Thiaridae) living in hot springs and freshwater pools. **Journal of limnology**. Vol.66. no.2, p. 90-96.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M.; PANOSSO, R.F.; ATTAYDE, J.L.; COSTA, I.A.S.; SANTOS, C.M.; ARAÚJO, M. & MELO, J.L.S. 2006. Águas Potiguares: Oásis Ameaçados. **Revista Ciência Hoje**, 39: 68-71.

FARANI, G.L., NOGUEIRA, M.M., JOHNSON, R., NEVES, E., 2015. The salt tolerance of the freshwater snail *Melanoides tuberculata* (Mollusca, Gastropoda), a bioinvader gastropod. **Pan-American J. Aquat. Sci.** 10 (3), 212–221.

FARIAS, C.K.L de. 2015. **Biomassa de Macroinvertebrados bentônicos como indicador de impacto ambiental em reservatórios do semiárido [manuscrito]**. Trabalho de

Conclusão de Curso. Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. 40p.

FERNANDEZ, M. A.; THIENDO, S. C.; SIMONE, L. R. L. 2003. Distribution of the introduced freshwater snail *Melanooides tuberculatus* (Gastropoda: Thiaridae) in Brazil. **The Nautilus**, v. 117, n. 3, p. 78-82.

FONSECA, G. A. B. 2010. **Contribuição antrópica na poluição de reservatórios hidrelétricos: o caso da usina hidrelétrica de São Simão – GO/MG**. Dissertação de mestrado, Rio de Janeiro.

GONÇALVES, C. T. P. 2015. **Aspectos populacionais e reprodutivos do gastrópode invasor *Melanooides tuberculata* (Mollusca: Thiaridae) no Lago Paranoá, Brasília, Brasil**. 98 f., il. Dissertação (Mestrado em Zoologia)—Universidade de Brasília, Brasília.

HAWKING, J.H., SMITH, F.J., 1997. Colour guide to invertebrates of Australian inland water, Cooperative Research Centre for Fresh Fwater Ecology, **Albury**.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. 238f. 2004. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. 2010. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 36 (2): 149 – 163.

MARTIN, C. A.; PROULX, R.; MAGNAN, P. 2014. The biogeography of insects' length-dry mass relationships. (C. Dytham & J. M. Lobo, Eds.) **Insect Conservation and Diversity**, v. 7, n. 5, p. 413–419.

MIRANDA, C. S.; SOUZA, A. 2013 Caracterização preliminar da comunidade fitoplânctônica e limnológica do reservatório de abastecimento público no município de Guararapes – SP, Brasil. **Saúde saneamento e meio ambiente**. Araçatuba –SP.

MOLOZZI, J. 2011. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta na avaliação da qualidade ecológica de reservatórios tropicais**. Tese de doutorado. Belo Horizonte.

MOLOZZI, J., SALAS, F., CALLISTO, M., MARQUES, J.C., 2013.

Thermodynamic-oriented ecological indicators: Application of Eco-Exergy and Specific Eco-Exergy in capturing environmental changes between disturbed and non-disturbed tropical reservoirs. **Ecological Indicators** **24**, 543–551.

MUGNAI, R., NESSIMIAN, J.L., BAPTISTA, D.F., 2010. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. **Technical Books Editora**. Rio de Janeiro. 174p.

OKUMURA, D. T. 2006. **Estudos ecológicos e ecotoxicológico de *Melanoides tuberculata müller, 1774* (gastropoda, thiaridae), espécie exótica para região neotropical**. Dissertação de mestrado. São Carlos – SP.

OLIVER, S. L. E. RIBEIRO, H. 2014. Variabilidade climática e qualidade da água do Reservatório Guarapiranga. **Estud. av.** vol.28 no. 82 São Paulo.

PAIVA, F. F. ; GOMES, W. I. A. ; MEDEIROS, C. R. F. ; ALVARO, E. L. F. ; RIBEIRO, I. M. S. ; MOLOZZI, J. 2018. Environmental factors influencing the occurrence of alien mollusks in semiarid reservoirs. **limnetica**, v. 1, p. 1-12.

PAZ, R. J., WATANABE, T., DIJCK, M. P. M.; ABÍLIO, F. J. 1995. First record of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) in the state of Paraíba (Brazil) and its possible ecological implications. **Revista Nordestina de Biologia**, 10(1), 79–84.

PILSBRY, HA & BEQUAERT, J. 1927. Moluscos Aquáticos do Congo Belga. **Bull Am. Mus.** Nat. Hist. 53: 59-602.

QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M.; STRIXINO, S. T. 2008. Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de águas. **Embrapa meio ambiente**, Jaguariúna – SP.

RAMALHO, M. F. J. L. 2009. Considerações sobre o ambiente de rios represados: o caso do rio Piranhas-Açu no Rio Grande do Norte. **Sociedade e Território**, Natal, v. 21, nº 1 – 2 (Edição Especial), p. 183-196.

RAW JL, PERISSINOTTO R, MIRANDA ,NAF MIRANDA, PEER N. 2016. Diet of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) from subtropical coastal lakes: Evidence from stable isotope ( $^{13}\text{C}$  and  $^{15}\text{N}$ ) analyses. **Limnologica** 59. 116–123.

ROCHA-MIRANDA, F. e MARTINS-SILVA, MJ., 2006. Primeiro registro do caramujo invasor *Melanoides tuberculatus*(Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) na Bacia do Rio Paraná, GO, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** , vol. 66, não. 4, p. 1109-1115.

SANTOS, C.M. & ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M. 2010. The introduced snail *Melanoides tuberculatus* (Muller, 1774) (Mollusca: Thiaridae) in aquatic ecosystems of the Brazilian Semiarid Northeast. **PiranhasAssu River basin**, State of Rio Grande do Norte.

SANTOS, J. C. N.; ANDRADE, E. M.; NETO, J. R. A; MEIRELES, A. C. M.; PALÁCIO, HELBA ARAÚJO DE QUEIROZ. 2014. Uso do solo e dinâmica do estado trófico em um reservatório tropical semiárido. **Ciência agrônômica**, Fortaleza, 45.

SILVA, E. C.; MOLOZZI, J.; CALLISTO, M. 2010. Relação tamanho-massa de *Melanoides tuberculatus* (Thiaridae: Gastropoda) em um reservatório eutrófico. **Sociedade brasileira de zoologia**. Belo Horizonte – MG.

SOUZA, W. F. L.\*; MEDEIROS, P. R. P.; BRANDINI, N.; KNOPPERS, B. 2011. Impactos de Barragens sobre os Fluxos de Materiais na Interface Continente-Oceano. **Rev. Virtual Quim.**, 116-128. Data de publicação na Web: 29 de junho de 2011.

TRINDADE, P.B.C.B.; MENDONÇA, A.S.F. 2014 Eutrofização em Reservatórios: Estudo de Caso: Reservatório de Rio Bonito (ES). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 275-282.

TUNDISI, J. G. 2013. Governança da água. **Rev. UFMG**, Belo horizonte, 20 (2): 222-235.

VASCONCELOS, JANIELE FRANCA ; BARBOSA, JOSE ETHAM DE LUCENA ; AZEVEDO, EVALDO DE LIRA ; AZEVEDO, DANIELE JOVEM DA SILVA ; ANACLETO, Maria José pinheiro. Predation effects of *Melanoides tuberculatus* Müller 1774) on periphytic biofilm colonization: an experimental approach. **Biota Neotropica**, v. 13, p. 96-101, 2013.

WARD, HB E WHIPPLE, GC., 1959. **Biologia de Água Doce** 2 a ed. John Wiley andSons. New York, 1248p.

WIEGAND, M.C.; PIEDRA, J.I.G.; ARAÚJO, J.C. 2016. Vulnerabilidade à eutrofização de dois lagos tropicais de climas úmido (Cuba) e semiárido (Brasil). Eng Sanit Ambient. **Artigo técnico**. v.21 n.2.