



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE MEIOFAUNÍSTA DO AÇUDE  
BOQUEIRÃO DO CAIS (CUITÉ – PB) APÓS PERÍODO DE ESTRESSE  
HÍDRICO**

VICTOR DE MEDEIROS VIEGAS

CUITÉ – PB

2019

**VICTOR DE MEDEIROS VIEGAS**

**COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE MEIOFAUNÍSTA DO AÇUDE  
BOQUEIRÃO DO CAIS (CUITÉ – PB) APÓS PERÍODO DE ESTRESSE  
HÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Unidade Acadêmica de Biologia e Química (UABQ) do Centro de Educação e Saúde (CES) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) como um dos requisitos para obtenção de título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

**ORIENTADOR: Dr. Francisco José Victor de Castro.**

CUITÉ – PB

2019

V656c Viegas, Victor de Medeiros.

Composição da comunidade meiofaunista do açude Boqueirão do Cais (Cuité – PB) após período de estresse hídrico / Victor de Medeiros Viegas. – Cuité, 2019.

48 f.: il. color.

Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Francisco José Victor de Castro".

Referências.

1. Recuperação de Fauna. 2. Meiofauna. 3. Biomonitoramento. I. Castro, Francisco José Victor de. II. Título.

CDU 502.17(043)

Aos meus familiares, principalmente meus pais Ubirajara (*In memoriam*) e Ires, meus amigos e ao meu orientador Prof. Dr Francisco. Pessoas que contribuíram para minha vida pessoal e acadêmica, deixando marcas em meu coração pelo carinho, atenção, apoio e ensinamentos.

**DEDICATÓRIA**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Ubirajara (*In memoria*) e Ires, por todo amor, carinho, ensinamentos, educação, conselhos, proteção e principalmente por todo esforço para me manter em outra cidade e construir meu objetivo. Nunca foi fácil, mas vocês sempre derramaram suor para que esse momento chegasse. Estou colhendo apenas uma parte do que plantamos juntos. Saibam que sinto muito orgulho e que meu amor por vocês é maior do que qualquer coisa. Pai, mesmo sem sua presença física, me conforta saber que o senhor olha por mim onde quer que esteja e transborda de alegria por nossa conquista. Agradeço por sempre respeitar minhas decisões e me apoiar independente de tudo. Você foi e sempre será o maior ser humano que existiu. Meu espelho, meu melhor amigo, meu melhor professor. Desejo ser pelo menos a metade do que o senhor representa para nossa família, amigos e colegas de trabalho. Mãe saiba que a senhora é o meu maior exemplo de resiliência e superação. Sua força, coragem e persistência iluminam todas as pessoas que vivem ao seu redor. Mulher doce e ao mesmo tempo guerreira que nunca desiste. Lembro todas as vezes que a senhora acordava de madrugada para produzir doces e sobremesas com o intuito de aumentar a renda e ajudar pai nas despesas, mesmo tendo que manter trabalhar em tempo integral em outro emprego.

Aos meus outros familiares, principalmente meus irmãos Ubirajara Jr e Ismay, além do meu avô materno José Cirino e minhas avós (*In Memoriam*) Irene (materna) e Maria do Céu (paterna). Pessoas que sempre me deram apoio para seguir em busca dos meus objetivos e amor acima de todas as coisas. Lembro claramente dos momentos que minha avó Irene dizia as pessoas que não precisa ser médico ou advogado para ser doutor, pois iria ter um neto doutor em Biologia. Minha querida avó, estou dando apenas o primeiro passo, mas tenha certeza que realizarei seu desejo.

A todos meus amigos que dividiram casas aqui em Cuité, principalmente Artur, Fagner e Ronivon que estão comigo desde o ensino fundamental e são mais do que amigos, são irmãos. Aqui passamos momentos bons e ruins, dividimos alegrias, anseios e tristezas, mas sempre permanecemos unidos por um laço de amizade e afeto. A caminhada sem vocês seria praticamente impossível. Me sinto gratificado ao ver que estamos concluindo mais uma etapa de nossas vidas. E não para por aqui. Nossa amizade prevalecerá mesmo com a

distância, pois como diz a música de Cidade Negra nossa amizade: “[...] é tão forte quanto o vento quando sopra / tronco forte que não quebra, não entorta [...]”

Aos meus colegas de turma, principalmente a galera do fundão: Ana Beatriz, Arthúr Rafael, Hebert Vinícius e Francisco Kléber que ao longo desses 4 anos vivenciaram o curso comigo. Não vou desejar sucesso, pois suas vitórias são garantidas pela capacidade e determinação de vocês. Seguiremos nossas vidas propagando a Biologia, seja lecionando ou desenvolvendo pesquisas. Agradeço também as amizades que construí ou fortaleci nesse período de tempo, principalmente Mariana Érica, Fernanda Irani, Wanessa Severiano, Deyvison Eduardo, Lucas Leonardo, Luiz Henrique e Nero Polasky (comunista).

A CAPES por me capacitar à docência através do programa de Residência Pedagógica. A todos os que compõe e fazem parte da EEEFM José Rolderick, gestores, secretários, auxiliares gerais, alunos e meus colegas da residência pedagógica, principalmente nossa preceptora Jacilda Martins, ser de luz que me ensinou muito sobre o que é ser humano, cidadão e um grande profissional. Suas palavras positivas e alegria contagiante iluminariam muitos dos meus dias sombrios. Tinha dias que ia para o estágio carregado, mas ao sair da escola, tudo mudava. Aprendi muito com você e sempre serei grato.

A todos os professores que passaram na minha vida, seja no ensino básico ou na educação superior, evidenciando os professores Chico (meu orientador), Jacilda, Junhão, Luciano, Jozeli, Frazão, Michelle, Mariza, Sodrê, Marcus, Benedito, Bruna e Tamara, grandes seres humanos e profissionais que me ensinaram muito sobre como ser um excelente docente. Seus ensinamentos levarei por toda minha vida e espero reencontra-los em um futuro breve. Se por acaso eu exercer a profissão, trarei um pouco de cada na minha identidade docente.

Quero deixar explícito meus agradecimentos aos servidores da UFCG - campus Cuité por sempre demonstrarem profissionalismo, promovendo o funcionamento e a manutenção do Centro de Educação e Saúde. Pessoas humildes de grande coração que muitas vezes são esquecidas e menosprezadas pelo governo e por muitos cidadãos.

Aos meus colegas do Laboratório de Meifauna, principalmente Alif, Ana Clara, Fred e Mayara que me ajudaram no desenvolvimento dessa pesquisa, compartilhando conhecimentos e dividindo momentos para quebrar a rotina árdua de trabalho.

Por último, não menos importante, agradeço ao governo federal por me proporcionar estudar em uma instituição pública de qualidade no interior do estado, com ótima estrutura física e excelentes profissionais. Demonstrando assim, a importância da descentralização e expansão das Universidades Públicas.

"Somente após a última árvore ser cortada, o último rio ser envenenado, o último peixe ser pescado, o homem descobrirá que dinheiro não pode ser comido." Provérbio Cree

## RESUMO

A escassez hídrica é um, se não o maior, dos problemas enfrentados pela população humana e também pela biodiversidade do semiárido brasileiro. O agreste paraibano é uma das muitas mesorregiões do Nordeste que sofreram com a má distribuição pluviométrica ao longo da última década. O estudo da meiofauna surge como ferramenta de análise dos impactos ecológicos causados pelas variações pluviométricas. Sendo assim, a presente pesquisa tem como objetivo compreender como o processo de estiagem da região causou impactos na composição estrutural e na diversidade da comunidade meiofaunísticas do Açude Boqueirão do Cais, município de Cuité/PB. Foram realizadas duas coletas no ano de 2019, uma na estação chuvosa (maio) e outra na estação seca (outubro). O sedimento foi obtido ao longo da margem esquerda do açude em 4 pontos diferentes, com 3 réplicas cada, totalizando 24 amostras nas duas estações. Em laboratório ocorreu a granulometria de cada ponto de coleta para a análise do sedimento local. Os organismos foram separados do sedimento por meio do processo de lavagem seguindo a metodologia de Elmgren (1976). Os resultados foram comparados com dados pretéritos antes do período de estiagem da região e mostraram a maior ocorrência de cascalho no sedimento da estação chuvosa, provavelmente originado do fluxo de água dos rios Jacu e Campo Comprido. Na estação seca, a areia fina foi predominante. Em relação aos fatores bióticos, o MDS mostrou diferenças significativas entre as estações, mas semelhanças entre seus pontos. Encontramos 8 táxons na estação chuvosa e 9 táxons na seca. Náuplios, Rotíferos e Tardigrada foram exclusivos do nosso trabalho, os táxons Ácaros e Polychaeta não foram registrados. Nematoda foi bem representado em ambas as estações, com maior ocorrência na chuvosa. Na estação seca, Turbellaria, Nematoda e Copepoda, respectivamente, ocorreram em maior número. Destaca-se também um aumento na ocorrência, densidade e abundância do grupo Rotífera também na estação seca. Os Índices de Diversidade e Equitabilidade, assim como os outros resultados, comprovam que houve aumento na diversidade e o restabelecimento estrutural da comunidade meiofaunística após o processo de estiagem.

**Palavras chaves:** Recuperação de fauna, Meiofauna, Biomonitoramento.

## ABSTRACT

Water scarcity is one, if not the greatest, of the problems faced by the human population and also by the biodiversity of the Brazilian semi-arid. Paraíba's wild is one of the many Northeastern mesoregions that have suffered from poor rainfall distribution over the past decade. The meiofauna study emerges as a tool to analyze the ecological impacts caused by rainfall variations. Thus, the present research aims to understand how the drought process of the region caused impacts on the structural composition and diversity of the meiofaunistic community of Boqueirão do Cais, municipality of Cuité / PB. Two collections were performed in 2019, one in the rainy season (May) and one in the dry season (October). The sediment was obtained along the left bank of the dam at 4 different points, with 3 replicates each, totaling 24 samples in both seasons. In the laboratory, the particle size of each collection point was analyzed for local sediment analysis. The organisms were separated from the sediment by the washing process following the methodology of Elmgren (1976). The results were compared with past data before the region drought period and showed the highest occurrence of gravel in the rainy season sediment, probably originating from the water flow of the Jacu and Campo Comprido rivers. In the dry season, fine sand was predominant. Regarding biotic factors, MDS showed significant differences between seasons, but similarities between their points. We found 8 taxa in the rainy season and 9 taxa in the dry season. Nauplios, Rotíferos and Tardigrada were exclusive to our work, the mites and Polychaeta taxa were not registered. Nematoda was well represented in both seasons, with higher occurrence in the rainy season. In the dry season, Turbellaria, Nematoda and Copepoda, respectively, occurred in greater numbers. Also noteworthy is the increase in occurrence, density and abundance of the Rotifer group also in the dry season. The Diversity and Equity Indexes, as well as the other results, show that there was an increase in diversity and the structural reestablishment of the meiofaunistic community after the drought process.

Keywords: Fauna recovery, Meiofauna, Biomonitoring.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Locais dos pontos de coleta.

Figura 2 – Materiais usados para a coleta e fixação das amostras.

Figura 3 – Materiais utilizados na lavagem das amostras.

Figura 4 – Materiais usados para identificação e quantificação dos organismos.

Figura 5 – Maquinário utilizado para as análises granulométricas.

Figura 6 – Frequência de ocorrência dos grupos Meiofaunísticos do açude Boqueirão do CAIS em ambos períodos na estação chuvosa.

Figura 7 – Frequência de ocorrência dos grupos Meiofaunísticos do açude Boqueirão do CAIS em ambos períodos na estação seca.

Figura 8 – Índices de Diversidade e Equitabilidade em ambas estações do período I.

Figura 9 - Índices de Diversidade e Equitabilidade em ambas estações do período II.

Figura 10 – Ordenação não-métrica de ambas estações estudadas (chuvosa e seca).

Figura 11 – Ordenação não-métrica das réplicas na duas estações estudadas (chuvosa e seca).

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da distribuição dos grãos do açude Boqueirão do Cais na estação chuvosa.

Tabela 2 – Resultados da distribuição dos grãos do açude Boqueirão do Cais na estação seca.

Tabela 3 – Porcentagem da abundância relativa dos táxons no açude Boqueirão do Cais – Cuité, na estação chuvosa em ambos os períodos.

Tabela 4 – Porcentagem da abundância relativa dos táxons no açude Boqueirão do Cais - Cuité, na estação seca em ambos os períodos.

Tabela 5 – Densidade Meiofaunística do açude Boqueirão do CAIS - Cuité, em ambos os períodos na estação chuvosa.

Tabela 6 – Densidade Meiofaunística do açude Boqueirão do CAIS - Cuité, em ambos os períodos na estação seca.

.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas.

ANOVA – Análise de Variância.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IPCC – Intergovernmental Panel On Climate Change.

MDS – Análise de Escalonamento Multidimensional.

ONU – Organização das Nações Unidas.

PRIMER – Plymouth Routine in Marine Ecology Research.

P1 – Ponto 1; P2 – Ponto 2; e assim sucessivamente.

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO .....	15
2. OBJETIVOS .....	17
2.1. Objetivo geral.....	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
3.HIPÓTESE .....	18
4.REFERENCIAL TEÓRICO .....	19
4.1. Condições climáticas do semiárido e impactos antrópicos .....	19
4.2. Secas prologadas e escassez hídrica no semiárido brasileiro .....	19
4.3. Biomonitoramento.....	20
4.4. Meiofauna como bioindicadores .....	21
5. METODOLOGIA .....	24
5.1. Área de estudo.....	24
5.2. Trabalho de campo.....	24
5.3. Análise granulométricas .....	26
5.4. Lavagem do sedimento.....	26
5.5. Identificação e quantificação da comunidade meiofaunística .....	27
5.6. Análise de dados .....	28
6. RESULTADOS.....	30
6.1. Análise granulométrica do solo .....	30
6.2. Estrutura da comunidade meiofaunística.....	31
6.3. Frequência de ocorrência.....	31
6.4. Abundância relativa.....	33
6.5. Densidade .....	34
6.6. Índices biológicos.....	36
6.7. Escalonamento multidimensional e ANOSIM .....	37
7. DISCURSÃO .....	39
8. CONCLUSÃO .....	43
9. REFERÊNCIAS .....	44

## 1. INTRODUÇÃO

A escassez hídrica é um, se não o maior, dos problemas enfrentados pela população e também pela biodiversidade do semiárido brasileiro, antes denominado polígono das secas. A seca na região é um problema crônico com influência socioambientalmente de maneira negativa a vida dos seres humanos e provoca desequilíbrios ecológicos que por consequência altera a biodiversidade local (MMA, 2007)

A ocorrência de secas inertes e constante caracterizam a heterogeneidade das condições climáticas da região. O nível anual de precipitação pluviométrica é baixo e irregular, variando de 150mm a 1300mm com maior intensidade entre fevereiro e maio. A elevada temperatura (em torno de 28°C e máxima de 45°C nos dias de maior insolação em locais serranos) e a umidade relativa do ar (aproximadamente 50%), promovem a alta taxa de evaporação (em média 2000mm/ano) (RAMALHO, 2011, p. 341 e ALVES; LACERDA, 2011). O resultado disso, foi a ocorrência de uma grande crise hídrica no agreste paraibano. A média de precipitação da mesorregião foi de aproximadamente 796 milímetros, levando muitos municípios a declararem estado de calamidade pública (AESAs, 2013 – 2019).

Destacamos a cidade de Cuité, no curimataú paraibano, que teve 545 milímetros de chuva como média nos últimos 6 anos, chegando a registrar aproximadamente 244 milímetros em todo ano de 2015. Devido aos aumentos pluviométricos registrados nos últimos anos, principalmente no ano de 2019 (787,3 milímetros), houve a recuperação parcial do açude Boqueirão do Cais, responsável por abastecer o município (AESAs, 2017 - 2019). Porém, o reservatório não é capaz de abastecer a cidade e também não é possível afirmar que a água acumulada é própria para o desenvolvimento de atividades econômicas e consumo. É possível que as variações no volume do reservatório ao longo dos últimos anos podem ter causado impactos relacionados a alguns aspectos limnológicos, como concentração nos níveis de oxigênio, nutrientes e sais minerais na água (PEDROZO; KAPUSTA, 2016).

Em busca de respostas para os impactos ecológicos causados escassez hídrica, diversos estudos de monitoramento ambiental vêm sendo desenvolvidos utilizando as comunidades bentônicas como indicadores biológicos em ecossistemas límnicos (JOVINO, 2013; LOPES, 2017). A meiofauna compreende invertebrados bentônicos que medem de 0,04 a 0,5 mm. Esses organismos possuem locomoção limitada e cada grupo responde de forma diferente a determinada situação, sendo mais precisos do que outras formas avaliação de

impactos ambientais (COULL, 1990; BAGLIANO, 2012). Desempenham papéis fundamentais na manutenção dos ecossistemas aquáticos, pois participam na ciclagem de nutrientes e também na cadeia trófica, seja como consumidor ou como alimento (GIERE, 2009).

Dessa forma, os estudos das comunidades meiofaunísticas são uma ferramenta eficiente na descrição das variações ambientais e dos seus impactos causados nos organismos bentônicos (DOS SANTOS, 2010; JOVINO, 2013). Baseado nisso, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar e compreender a influência quali-quantitativa da escassez hídrica na composição estrutural e na diversidade da comunidade meiofaunísticas do Açude Boqueirão do Cais, município de Cuité/PB. Para isso, utilizamos a comparação dos dados obtidos em outro trabalho desenvolvido no mesmo reservatório e de outras pesquisas região.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar e compreender os impactos causados no estabelecimento das assembleias meiofaunísticas após o período de escassez hídrica no açude Boqueirão do Cais, município de Cuité/PB.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Verificar a frequência de ocorrência, a abundância relativa e a densidade da comunidade meiofaunística;
- Avaliar os possíveis índices de diversidade e riqueza de espécies da meiofauna local.
- Observar se há variação espacial e estacional na estrutura da comunidade;
- Identificar as respostas da comunidade meiofaunística aos impactos causados pelo processo de estiagem.
- Comparar os resultados com a literatura e, principalmente, com os dados pretéritos de estudos meiofaunísticos desenvolvidos na região.

### **3. HIPÓTESE**

O estresse hídrico, após um longo período de estiagem na região, causou impactos qualiquantitativos nas assembleias meiofaunísticas do Açude Boqueirão do Cais.

## **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1. Condições climáticas do semiárido e impactos antrópicos**

De acordo com Araújo (2015, apud MARENGO, 2008, 2011) a escassez de chuva aliada às altas temperaturas e taxas de evaporação, fatores climáticos naturais do semiárido, aumentam as dificuldades de acesso à água, desencadeando uma competição e crise nos recursos hídricos. Além disso, o uso de água para o desenvolvimento das atividades econômicas, principalmente as agropecuárias, aumentam o déficit hidrográfico, necessitando a intervenção da iniciativa privada e, principalmente, dos órgãos governamentais no monitoramento e administração dos recursos hídricos, além de alternativas para as soluções de problemas dessa natureza.

Esses fatores são determinantes para a biodiversidade do semiárido brasileiro, pois alterações pluviométricas é uma variável que define a disponibilidade hídrica, promovendo de forma direta consequências graves na qualidade ambiental e na vida do ser humano (SANTOS et al., 2009). Sendo assim, o autor expõe a importância de determinar as possibilidades nos cenários climático-hidrológicos com o intuito de estimar a quantidade de água usada pela sociedade e desenvolver políticas de uso e gerenciamento consciente para o futuro.

### **4.2. Secas prologadas e escassez hídrica no semiárido brasileiro**

Os ecossistemas, principalmente os aquáticos, estão sendo cada vez mais afetados pela antropização. Estudos recentes evidenciam o aumento da poluição atmosférica e dos corpos d'água e como ela influencia na alteração de fatores físicos, químicos e biológicos principalmente nos ecossistemas límnicos, pois recebem de forma direta os rejeitos das indústrias e das cidades (BARRETO et al, 2013; NOZAKI et al, 2014).

Diante desse problema a Organização das Nações Unidas (ONU), ao longo das últimas décadas, realizou diversas conferências internacionais com o intuito de debater e incentivar os países a diminuir os impactos causados ao meio ambiente e desenvolver práticas sustentáveis. Segundo o quinto relatório do IPCC (2014), o desmatamento, as queimadas, a poluição e a crescente emissão de gases do efeito estufa, são as principais atividades humanas que influenciam a dinâmica climática global. Já é constatado por toda comunidade científica que a poluição atmosférica causa perturbações na circulação geral da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Atlântico, influenciando a variabilidade climática e a distribuição pluviométrica de diversos países, inclusive o Brasil. (MMA, 2007).

Segundo Campos (2017), mesmo sendo eventos singulares, a frequência de eventos climáticos extremos, como a ocorrência de secas prologadas associadas ao aumento e oscilação da temperatura e pluviosidade, está provocando alterações a nível regional e caso persistam, ao passar dos anos, o perfil trófico dos reservatórios Neotropicais se modificará. O autor ainda defende que o regime de cheias e secas, influenciados pelas mudanças nos padrões pluviométricos, afetam a hidrologia dos rios e reservatórios

Variações nos níveis volumétricos promovem a troca de nutrientes (N, P e K, etc) entre os ambientes aquáticos e terrestres e afetam não somente aspectos físico-químicos da água, mas também influenciam a dinâmica ecológica e, conseqüentemente, as comunidades dos ambientes aquáticos (ABREU; CUNHA, 2015, apud GALLOWAY; COWLING, 1978; BUSS et al, 2002). Também há estudos que comprovam o papel determinante das alterações climáticas na mudança de distribuição geográfica, sazonalidade, padrões de migração, abundância, interações entre espécies e até na extinção de algumas delas (IPCC, 2014).

### **4.3. Biomonitoramento**

Lake (2000) em seu trabalho, sequenciou os estresses nos ecossistemas em 2 eventos: a perturbação, seja ela natural ou antrópica, e a resposta dos organismos aos danos causados pela perturbação, que influencia diretamente na composição da biota. Citou também que os distúrbios naturais nas águas correntes são causados principalmente pelas secas e as inundações.

Estresses ambientais de natureza humana alteram o pH e a temperatura da água e demandam dos organismos um maior gasto energético por utilizarem mecanismos “tamponantes” para minimizar os efeitos adversos da perturbação. Esse processo é denominado homeostasia do desenvolvimento (HD) e diz respeito a capacidade do organismo em resistir a distúrbios genéticos e ambientais durante o seu desenvolvimento. Cada organismos reagem de acordo com suas condições genéticas, fisiológicas, morfológicas e nutricionais (BAGLIANO 2012).

O meio determina e seleciona a biosfera local, a qual apresenta mecanismos e adaptações que permite a sobrevivência aos extremos das condições geoclimáticas. Situações de estresse podem promover alterações fisiológicas e morfológicas em organismos menos

resistentes. É o caso da assimetria flutuante, na qual ocorre um desvio no eixo da simetria de organismos bilaterais e as medidas entre os lados esquerdo e direito ficam desproporcionais (DEL LAMA; GRUBER; GODÓY, 2002 apud LERNER, 1954).

Sendo assim, analisar e tentar compreender a dinâmica entre os fatores abióticos e bióticos permite o planejamento, manutenção ou recuperação dos reservatórios, proporcionando métodos para solucionar os problemas. Nesse aspecto, Cardoso e Novaes (2013) deixam claro a importância do monitoramento espacial e temporal no desenvolvimento de estudos da dinâmica fluvial, fatores físico-químicos e biológicos das barragens, pois a partir dos resultados é possível estabelecer como o ecossistema funciona e determinar as possíveis alternativas para os problemas.

#### **4.4. Meiofauna como bioindicadores**

Mais preciso que estudos com parâmetros abióticos, considerando a avaliação de múltiplos aspectos, organismos bentônicos foram utilizados em todo o planeta como bioindicadores em diversos estudos de monitoramento ambiental de ecossistemas aquáticos. Nas Américas (CARDOSO; NOVAES, 2013; ROLDÁN-PÉREZ, 2016; BLAISE et al, 2013); África (ANDEM et al, 2013; BALOGUN; LADIGBOLU; ARIYO, 2011); Europa (KLOCHENKO et al, 2014; REBOREDO-FERNÁNDEZ et al, 2014); Ásia (YOUNG et al, 2014; WU; CHEN; TSAY, 2014) e Oceania (BYRNE et al. 2010; DUDLEY; SHIMA, 2010).

Na literatura estudos com macrobentos como indicadores em ambientes aquáticos são usualmente encontrados. Isso é preocupante, pois a macrofauna representa apenas uma parte dos seres vivos presentes nestes ambientes. Além disso, as pesquisas com organismos dulciaquícolas ainda são escassas e grande parte delas correspondem aos ecossistemas marinhos. Portanto, torna-se necessário um aumento na realização de trabalhos de monitoramento da situação ambiental das bacias hidrográficas brasileira, especialmente em toda região do açude Boqueirão do Cais, de forma que a partir dos resultados obtidos sejam desenvolvidas alternativas para a manutenção desses ecossistemas, garantido a qualidade dos recursos hídricos e a manutenção da biodiversidade (JOVINO, 2013, apud ROBERTSON et al, 2000; BURTON et al, 2001).

Nesse contexto, a meiofauna surge como alternativa para a avaliação dos impactos ambientais causados por “N’s” fatores naturais e antrópicos nos ecossistemas límnicos. Com

aproximadamente 30 filos compondo o grupo, divididos em tipicamente meiofaunais (fazem parte do grupo por toda vida) e parcialmente meiofaunais (compõem o grupo apenas em uma parte do ciclo de vida), estes organismos habitam os espaços intersticiais dos sedimentos (LUCENA, 2015) ou vivem associados a diferentes organismos como algas, cnidários, entre outros (DUARTE, 2014; SEMPRUCCI, 2013).

Os indivíduos da meiofauna são abundantes em solos e sedimentos, sendo heterogeneamente distribuídos em todo o planeta. Provavelmente participaram dos estágios iniciais da evolução sendo ancestrais dos metazoários. Através das complexas variações estruturais, formas de organização corporal, além de características fisiológicas, foi possível a exploração e ocupação do interstício de diversos sedimentos em ambientes aquáticos (SILVA; GROHMANN; ESTEVES, 1997; SCHRATZBERGER; INGELS, 2018). Esses organismos geralmente são delgados e vermiformes com a superfície do corpo com estruturas que os protegem do desgaste abrasivo, como cutícula, espinhos e/ou escamas. Muitos deles possuem também órgãos adesivos para fixação aos grãos. Se reproduzem, normalmente, por fecundação interna e a locomoção acontece de acordo com as estruturas presentes no corpo, podendo ser através do deslizamento, batimento ciliar, movimento ondulatório, "escalada", natação ou pelo conjunto de todas ou algumas dessas formas.

São agrupados em função das características morfológicas, fisiológicas e ciclo de vida. Indivíduos meiofaunísticos apresentam tamanho de 0,044 mm a 0,5 mm e sua distribuição está relacionada a fatores físicos, químicos e biológicos (DOS SANTOS, 2010, apud MARE, 1942). A ausência, presença e/ou presença exacerbada de determinado táxon ou táxons é um indicativo de homeostase ou desequilíbrio no ecossistema. Por exemplo, a presença de *Oligochaeta* condiz com a ausência de matéria orgânica, já a de *Copepodas* está relacionada a sedimentos com alto índice de oxigênio.

Devido sua abrangente diversidade e nichos no ambiente, os meiobentos, além de bioindicadores, podem oferecer informações sobre a estrutura, o funcionamento e estado dos ecossistemas aquáticos (ZEPPILI et al, 2015). Desempenham papéis fundamentais para a manutenção da vida na Terra, com pouco ou sem nenhum auxílio da macrofauna, modificando propriedades químicas e biológicas de sedimentos, tais como bioturbação e bioconstrução (através do movimento e retrabalho de sedimentos), mineralização e ciclagem de nutrientes, dinâmica trófica, processamento de resíduos através da degradação, distribuição

de poluentes e/ou decomposição, enterro e armazenamento de matéria orgânica. Ao se alimentarem eles removem micróbios, diatomáceas e outros protozoários do sedimento, realizando a decomposição mecânica dos detritos. Dessa forma, promovem o crescimento bacteriano e mineralização da matéria orgânica, mesmo representado uma pequena proporção. Permitem os fluxos de oxigênio e nutrientes no sedimento atraindo e estimulando ainda mais as atividades microbianas.

Os organismos meiofaunísticos possuem diferenciadas formas de alimentação, podendo ser herbívoros, carnívoros, parasitas vegetais ou animais, comedores de microrganismos, detritívoros seletivos ou não seletivo (SWEDMARK, 1964; LEE, 2001). São responsáveis pela transferência de energia para níveis tróficos mais altos. Uma gama de estudos atribui a meiofauna como parte da dieta de diversos grupos de animais, como peixes juvenis (COULL, 1990; SILVA, 2004); pequenos crustáceos (DE PAULA, 2006; LOUREIRO, 2012) e até aves (GASTON, 1992; SUTHERLAND et al., 2000).

Exercem influência direta na piscicultura e na carcinicultura. Também são importantes para as atividades agropecuárias por seu auxílio na irrigação e peletização de solos com baixos índices de oxigênio (SCHRATZBERGER; INGELS, 2018 apud LOHR; KENNEDY, 2015). Algumas espécies são parasitas da fauna e flora, o que pode alterar a qualidade e quantidade da produção. Dessa forma, a relevância desses seres ultrapassa os aspectos ecossistêmicos, se expandido para os aspectos socioeconômicos por contribuir diretamente em diversas atividades econômicas, seja de maneira negativa ou positiva.

Baseados nessas temáticas e fatos expostos até aqui, esse trabalho atualiza informações sobre a biodiversidade e qualidade ambiental do açude Boqueirão do CAIS após período de estresse hídrico, utilizando as comunidades meiofaunísticas como parâmetro. O último estudo no local foi desenvolvido por Jovino em 2013. Contribui também para estudos relativos as respostas da meiofauna de águas continentais e dos ecossistemas dulciaquícolas em que estão inseridos aos estresses ambientais causados pela variação pluviométrica em regiões do semiárido brasileiro. Segundo Schratzberger e Ingles (2018) “O número e a composição das espécies influenciam os processos ecossistêmicos em conjunto com os efeitos dos regimes climáticos e de perturbação”. Dessa forma, a literatura sobre a meiofauna de água doce, carente de pesquisas e trabalhos, é reconhecida e abordada.

## **5. METODOLOGIA**

Para comparar e analisar os dados, os trabalhos foram divididos em etapas que refletem a situação do corpo hídrico naquela determinada faixa de tempo. O trabalho de Jovino (2013) realizado no Boqueirão do Cais, Cuité-PB, corresponde ao período I, antes da seca. Para as duas coletas da pesquisa foram escolhidos 6 pontos ao redor do açude no ano de 2013, tanto na estação chuvosa, quanto na estação seca. O presente trabalho refere-se ao período II, fase de recomposição do volume hídrico do açude em decorrência do aumento pluviométrico da região nos últimos anos, ou seja, após o processo de estiagem.

### **5.1. Área de estudo**

A cidade de Cuité está localizada no estado da Paraíba (06°29'06"S e 36°09'25" O), mais precisamente na microrregião do Curimataú Ocidental, e fica aproximadamente à 235 km da capital João Pessoa. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018 - 2019), o município possui 741.840 km de área territorial com cerca de 20.338 habitantes, dado esse que possivelmente é maior devido a flutuação ou até migração de pessoas, em função da presença da Universidade Pública Federal na cidade, seja para estudar, trabalhar ou empreender.

Atualmente a cidade apresenta dois reservatórios públicos de água, um deles, o açude do Retiro, ainda em construção, o outro é denominado Açude Boqueirão do Cais, com capacidade para 12.367.300 m<sup>3</sup>, que foi construído sobre o rio Jacu na década de 80 pelo Governo do Estado da Paraíba com o intuito de abastecer os municípios de Cuité-PB e Nova Floresta-PB. A última sangria do açude foi registrada a 15 anos atrás e a partir de 2012 os índices volumétricos decaíram significativamente em função principalmente dos poucos 264 milímetros registrados naquele ano. Porém, a situação mais crítica ocorreu no em 2014, no qual o reservatório chegou ao seu nível de volume mais baixo, na qual foi determinada a suspensão do abastecimento das duas cidades. Somente nos últimos dois anos, associado ao aumento das chuvas, que a barragem acumulou água.

### **5.2. Trabalho de campo**

Foram realizadas duas coletas no açude Boqueirão do CAIS ao longo do ano de 2019, a primeira em um dos meses da estação chuvosa da região (maio) e segunda no mês com menor média pluviométrica (outubro), segundo dados da pesquisa Climatologia do Estado da Paraíba de Francisco e Santos (2017). Para cada coleta, o sedimento foi obtido ao longo da

margem esquerda do açude em 4 pontos diferentes, com 3 réplicas cada, totalizando 24 amostras (Figura 1).

FIGURA 1 – Locais dos pontos de coleta.



Fonte: Google maps.

Como os outros estudos realizados anteriormente na região avaliavam a ação humana na comunidade meiofaunística, os pontos escolhidos correspondem ao ponto 1 do trabalho de Jovino, que são áreas de fluxo de pessoas que a utilizam seja para lazer, captação de água, produção de hortas ou pescaria. As réplicas de cada ponto, foram extraídas em forma de delta e a distância de um ponto de coleta para outro foi de 10 metros, com propósito de aumentar a representatividade amostral em relação a área do açude. Para a coleta do sedimento foi utilizado o “corer”, um tipo de coletor de PVC, com 5 centímetros de diâmetro o qual foi inserido cerca de 10 centímetros no solo. O material foi depositado em potes plásticos e as amostras foram in-locu com formalina a 10% logo após a coleta, com o intuito de impedir a degradação e preservar os indivíduos (Figura 2).

FIGURA 2 – Materiais usados para a coleta e fixação das amostras.



### 5.3. Análise granulométricas

Em ambas as estações (chuvosa e seca), para cada ponto de coleta, foi recolhido manualmente 50g de sedimento para análise granulométrica que foi realizada de acordo com Suguio (1973). Os 50g de sedimento de cada ponto são colocados na estufa em temperatura elevada para secar e, após 24 horas, no rot'up, uma máquina com diversas peneiras com aberturas variadas que através da agitação, separa os grãos de acordo com os seus respectivos tamanho, representadas na figura 5. Após a separação, o conteúdo de cada peneira é posto em placas de Petri e colocado na balança analítica para a contabilização da massa para determinar os tipos de sedimento.

Figura 5 – Maquinário utilizado para as análises granulométricas.



### 5.4. Lavagem do sedimento

As análises laboratoriais ocorreram no Laboratório de Meiofuna (LabMeio) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus Cuité. Os organismos foram

separados do sedimento por meio do processo de lavagem seguindo a metodologia de Elmgren (1976). Na lavagem, o sedimento de cada amostra foi colocado em um béquer específico com adição de água para, através do processo de elutriação manual, separá-lo dos organismos meiofaunísticos pela peneira granulométrica de 0,44 mm de abertura de malha. Assim, os organismos retidos na peneira são depositados novamente nos potes de plástico juntamente com formalina 10% e um pouco de corante Rosa de bengala, como mostra a figura 3.

FIGURA 3 – Materiais utilizados na lavagem das amostras.



### 5.5. Identificação e quantificação da comunidade meiofaunística

O material lavado é transferido e analisado nas placas de Dolfus através do microscópio estereoscópico (lupa) (Figura 4). Todos os organismos após a triagem, foram colocados de volta nos seus respectivos potes, nos quais foi adicionado novamente formol para a conservação. Para detectar e enumerar os indivíduos que compõem a meiofauna local foram utilizadas chaves de identificação específicas.

FIGURA 4 – Materiais usados para identificação e quantificação dos organismos.



## 5.6. Análise de dados

Com o objetivo de analisar as alterações espaço-temporais causadas pelo processo de estiagem na estrutura da comunidade meiofaúnica e suas respostas ao estresse hídrico do açude Boqueirão do Cais – Cuité, a partir dos dados obtidos será calculada a frequência de ocorrência; a abundância relativa e a densidade dos grupos.

Frequência de ocorrência (%):

Conforme descrito por Bodin (1977) os grupos são divididos em intervalos para a classificação da ocorrência e consistem em: 1 - constantes (76 % a 100 %); 2 – muito frequentes (51 % a 75 %); 3 – comuns (26 % a 50 %) e 4 - raros (1% a 25%). Para os cálculos da frequência de ocorrência utilizamos a seguinte fórmula:

$$Fo = D \cdot 100 / d$$

Na qual:

Fo = frequência de ocorrência

D = número de amostras em que o grupo esteve presente

d = número total de amostras

Abundância relativa (%)

A abundância relativa determina o tamanho da população de cada grupo da meiofauna em cada amostra ou no geral. Os grupos com porcentagem acima de 50% são considerados dominantes. A forma utilizada para os cálculos é a seguinte:

$$Ar = N \cdot 100 / Na$$

Na qual:

Ar = Abundância relativa

N = número de determinado grupo na(s) amostra(s)

Na = número total de organismos na(s) amostra(s)

Densidade

A densidade é determinada a partir do cálculo da área interna do corer utilizado para a coleta do sedimento e é expressa na medida global utilizada para meiofauna que é 10 cm<sup>2</sup> pela fórmula:

$$D = NI / 10 \text{ cm}^2$$

Na qual:

D = Densidade

NI = número de indivíduos

Em seguida, foi utilizado o programa estatístico PRIMER® (Plymouth Routine in Marine Ecology Research) para diversas análises estatísticas. O BIOENV associa a comunidade meiofaunística aos parâmetros ambientais estudados. Foram feitas também análises univariadas e multivariadas. Para as univariadas foram calculados dois índices ecológicos de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e o de Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) e uma análise de variância (ANOVA) com nível 5 de significância com o objetivo de verificar as diferenças e similaridades entre o momento da coleta e os pontos. Já nas multivariadas, foi utilizado o MDS (Escalonamento Multidimensional) que ordena e promove padrões de distribuição gráficas das amostras, representando-as espacialmente

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Análise granulométrica do solo

A análise do BIOENV mostrou baixas correlações da assembleia meiofaunística com os parâmetros abióticos estudados. Destacamos a presença de areia média como as melhores correlações (0,38), associada também a outras frações de areia. A fração areia média foi bastante presente nos dois períodos em ambas as estações.

Na estação chuvosa do período I, o Cascalho foi o tipo de grão mais presente no ponto 1 da referida pesquisa, seguido respectivamente por Areia fina; Areia média; Areia grossa; Areia muito grossa e Silte/Argila. No período II para a mesma estação, os resultados mostraram diferenças na composição do sedimento. Os pontos 2,3 e 4 apresentaram a prevalência de areia grossa e areia média, já o ponto 1 manteve o cascalho como grão predominante (Tabela 1).

TABELA 1 – Resultados da distribuição dos grãos do açude Boqueirão do Cais na estação chuvosa.

	P1 - 2013	P1 - 2019	P2 - 2019	P3 - 2019	P4 - 2019
	Chuvosa	Chuvosa	Chuvosa	Chuvosa	Chuvosa
Cascalho	18.34	27.19	4.99	7.82	8.76
Areia m. grossa	6.21	4.30	6.37	8.17	7.32
Areia grossa	7.24	4.75	11.31	13.80	11.21
Areia média	8.32	4.59	10.85	6.34	9.50
Areia fina	9.36	5.99	10.14	6.55	7.71
Areia m. fina	X	2.8	5.72	6.09	4.51
Silte/Argila	0.50	0.31	0.55	1.06	0.70

Fonte: dados Jovino (2013) e da atual pesquisa.

Os resultados também mudaram considerando a estação. Na estação seca do período I, Areia fina esteve mais presente no sedimento, seguida de Areia média; Cascalho; Areia grossa; Areia muito grossa e Silte/Argila. Já no período II, o Cascalho se manteve em maior quantidade no sedimento do reservatório, seguido por Areia fina; Areia média, Areia grossa, Areia muito grossa; Areia muito fina e Silte/Argila (Tabela 2).

TABELA 2 – Resultados da distribuição dos grãos do açude Boqueirão do Cais na estação seca.

	P1 - 2013	P1 - 2019	P2 - 2019	P3 - 2019	P4 - 2019
	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca
Cascalho	7.69	26.60	16.50	23.95	19.49
Areia m. grossa	4.65	3.75	5.28	7.32	4.30
Areia grossa	7.13	4.99	6.10	5.76	6.41
Areia média	9.61	5.68	7.37	4.77	6.71
Areia fina	20.29	5.60	8.39	4.34	7.37
Areia m. fina	X	2.80	5.47	2.86	4.82
Silte/Argila	0.62	0.55	0.87	1.00	0.80

Fonte: dados Jovino (2013) e da atual pesquisa.

## 6.2. Estrutura da comunidade meiofaunística

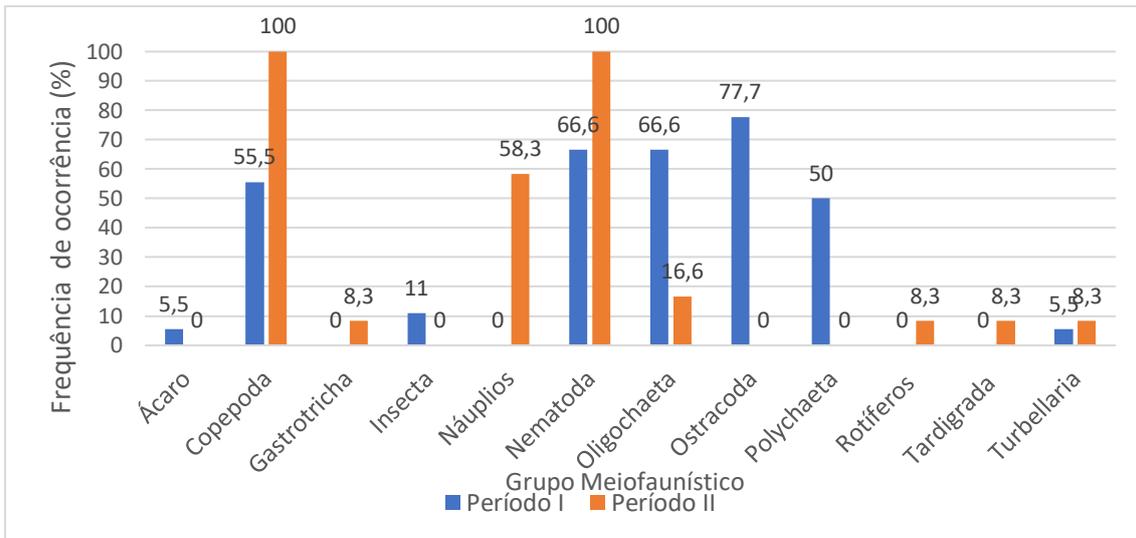
No período I, Jovino (2013) encontrou, na estação chuvosa, 8 táxons: Copepoda, Nematoda, Oligochaeta, Turbellaria, Ostracoda, Ácaro, Insecta e Polychaeta. Já na estação seca, a autora encontrou 6 táxos: Copepoda, Oligochaeta, Ostracoda, Polychaeta e Turbellaria, Insecta.

No período II, encontramos 8 táxons na estação chuvosa: Copepoda, Nematoda, Oligochaeta, Turbellaria, Rotífera, Náuplio, Gastrotricha e Tardigrado. Já na estação seca, foram registrados 10 táxons: Copepoda, Oligochaeta, Ostracoda, Nematoda, Turbellaria, Rotífera, Náuplio, Cladoreca, Gastrotricha e Insecta.

## 6.3. Frequência de ocorrência

Os dados sobre a frequência de ocorrência dos grupos da meiofauna foram divididos em dois gráficos também de acordo com as estações. Na estação chuvosa do período I (Figura 6) nenhum dos grupos tiveram 100% de ocorrência. Diferente do período II que Copepoda e Nematoda correram em todas as amostras. Esses grupos também apresentaram uma grande ocorrência no Intervalo I (55,50% e 66,60%, respectivamente). Alguns grupos ocorreram em apenas um período. É o caso dos Ácaros (5,50%), Insecta, Ostracodas (77,70%) e das Polychaeta (50%) que estiveram presentes apenas no período I, já os Náuplios (58,3%), Rotíferos (8,3%) e Tardigrada (8,30%) foram exclusivos do período II. As Turbellarias apareceram em ambos os períodos (5,50% e 8,30%, respectivamente), porém com baixa frequência.

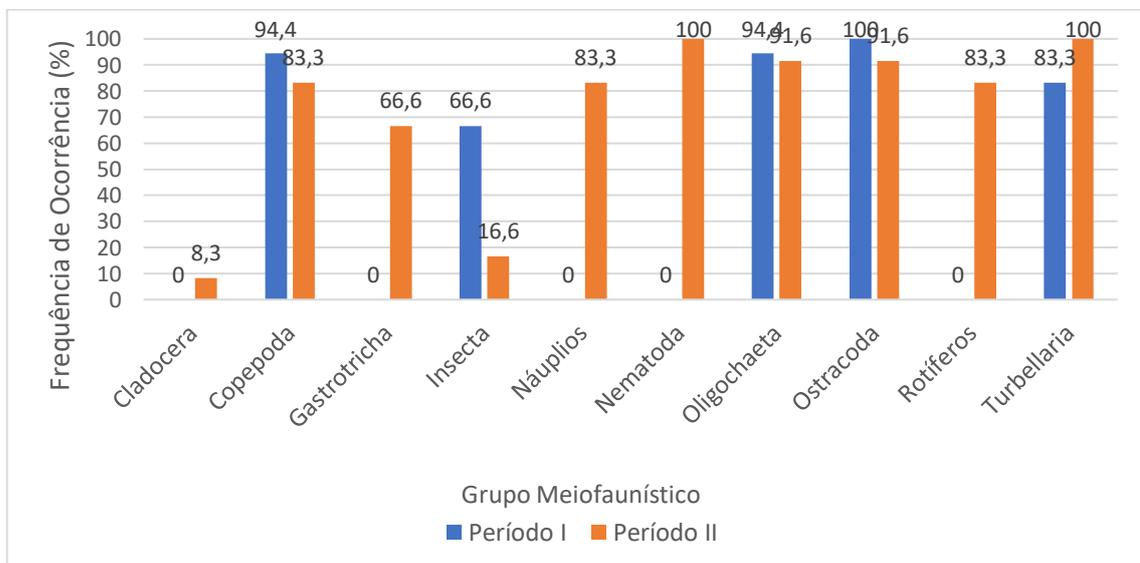
FIGURA 6 – Frequência de ocorrência dos grupos meiofaunísticos em ambos períodos na estação chuvosa.



Fonte: dados Jovino (2013) e da atual pesquisa.

Em ambos os períodos na estação seca houveram semelhanças na ocorrência dos grupos: Copepoda, Oligochaeta, Ostracoda e Turbellaria, sendo os três primeiros mais ocorrentes no período I (94,40%, 94,40% e 100%, respectivamente) e o último no período II (100%). A classe Insecta também ocorreu nos dois períodos, mas sua frequência de ocorrência foi muito maior no período I (66,60%) do que no período II (16,6%). Diferentemente da estação chuvosa, destaca-se a presença do filo Nematoda (100%) somente no período II, assim como Cladocera (8,30%), Gastrotricha (66,60%), Náuplios (83,30%) e Rotíferos (83,30%), sendo Cladocera inédito desse período na estação seca (Figura 7).

FIGURA 7 – Frequência de ocorrência dos grupos meiofaunísticos em ambos períodos na estação seca.



Fonte: dados Jovino (2013) e da atual pesquisa.

#### 6.4. Abundância relativa

Considerando a estação chuvosa, no período I nenhum dos grupos meiofaunísticos foram considerados dominantes, a maior percentagem de abundância seguiu a seguinte sequência: Polychaeta (33,8%), Ostracoda (20,3%), Oligochaeta (15%), Nematoda (13,5%), Copepoda (7,12%), Insecta (5,3%) e Turbellaria (0,5%). Já no intervalo II o filo Nematoda foi dominante apresentando abundância de 88,9%. Copepoda (6,1%), Náuplios (4,3%) e Oligochaeta (0,26%) vieram em sequência, seguidos por Gastrotricha, Rotíferos, Tardigrada e Turbellaria, todos com 0,13% de abundância relativa (Tabela 3).

TABELA 3 – Percentagem da abundância relativa dos táxons no açude Boqueirão do Cais - Cuité, na estação chuvosa em ambos os períodos.

Grupo/ Etapa	Abundância relativa (%)	
	Período I	Período II
Ácaro	0,25%	0%
Copepoda	7,12%	6,1%
Gastrotricha	0%	0,13%
Insecta	5,3%	0%
Náuplios	0%	4,3%
Nematoda	13,5%	88,9%
Oligochaeta	15%	0,26%
Ostracoda	20,3%	0%
Polychaeta	33,8%	0%
Rotíferos	0%	0,13%
Tardigrada	0%	0,13%
Turbellaria	0,5%	0,13%

Fonte: dados Jovino (2013) e da atual pesquisa.

Em relação a estação seca (Tabela 4), o período I continuou sem nenhum grupo dominante. Ostracoda (47,4%) foi o grupo mais abundante, seguido por Oligochaeta (20,7%), Turbellaria (20,5%), Copepoda (5,8%), Insecta (4%) e Polychaeta (1,4%). Já no período II, as Turbellaria foram único grupo dominante (80,2%). Nematoda (9%), Náuplios (3,13%),

Rotíferos (2,4%), Oligochaeta (1,8%), Copepoda (1,7%), Ostracoda (1,4%) e Cladocera (0,02%), respectivamente, foram os grupos subsequentes.

TABELA 4 – Porcentagem da abundância relativa dos táxons no açude Boqueirão do Cais - Cuité, na estação seca em ambos os períodos.

Grupo/ Etapa	Abundância relativa (%)	
	Período I	Período II
Cladocera	0%	0,02%
Copepoda	5,8%	1,7%
Gastrotricha	0%	0,41%
Insecta	4%	0,04%
Náuplios	0%	3,13%
Nematoda	0%	9%
Oligochaeta	20,7%	1,8%
Ostracoda	47,4%	1,4%
Polychaeta	1,4%	0%
Rotíferos	0%	2,4%
Turbellaria	20,5%	80,2%

Fonte: dados Jovino (2013) e da atual pesquisa.

### 6.5. Densidade

Na estação chuvosa do período I, a maior densidade foi do grupo Polychaeta (13,3 ind/10 cm<sup>2</sup>), seguido por Ostracoda (9,6 ind/10 cm<sup>2</sup>), Oligochaeta (5,9 ind/10 cm<sup>2</sup>), Nematoda (4,9 ind/10 cm<sup>2</sup>), Copepoda (2,8 ind/10 cm<sup>2</sup>), Insecta (2,1 ind/10 cm<sup>2</sup>), Turbellaria (0,2 ind/10 cm<sup>2</sup>) e Ácaro (0,1 ind/10 cm<sup>2</sup>). Já no período II, a densidade do filo Nematoda (69 ind/10 cm<sup>2</sup>) foi a maior. Os Copepoda foram o segundo grupo mais denso, com 4,7 ind/10 cm<sup>2</sup>, seguido pelos Náuplios (3,3 ind/10 cm<sup>2</sup>). Na sequência, as Oligochaeta com 0,2 ind/10 cm<sup>2</sup> e os Rotíferos, Tardigrada e Turbellaria com 0,1 ind/10 cm<sup>2</sup> (Tabela 5). É possível perceber que a densidade dos grupos meiofaunísticos do período I é mais bem distribuída do que a do período II.

TABELA 5 – Densidade Meiofaunística do açude Boqueirão do CAIS - Cuité, em ambos os períodos na estação chuvosa.

Grupo/ Etapa	Número de indivíduos por 10 cm <sup>2</sup>		Média/Desvio Padrão
	Período I	Período II	
Ácaro	0,1	0	0,05 ± 0,16
Copepoda	2,8	4,7	3,75 ± 0,97
Gastrotricha	0	0,1	0,05 ± 0,16
Insecta	2,1	0	1,05 ± 1,05
Náuplios	0	3,3	1,65 ± 1,65
Nematoda	4,9	69	36,95 ± 32,05
Oligochaeta	5,9	0,2	3,05 ± 2,85
Ostracoda	9,6	0	4,8 ± 4,8
Polychaeta	13,3	0	6,65 ± 6,65
Rotíferos	0	0,1	0,05 ± 0,16
Tardigrada	0	0,1	0,05 ± 0,16
Turbellaria	0,2	0,1	0,15 ± 0,05

Fonte: dados Jovino (2013) e da atual pesquisa.

Na estação seca do período I, o grupo Ostracoda obteve a maior densidade com 53,8 ind/10 cm<sup>2</sup>. Consecutivamente, Turbellaria (23 ind/10 cm<sup>2</sup>), Oligochaeta (22,6 ind/10 cm<sup>2</sup>), Copepoda (7,2 ind/10 cm<sup>2</sup>), Insecta (4,6 ind/10 cm<sup>2</sup>) e Polychaeta (1,6 ind/10 cm<sup>2</sup>). No período II da mesma estação, a densidade da classe Turbellaria (406 ind/10 cm<sup>2</sup>) foi superior a densidade dos outros grupos. A densidade do Filo Nematoda, mesmo menor do que na estação chuvosa, se matave relativamente alta com 45,6 ind/cm<sup>2</sup>. Já a densidade dos grupos Copepoda (8,4 ind/10 cm<sup>2</sup>), Gastrotricha (2,1 ind/10 cm<sup>2</sup>), Náuplios (16 ind/10 cm<sup>2</sup>) e Oligochaeta (9 ind/10 cm<sup>2</sup>) aumentou em relação a estação chuvosa do período II. A densidade do grupo Cladocera, exclusivo da estação seca e do período II, foi de 0,1 ind/10 cm<sup>2</sup>, já a do grupo Ostracoda, grupo inédito no período II, foi de 7 ind/10 cm<sup>2</sup> (Tabela 6).

TABELA 6 – Densidade Meiofaunística do açude Boqueirão do CAIS - Cuité, em ambos os períodos na estação seca.

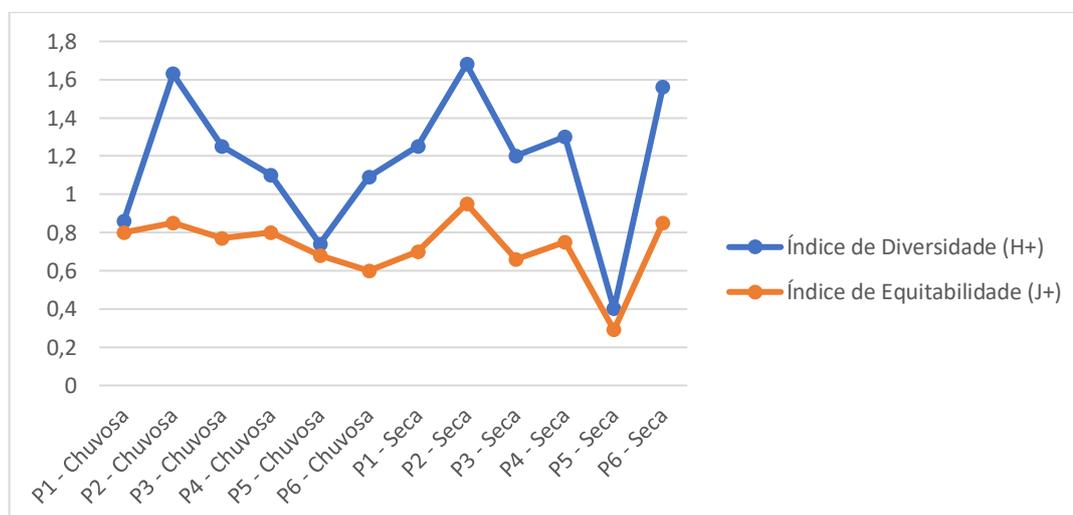
Grupo/ Etapa	Número de indivíduos por 10 cm <sup>2</sup>		Média/Desvio Padrão
	Período I	Período II	
Cladocera	0	0,1	0,025 ± 0,19
Copepoda	7,2	8,4	7,8 ± 0,6
Gastrotricha	0	2,1	1,05± 1,05
Insecta	4,6	0,2	2,4 ± 2,2
Náuplios	0	16	8 ± 8
Nematoda	0	45,6	22,8 ± 22,8
Oligochaeta	22,6	9	15,8 ± 6,8
Ostracoda	53,8	7	30,4 ± 23,4
Polychaeta	1,6	0	0,8 ± 0,8
Rotíferos	0	12,3	6,15 ± 6,15
Turbellaria	23	406	214,5 ± 191,5

Fonte: dados Jovino (2013) e da atual pesquisa.

## 6.6. Índices biológicos

No período I, observou-se que os maiores valores encontrados para Diversidade e Equitabilidade ocorreram no ponto 2 da estação seca (Figura 8).

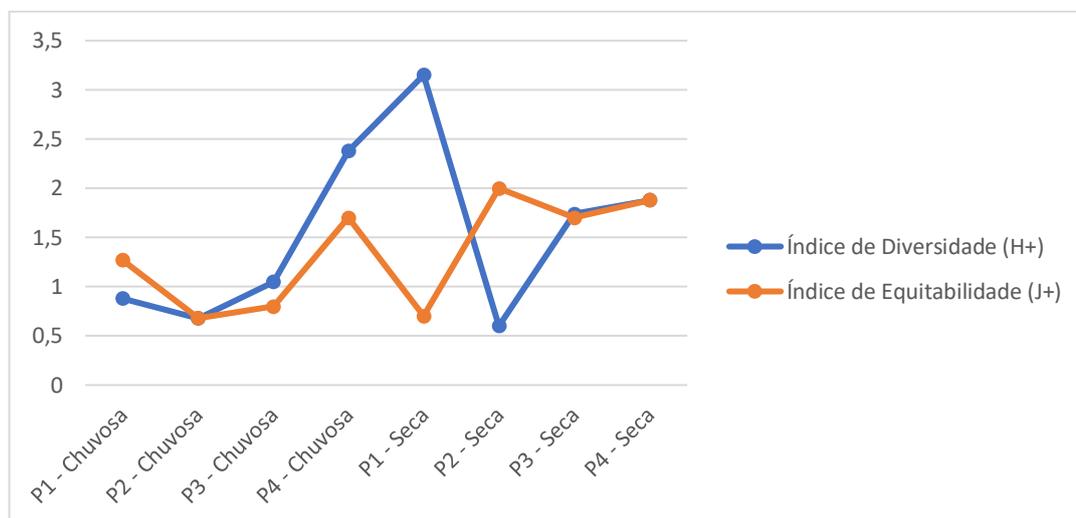
FIGURA 8 – Índices de Diversidade e Equitabilidade em ambas estações do período I.



Fonte: dados Jovino (2013).

Já no período II, observou-se que o ponto 1 e o ponto 2 da estação seca obtiveram a maior Diversidade e Equitabilidade, respectivamente. Destaca-se também a semelhança dos valores do ponto 3 e do ponto 4 da estação seca, além do ponto 4 da estação chuvosa (Figura 9).

FIGURA 9 - Índices de Diversidade e Equitabilidade em ambas estações do período II.



### 6.7. Escalonamento multidimensional e ANOSIM

Na análise de variância quando comparamos a estrutura da comunidade de cada uma das estações, observamos que são diferentes (Sample statistic (Global R): 0,809 - Significance level of sample statistic: 0,1%). Já em relação aos pontos de coleta, independente da estação, observamos que não há diferenças significativas (Sample statistic (Global R): 0, Significance level of sample statistic: 42,2%).

A ordenação não métrica (MDS) mostra que entre as estações estudadas ocorreu diferenças significativas. Elas são evidentes (Figura 10) pela separação das réplicas estudadas. Já entre os pontos, observamos que não houve separação entre eles, demonstrando que não ocorreram diferenças significativas. Sendo assim, os resultados do ANOSIM e do MDS para as diferentes estações (chuvosa e seca) e pontos de coleta, corroboraram entre si (Figura 11).

FIGURA 10 – Ordenação não-métrica de ambas estações estudadas (chuvosa e seca).

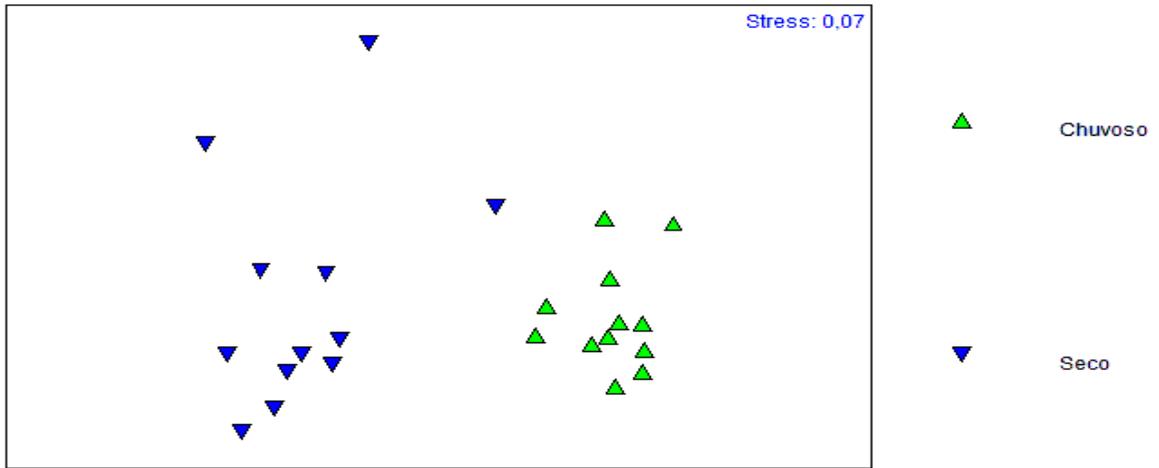
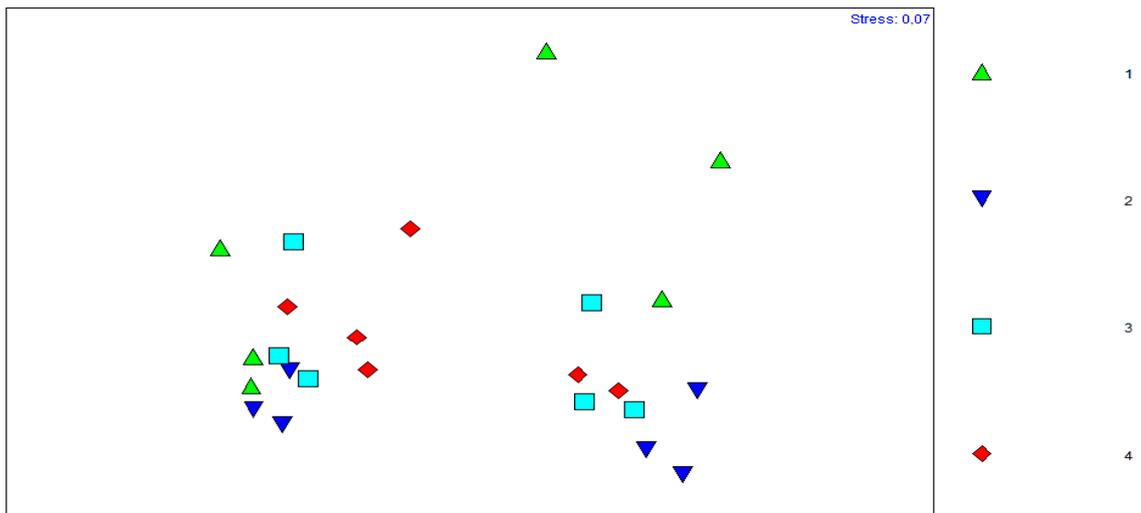


FIGURA 11 – Ordenação não-métrica das réplicas na duas estações estudadas (chuvosa e seca).



## 7. DISCURSÃO

Se consideramos outros reservatórios da região, a estrutura da comunidade durante o processo de estiagem, diminuiu em termos quantitativos e qualitativos. Lopes (2017) em seu estudo no reservatório de Poleiros, município de Barra de Santa Rosa-PB, registrou apenas 3 táxons e mesmo não sendo o mesmo reservatório, ambos estão sujeitos as mesmas condições climáticas, pois estão localizados na mesma região, o partilhando diversas semelhanças relativas à estrutura faunística, fitofisionômicas e hidrológicas, mostrando assim que alguns grupos da comunidade podem sofrer com as baixas nos índices volumétricos.

Porém, a meiofauna do Açude Boqueirão do Cais mostrou-se resiliente ao distúrbio avaliado, pois com o restabelecimento considerável do nível volumétrico do reservatório, proveniente do aumento pluviométrico da região, houve também o restabelecimento da comunidade, pois identificamos 8 táxons na estação chuvosa, assim como Jovino (2013), e 9 táxons na estação chuvosa. Destaca-se também a dominância de dois grupos meiofaunísticos na estação chuvosa e seca do período II (Nematoda e Turbellaria, respectivamente), diferentemente de ambas estações do período I que não ocorreu nenhum grupo dominante.

O aumento na precipitação estar associado a variações na temperatura e umidade do solo, influenciando diretamente a abundância e estabilidade dos organismos edáficos (CASARIL, 2018, apud OLIVEIRA FILHO et al., 2014; BAGLIANO, 2012). Podemos dizer, então, que o aumento das chuvas no período II influenciou positivamente a estruturação da comunidade meiofaunística e a composição taxonômica, assim como Saito (2012) observou a influencia desse processo na estruturação comunidade de macroinvertebrados de riachos do Bioma Cerrado.

Com relação aos parametros abioticos, os resultados da granulometria na estação chuvosa nos mostrou que a abundância do Cascalho nos pontos de coleta pode ter ocorrido por causa da deposição sedimentar recorrente do fluxo de água, proveniente dos rios Jacu e Campo Comprido (Castro 2003). Para Giere (2009) a granulometria é um dos principais fatores abióticos que determina a estrutura da comunidade meiofaunística de ecossistema e segundo Bezerra et al. (1997) a ocorrência e densidade dos organismos são alteradas a medida que o tamanho dos grãos aumenta ou diminui.

Na estação seca do nosso trabalho, tanto o número de indivíduos quanto o de táxons encontrados foram maiores e esses valores podem ser explicados pela dominância de grãos finos nos sedimentos das amostras. Com a deposição de sedimentos mais pesados na estação chuvosa, alguns meiobentos que vivem na superfície do sedimento podem ter sofrido lixiviação (Castro, 2003). De acordo com Araújo (2012), a precipitação pluviométrica determina a variação do fluxo, podendo interferir na composição da comunidade ao ponto de extinguir todos os grupos de um local (apud LAKE, 2000, SWAN; PALMER, 2000; MCCABE; GOTELLI, 2000; ROBINSON et al, 2004; CALLISTO; GOULART, 2005; CALLISTO et al, 2012). Outro fator determinante é o fluxo de pessoas nos pontos de coletas. O aumento dos índices pluviométricos são proporcionais ao fluxo de pessoas devido ao desenvolvimento de atividades econômicas e de lazer, levando o pisoteamento do sedimento onde se encontram os organismos. A medida que as chuvas vão ficando mais escassas, essas atividades diminuem e conseqüentemente o fluxo de pessoas também.

A presença de alguns organismos pode determinar as condições ambientais. Legat e Brito (2010) criou uma classificação que separa os monitores biológicos em três grandes grupos. O primeiro diz respeito às espécies que possibilitam a mensuração do impacto de determinado poluente; já o segundo equivale as espécies que permite a observação da escala da poluição pela sua presença ou ausência no ecossistema, e por último, as espécies que acumulam poluentes em seus corpos. Nematoda e Oligochaeta estão associados ao alto teor de matéria orgânica (GUERRA, ASAKAWA, 1981; MILBRINK et al., 2002; FIGUEIRA et al., 2011), os Copepoda a variações de salinidade (PEREIRA, CAMARGO, 2004; VASCONCELOS, 2003) e os Ostracodas a variações de pH (HORNE et al., 2002).

Em ambas as estações, o filo Nematoda foi bem representado. Além das alterações na estrutura sedimentar, para Castro (2003), o aumento das chuvas possivelmente traz matéria orgânica de outros locais, neste caso dos rios Jacu e Campo Comprido, promovendo um aumento no aporte orgânico do reservatório, explicando assim, a dominância deste filo, pois são os principais consumidores de matéria orgânica em ecossistemas límnicos (BARROS, 2016 apud SCHMID-ARAYA & SCHMID, 2000; MICHIELS & TRAUNSPUGER, 2005).

Outro fator a se considerar são os esgotos domiciliares próximos ao reservatório. Na literatura, as Turbellarias são consideradas um grupo habitual e numeroso em ecossistemas dulciaquícolas (KOLASA, 2001; LUCENA, 2015). Porém, nossos resultados mostraram uma

discrepância entre os períodos estudados. Possivelmente, o alto teor de matéria orgânica da estação chuvosa pode estar relacionado a ausência do grupo (TAVARES, et al. 2015). A dimensão dos grãos também pode ser considerados outro fator, mas, analisando outras pesquisas, não é uma variável confiável, pois nossos resultados mostram diferenças com os resultados de outras pesquisas. Dumnicka (2007) e Lucena (2015) registaram estes organismos em sedimentos grosseiros. Já o maior valor de Turbellaria desta referida pesquisa aconteceu justamente na estação seca, no qual os sedimentos finos predominaram. Além da ocorrência constante de Nematoda e Turbellaria, a porcentagem de Copepoda, Oligochaeta e Ostracoda foi considerável. Os grupos estavam em maior quantidade em pontos diferentes, 3, 4 e 2, respectivamente, todos na estação seca.

As análises estatísticas ANOSIM e MDS comprovam o que foi exposto anteriormente, mostrando que houve diferenças significativas apenas entre as estações (Chuvosa – domínio de Nematoda x Seca – domínio de Turbellaria), já os pontos, independente do período, são similares (ponto 2 de ambos os períodos com maior número de indivíduos dominantes). Os resultados também mostraram o desaparecimento de alguns grupos, assim como a ocorrência de novos durante os intervalos analisados. É necessário evidenciar que a distribuição das comunidades meiofaunísticas acontece em padrões conhecidos como manchas, variando de centímetros a metros e esse presente trabalho nem toda as partes do açude foram analisadas, deixando em aberto a hipótese da ocorrência desses grupos “desaparecidos” em outras manchas do local, necessitando novos estudos que englobem toda a extensão do reservatório (ARAÚJO, 2012, apud TOWNSEND, 1989; WARD; PALMER, 1994; LAKE, 2000; ROBERTSON, 2000; MCCABE; GOTELLI, 2000; WINEMILLER et al, 2010).

Em relação ao aumento da ocorrência, densidade e abundância dos grupos exclusivos do intervalo II, podemos dizer que o restabelecimento parcial do nível volumétrico do açude promoveu condições ambientais favoráveis para o restabelecimento de algumas espécies, é o caso dos Tardigradas e Rotíferos grupos que tem a capacidade de criptobiose, processo de inatividade metabólica que mantem os organismos vivos em situações de pressões ambientais e é desativado quando o ambiente estar favorável para a sobrevivência (BARROS, 2016, apud BRUSCA & BRUSCA, 2007).

Através dos índices de Diversidade ( $H'$ ) e Equitabilidade ( $J'$ ) podemos perceber o restabelecimento da meiofaunística e que os resultados (3,15 nat/ind) foram tão significantes

que chegaram a ultrapassar o valor de 3,00 nat/ind, máximo valor registrado em regiões da Caatinga (JOVINO, 2013 apud MARTINS E SANTOS 1999). O maior resultado do índice de Shannon dos 6 açudes do Curimataú, 0,46 registrado no açude Soledade na pesquisa de Lucena em épocas de quase total colapso de água, mostra que nossos resultados são bem acima da média dos outros reservatórios da microrregião.

## 8. CONCLUSÃO

Concluimos que os grupos Copepoda, Nematoda, Oligochaeta foram bem representados em ambos os períodos do processo por serem grupos resistentes que apresentam estratégias biológicas de sobrevivência em ambientes eutrofizados ou sujeitos à outras pressões químicas. Em contrapartida, a ocorrência de Náuplios é um indicativo que o ambiente está propício ao aumento da população de crustáceos devido serem organismos em estágio inicial de vida.

O aparecimento de Tardigrada e Rotíferos pode estar relacionado às estratégias de dispersão e a criptobiose. Já o desaparecimento de alguns grupos pode ter sido ocasionado pelo período de escassez ou pelo fato de serem grupos mais sensíveis à impactos ambientais.

As análises estatísticas nos mostram que em corpos de águas misto (lótico e lêntico) não há diferenças significativas espacialmente apenas estacionalmente, corroborando com a nossa hipótese que períodos de escassez hídrica podem alterar a estrutura da comunidade meiofaunística.

Nosso trabalho preencheu uma lacuna na literatura quando consideramos estudos com meiobentos de água doce, mostrando que as assembleias meiofaunísticas se adaptam não apenas à distúrbios de natureza antrópica, mas também à estresses naturais, pois foi resiliente as condições impostas pelo processo de escassez na região. Os índices de Diversidade e Equitabilidade comprovam o aumento da diversidade e o restabelecimento estrutural da comunidade.

## 9. REFERÊNCIAS

- ANDEM, Andem B. et al. Ecological impact assessment and limnological characterization in the intertidal region of Calabar River using benthic macroinvertebrates as bioindicator organisms. **International journal of fisheries and aquatic studies**, v. 1, n. 2, p. 8-14, 2013.
- ARAÚJO, Thiago Quintão. Efeito da degradação ambiental e do fluxo de corrente em comunidades meiofaunais de um ecossistema lótico no cerrado brasileiro. 2012.
- BAGLIANO, Roger Vinicius. Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, p. 24-40, 2012.
- BALOGUN, K. J.; LADIGBOLU, I. A.; ARIYO, A. A. Ecological assessment of a coastal shallow lagoon in Lagos, Nigeria: a bio-indicator approach. **Journal of Applied Sciences and Environmental management**, v. 15, n. 1, 2011.
- BARRETO, Luciano Vieira et al. Eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia**, v. 9, n. 16, p. 2167, 2013.
- BARROS, F, L, O. Colonização da meiofauna em substratos artificiais em ecossistemas lêntico no semiárido paraibano. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 2016, Campina Grande-PB. *Anais...* Campina Grande: Realize eventos, 2016.
- BEZERRA, T. N. C.; GENEVOIS, B.& FONSECA-GENEVOIS, V. G. 1997. Influência da Granunometria na distribuição e adaptação da meiofauna na praia arenosa do Istmo de Olinda-PE. In: Absalão, R.S. & Esteves, A. M. (Eds). *Ecologia de Praias Arenosas do Litoral Brasileiro. Oecologia Brasiliensis*. 3: 107-116.
- BLAISE, C. et al. Polychaetes as bioindicators of water quality in the Saguenay Fjord (Quebec, Canada): a preliminary investigation. **Journal of Xenobiotics**, p. e1-e1, 2013.
- Byrne, M. et al. 2010. Fertilization in a suite of coastal marine invertebrates from SE Australia is robust to near-future ocean warming and acidification. – *Mar. Biol.* 157.
- CAMPOS, Joana Carneiro de et al. Mudanças climáticas retardam o envelhecimento de reservatórios neotropicais. 2017.
- CASARIL, Camila Elis et al. Fauna edáfica em sistemas de produção de banana no Sul de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 14, n. 1, p. 5613, 2019
- CAVALCANTE LEITE DOS SANTOS, Érika. Estrutura da comunidade meiofaunística de substrato inconsolidado de dois recifes tropicais, com e sem proteção ambiental em Tamandaré (Pernambuco-Brasil). 2010.
- CLIMÁTICAS, PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS. Sumário do Relatório do IPCC para os Tomadores de Decisão do Quinto Relatório do Grupo de Trabalho II. **Tradutores: Magno Castelo Branco e Karla Sessin-Dilascio**, 2014.

COULL, Bruce C. Are members of the meiofauna food for higher trophic levels?. **Transactions of the American Microscopical Society**, p. 233-246, 1990.

CRISTINA DA SILVA, Maria. **A meiofauna como estoque alimentar para peixes juvenis (Gobiidae e Gerreidae) do Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco com ênfase aos Nematoda livres**. 2004. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

DE ARAÚJO, Gherman Garcia Leal. Os impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos e a produção animal em regiões Semiáridas. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.

DOS SANTOS CARDOSO, Renata; NOVAES, Camila Pontin. Variáveis limnológicas e macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 1, n. 5, 2013.

DE PAULA, José Henrique Cardoso et al. A meiofauna como indicadora de impactos da carcinicultura no estuário de Curuçá (PA). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 19, n. 1, 2006.

DUARTE, Rafaela Cristina de Souza et al. Influência da complexidade do habitat e da sazonalidade sobre a fauna associada a macroalgas de um manguezal hipersalino. 2014.

DUDLEY, Bruce D.; SHIMA, Jeffrey S. Algal and invertebrate bioindicators detect sewage effluent along the coast of Titahi Bay, Wellington, New Zealand. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 44, n. 1, p. 39-51, 2010.

DUMNICKA, E.; GALAS, J.; KOPERSKI, P. Benthic Invertebrates in Karst Springs: Does Substratum or Location Define Communities?. *International Review of Hydrobiology*. Vol. 92, p. 452–464, 2007.

FIGUEIRA, Adriana França; BERBARA, Ricardo Luis Louro; PIMENTEL, João Pedro. Estrutura da população de nematoides do solo em uma unidade de produção agroecológica no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Sci., Agron. (Online)**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 223-229, June 2011.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna; SANTOS, Djail. Climatologia do Estado da Paraíba. **EDUFPG**, Campina Grande-PB, ed. 1, p. 40, 2017.

GASTON, Gary R. Green-winged teal ingest epibenthic meiofauna. **Estuaries**, v. 15, n. 2, p. 227, 1992.

GUERRA, Rafael Torquemada; ASAKAWA, Neuza. Efeito da presença e do número de indivíduos de *Pontosclex corethurus* (Glossoscolecidae, Oligochaeta) sobre a população total de microorganismos do solo. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 11, n. 2, p. 319-324, 1981.

GIERE, O. *Meiobenthology: The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments*. Springer. 2ª ed. 538 p. 2009.

HORNE, David J.; COHEN, Anne; MARTENS, Koen. Taxonomy, morphology and biology of Quaternary and living Ostracoda. **The Ostracoda: applications in Quaternary research**, v. 131, p. 5-36, 2002.

JOSÉ VICTOR DE CASTRO, Francisco. Variação temporal da meiofauna e da nematofauna em uma área medioterrânea da bacia do Pina (Pernambuco, Brasil). 2003.

JOVINO, Gabrielle Oliveira. Avaliação da qualidade ambiental do açude Boqueirão do Cais (Cuité – PB), por meio de indicadores biológicos. Gabrielle Oliveira Jovino – Cuité: CES, 2013.

KLOCHENKO, Peter et al. Assessment of the ecological state of the Kiev Reservoir by the bioindication method. **Oceanological and Hydrobiological Studies**, v. 43, n. 3, p. 228-236, 2014.

LAKE, Phillip S. Disturbance, patchiness, and diversity in streams. **Journal of the north american Benthological society**, v. 19, n. 4, p. 573-592, 2000.

LEGAT, Leticia à Nadine Alves; LAILSON-BRITO, José. O MERCÚRIO EM CETÁCEOS (MAMMALIA, CETACEA): UMA REVISÃO. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 4, p. 1021-1035, 2010.

LEE, Hee et al. Meiofauna response to iceberg disturbance on the Antarctic continental shelf at Kapp Norvegia (Weddell Sea). **Polar Biology**, v. 24, n. 12, p. 926-933, 2001.

LERNER, Isadore Michael et al. Genetic homeostasis. **Genetic homeostasis.**, 1954.

LIMA, Ricardo da Cunha Correia; CAVALCANTE, Arnóbio de Mendonça Barreto; PÉREZ-MARIN, A. M. Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Campina Grande: INSA-PB**, 2011.

LOUREIRO, Cláudio Kinach. Produção de ciliados e nematódeos para utilização como alimento vivo para camarões na fase de berçário cultivados em meio à bioflocos. 2012.

LUCENA, B. K.P. Biodiversidade meiofanística em ecossistemas aquáticos do Curimataú Ocidental Paraibano. Dissertação de Mestrado em Ciências Naturais e Biotecnologia – Centro de Educação e Saúde/UFCG, 98p. 2015.

LUCENA, B. K.P.; SILVA, M. C.; CASTRO, F. J. V. Nematode community of continental lakes with different concentrations of salt. *Revista Nordestina de Zoologia*. Volume 9, Número 1, 2015.

MENOR VASCONCELOS, Danielle. Distribuição espacial da comunidade da meiofauna e diversidade de Copepoda Harpacticoida no estuário do Rio Formoso. 2003.

MILBRINK, G., TIMM, T., & LUNDBERG, S. 2002. Indicative profundal oligochaete assemblages in selected small Swedish lakes. *Hydrobiologia* 468:53-61.

Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI / José A. Marengo – Brasília: MMA, 2007. 2a edição.

NOZAKI, Cássia Tiemi et al. COMPORTAMENTO TEMPORAL DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO E pH NOS RIOS E CÓRREGOS URBANOS. **Atas de Saúde Ambiental-ASA (ISSN 2357-7614)**, v. 2, n. 1, p. 29-44, 2014.

PEDROZO, Catarina da Silva; KAPUSTA, Simone Caterina. Indicadores Ambientais em Ecossistemas Aquáticos. 2016.

REBOREDO-FERNÁNDEZ, Aurora et al. Benthic macroinvertebrate communities as aquatic bioindicators of contamination by Giardia and Cryptosporidium. **Parasitology research**, v. 113, n. 5, p. 1625-1628, 2014.

ROLDÁN-PÉREZ, Gabriel. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. **Revista de la**

SAITO, Victor S .; MAZÃO, Gustavo R. Macroinvertebrados sob perturbação hidrológica estocástica em riachos do Cerrado do Brasil Central. **Iheringia. Série Zoologia** , v. 102, n. 4, p. 448-452, 2012.

SANTOS, C. A. C. dos; BRITO, J. I. B. de; RAO, T. V. R.; MENEZES, H. E. A. (2009) Tendências dos índices de precipitação no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 24, n. 1, p. 39-47.

SCHRATZBERGER, Michaela; INGELS, Jeroen. Meiofauna matters: the roles of meiofauna in benthic ecosystems. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 502, p. 12-25, 2018.

SEMPRUCCI, Federica et al. Meiofauna associated with coral sediments in the Maldivian subtidal habitats (Indian Ocean). **Marine Biodiversity**, v. 43, n. 3, p. 189-198, 2013.

SILVA, V.M.A.P da; GROHMANN, P. A.; ESTEVES, A. M. ASPECTOS GERAIS DO ESTUDO DA MEIOFAUNA DE PRAIAS ARENOSAS. 1997.

SOITO JUNIOR, M.; FREITAS. A. Hydroenergy Expansion in the Brazil: vulnerability, impacts e potential adaptations to climatic changes. **Renewable Energy Reviews**, n. 15, p. 3165–3177, 2011.

SOUZA-PEREIRA, Paulo Eduardo; MONTEIRO CAMARGO, Antonio Fernando. Efeito da salinidade e do esgoto orgânico sobre a comunidade zooplanctônica, com ênfase nos copépodes, do estuário do rio Itanhaém, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, p. 9-17, 2004.

SUTHERLAND, T. F.; SHEPHERD, P. C. F.; ELNER, R. W. Predation on meiofaunal and macrofaunal invertebrates by western sandpipers (*Calidris mauri*): evidence for dual foraging modes. **Marine Biology**, v. 137, n. 5-6, p. 983-993, 2000.

SWEDMARK, Bertil. A fauna intersticial de areia marinha. *Revisões Biológicas* , v. 39, n. 1, p. 1-42, 1964.

TAVARES, G, V. et al. Análise do estudo da meiofauna em uma lagoa urbana no município de Cuité – Paraíba. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 2017, Campina Grande-PB. *Anais...* Campina Grande: Realize eventos, 2016.

YOUNG, Shuh-Sen et al. Using benthic macroinvertebrate and fish communities as bioindicators of the Tanshui River Basin around the greater Taipei area—multivariate analysis of spatial variation related to levels of water pollution. **International journal of environmental research and public health**, v. 11, n. 7, p. 7116-7143, 2014.

WU, H. C.; CHEN, P. C.; TSAY, T. T. Assessment of nematode community structure as a bioindicator in river monitoring. **Environmental Pollution**, v. 158, n. 5, p. 1741-1747, 2010.

ZEPPILLI, Daniela et al. Is the meiofauna a good indicator for climate change and anthropogenic impacts?. **Marine Biodiversity**, v. 45, n. 3, p. 505-535, 2015.