



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ & UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO SUL DA BAHIA**

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AQUÁTICOS  
TROPICAIS**

**AVALIAÇÃO INTEGRADA DOS EFEITOS DA CONSTRUÇÃO DA FERROVIA DE  
INTEGRAÇÃO OESTE-LESTE SOBRE A BARRAGEM DA PEDRA NO SEMIÁRIDO  
BAIANO.**

**SAMANTHA DUARTE DA SILVA**

**ILHÉUS-BA**

**2024**

**SAMANTHA DUARTE DA SILVA**

**AVALIAÇÃO INTEGRADA DOS EFEITOS DA CONSTRUÇÃO DA FERROVIA DE  
INTEGRAÇÃO OESTE-LESTE SOBRE A BARRAGEM DA PEDRA NO SEMIÁRIDO  
BAIANO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais da Universidade Estadual Santa Cruz & Universidade Federal do Sul da Bahia, para a obtenção do título de mestre em Sistemas Aquáticos Tropicais.

Área de concentração: Ecologia de comunidades e ecossistemas aquáticos tropicais.

Orientador: Dr. Geraldo José Peixoto Ramos

Coorientador: Dr. Nadson Ressye Simões

ILHÉUS-BA

2024

S586

Silva, Samantha Duarte da.

Avaliação integrada dos efeitos da construção de da Ferrovia de Integração Oeste-Leste sobre a Barragem da Pedra no semiárido baiano / Samantha Duarte da Silva. – Ilhéus, BA: UESC, 2023.  
51f.: il.

Orientador: Geraldo José Peixoto Ramos  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais – PPGSAT  
Inclui referências.

1. Zooplâncton. 2. Água – Qualidade. 3. Impacto ambiental. 4. Semiárido. I. Título.

CDD 592.176

## SUMÁRIO

1.RESUMO .....	7
2.INTRODUÇÃO.....	9
3.MATERIAIS E MÉTODOS .....	11
3.1. Área de estudo .....	11
3.2. Pontos de coleta.....	14
3.3. Coletas e análises limnológicas .....	16
3.4. Coletas e determinação de índices biológicos do zooplâncton .....	17
3.5. Uso e ocupação da terra .....	18
4.0 RESULTADOS .....	20
4.1. Variáveis limnológicas em escala temporal.....	20
4.2. Variáveis biológicas em escala temporal.....	24
4.3. Uso e Ocupação da Terra .....	30
5. DISCUSSÃO.....	34
6. CONCLUSÃO .....	37
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Localização da bacia hidrográfica do Rio de Contas. <b>Fonte:</b> IBGE, 2018; INEMA, 2018. ....	12
<b>Figura 2</b> - Imagem de satélite da Barragem da Pedra no ano de 2020 com o traçado da FIOL que margeia o Rio de Contas, desde o povoado de Porto Alegre até a barragem da usina da Pedra, evidenciado na linha de cor vermelha e na cor azul estão localizadas as pontes. <b>Fonte:</b> Google Earth pro. Acesso em 27/09/2022. ....	14
<b>Figura 3</b> - Imagem de satélite da Barragem da Pedra no ano <b>Antes em 2003</b> evidenciando os 5 pontos de coleta realizados nos períodos sazonais de seca e chuva. <b>Fonte:</b> Google Earth pro. Acesso em 09/10/2023. ....	15
<b>Figura 4</b> - Imagem de satélite da Barragem da Pedra no ano <b>Durante em 2014</b> evidenciando os 8 pontos de coleta realizados nos períodos sazonais de seca e chuva. <b>Fonte:</b> Google Earth pro. Acesso em 09/10/2023. ....	15
<b>Figura 5</b> - Imagem de satélite da Barragem da Pedra no ano <b>Depois em 2022</b> evidenciando os 9 pontos de coleta realizados nos períodos sazonais de seca e chuva. <b>Fonte:</b> Google Earth pro. Acesso em 09/10/2023. ....	16
<b>Figura 6</b> - Diagrama de ordenação por PCA das variáveis físicas e químicas da Barragem da Pedra entre os anos Antes, Durante e Depois e entre os períodos de seca e chuva – <b>Temperatura:</b> Temp. (°C), <b>pH</b> , <b>Condutividade elétrica:</b> Cond ( $\mu\text{s.cm}^{-1}$ ), <b>Turbidez:</b> Turb (UNT), <b>Oxigênio dissolvido:</b> O.D (mg.L <sup>-1</sup> ), <b>Transparência disco de Secchi:</b> Secchi (m), <b>Clorofila a</b> , <b>Alcalinidade</b> , <b>Material sólido total:</b> MST, <b>Material sólido Inorgânico:</b> MSI, <b>Material sólido orgânico:</b> MSO. ....	23
<b>Figura 7</b> – Gráfico das médias e desvio padrão das variáveis bióticas de (A) Riqueza de espécies, (B) Abundância (ind.m <sup>-3</sup> ), (C) Diversidade de Shannon e (D) Uniformidade de Pielou na variação temporal entre Antes, Durante e Depois e os períodos sazonais de seca e chuva. ....	27
<b>Figura 8</b> – Gráfico da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) evidenciando a formação de agrupamentos em polígonos da variação temporal entre os anos Antes, Durante e Depois e entre os períodos sazonais de seca e chuva. ....	28
<b>Figura 10</b> – Diagrama de ordenação RDA gerado a partir das variáveis limnológicas significativas (Transparência (Secchi), pH, Materiais Sólidos totais (MST) e as frações orgânicas (MSO) e inorgânicas (MSI), Condutividade elétrica (Cond) e Alcalinidade para a riqueza e abundância de indivíduos zooplânctônicos na variação temporal entre Antes, Durante e Depois e nos períodos sazonais de seca e chuva. ....	29
<b>Figura 11</b> – Mapas e as classificações de uso e ocupação do solo na Barragem da Pedra nos Anos <b>(A) Antes</b> , <b>(B) Durante</b> e <b>(C) Depois</b> da Implantação da FIOL. ....	32

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Valores médios e desvio padrão (DP) das variáveis físicas e químicas no <b>período de chuva</b> da Barragem da Pedra nos anos Antes, Durante e Depois. ....	21
<b>Tabela 2</b> – Valores médios e desvio padrão (DP) das variáveis físicas e químicas no <b>período de seca</b> da Barragem da Pedra nos anos Antes, Durante e Depois.....	21
<b>Tabela 3</b> - PERMANOVA da variação temporal entre Antes, Durante e Depois, da variação sazonal entre os períodos seca e chuva, e da variação entre temporal e sazonal das variáveis limnológicas na Barragem da Pedra, Jequié, BA. ....	23
<b>Tabela 4</b> - Lista de espécies de Cladocera e Copepoda e sua respectiva presença (1) e ausência (0) das espécies encontras na Barragem da Pedra, Jequié-BA nos anos Antes, Durante e Depois. ....	24
<b>Tabela 5</b> - Lista de espécies de rotífera e suas respectivas presença (1) e ausência (0) das espécies encontras na Barragem da Pedra, Jequié-BA nos anos Antes, Durante e Depois. ....	25
<b>Tabela 6</b> - PERMANOVA da variação temporal entre os anos Antes, Durante e Depois, da variação sazonal entre seca e chuva, a interação entre temporal e sazonal e as variáveis limnológicas na Barragem da Pedra, Jequié, BA. ....	28
<b>Tabela 7</b> – Análise quantitativa da classificação do uso e ocupação da terra na Barragem da Pedra, Jequié, BA. <b>Antes</b> da FIOL. ....	32
<b>Tabela 8</b> – Análise quantitativa da classificação do uso e ocupação da terra na Barragem da Pedra, Jequié, BA. <b>Durante</b> a implantação da FIOL.....	33
<b>Tabela 9</b> – Análise quantitativa da classificação do uso e ocupação da terra na Barragem da Pedra, Jequié, BA. <b>Depois</b> da implantação da FIOL. ....	33

## 1.RESUMO

Na região semiárida, os reservatórios desempenham importante papel regional. Eles apresentam uma dinâmica com variabilidade natural e manejo antrópico. Construções de grande porte podem impactar os sistemas aquáticos, como a Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL), podendo causar alterações nas comunidades ecológicas aquáticas e na qualidade da água. O conhecimento do zooplâncton fornece informações sobre a estrutura trófica pelágica destes ambientes e podem auxiliar a entender variações naturais e antrópicas. O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da construção da FIOL sobre a comunidade zooplanctônica na Represa da Barragem da Pedra, bacia hidrográfica do Rio de Contas, região do semiárido baiano, sob uma perspectiva temporal, utilizando análises limnológicas e o uso e ocupação da terra. As coletas de água totalizaram em 44 amostras analisadas sendo elas distintas em período sazonal de seca e chuva e em diferentes períodos temporais. Foram coletadas amostras antes da implantação, composta por 5 pontos longitudinais na represa. No momento durante a implantação ocorreram em 8 pontos. E na ocasião depois da implantação neste trecho, ocorreram em 9 pontos longitudinais. Para a qualidade da água, foi realizado análise físico-químico da água (temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos e frações, transparência, alcalinidade total, material em suspensão e clorofila-a) sendo realizadas utilizando uma sonda multiparâmetro (HORIBA U 52), e respectivas análises em laboratório. A coleta do zooplâncton foi realizada com rede cônica 68 µm de abertura de malha, em arrastos verticais do fundo para a superfície e fixados em formol 4%. A identificação das espécies foi realizada de forma quali-quantitativa com auxílio de microscópio e bibliografia especializada. A estrutura da comunidade foi analisada por meio da riqueza de espécies, índice de diversidade de espécies e abundância de indivíduos. Para a análise de uso e ocupação da terra das regiões da represa impactadas pela construção da FIOL, foi realizada a classificação e a comparação das imagens aéreas via satélite através do software Qgis, nos distintos momentos temporais. Para avaliar alterações na qualidade da água e na composição da comunidade zooplanctônica, foram realizadas PCA, Anova fatorial, PCoA, Permanova e RDA. Os resultados apontaram que a existência do impacto construtivo sob o ecossistema aquático e no uso e ocupação da terra em área de APP, influenciam significativamente às condições ambientais e a estrutura da comunidade, apresentando elevados valores para turbidez, materiais em suspensão totais e orgânicos e a redução do oxigênio dissolvido e da transparência (Secchi), com significativas alterações no pH, na condutividade e o aumento da temperatura da água foram registradas no período durante as obras. Em decorrência, houve modificações na composição das espécies, na riqueza, na abundância e na diversidade dos organismos. Assim, através este estudo dos efeitos da construção foi possível observar as influências da implantação de grandes empreendimentos no entorno e na interceptação de cursos hídricos.

**Palavras-chave:** Zooplâncton, Qualidade da Água, Impacto Ambiental, Semiárido.

## ABSTRACT

In the semiarid region, reservoirs play an important regional role. They present a dynamic with natural variability and anthropogenic management. Large-scale constructions can impact aquatic systems, such as the West-East Integration Railway (FIOL), potentially causing modifications to aquatic ecological communities and water quality. Knowledge of zooplankton provides information about the pelagic trophic structure of environments and can help understand natural and anthropogenic variations. The objective of this study was to verify the effects of the construction of FIOL on the zooplankton community in the Barragem da Pedra Reservoir, Rio de Contas hydrographic basin, semi-arid region of Bahia, from a temporal perspective, using limnological and land use and occupation analyses. The water collections totaled 44 samples analyzed, being distinct in terms of seasonal periods of drought and rain, and in different temporal periods. Samples were collected before implementation, consisting of 5 longitudinal points in the reservoir. At the time of implementation, samples were taken at 8 points. And on the occasion after implementation in this section, samples were taken at 9 longitudinal points. For water quality, a physical-chemical analysis of the water was performed (temperature, pH, electrical conductivity, turbidity, dissolved oxygen, total dissolved solids and fractions, transparency, total alkalinity, suspended solids, and chlorophyll-a), using a multiparameter probe (HORIBA U 52), with respective laboratory analyses. Zooplankton collection was collected out with a conical net with a mesh size of 68  $\mu\text{m}$ , in vertical drags from the bottom to the surface and fixed in 4% formalin. Species identification was carried out qualitatively and quantitatively with the aid of a microscope and specialized bibliography. Community structure was analyzed using species richness, species diversity index and abundance of individuals. To analyze land use and occupation in the regions of the dam impacted by the construction of FIOL, satellite aerial images were classified and compared using the Qgis software, at different points in time. To assess changes in water quality and zooplankton community composition, PCA, factorial Anova, PCoA, Permanova, and RDA were performed. The results indicated that the existence of constructive impact on the aquatic ecosystem and on land use and occupation in the APP area significantly influences environmental conditions and community structure, showing high values for turbidity, total and organic suspended materials, and reduction of dissolved oxygen and transparency (Secchi), with significant alterations in pH, conductivity, and an increase in water temperature being recorded during the construction period. As a result, there were modifications in species composition, richness, abundance, and diversity of organisms. Thus, through this study of construction effects, it was possible to observe the influences of the implementation of large-scale projects on the surrounding area and on the interception of watercourses.

**Keywords:** Zooplankton, Water Quality, Environmental Impact, Semiarid.



## 2.INTRODUÇÃO

O processo construtivo de empreendimentos de grande porte pode ocasionar impactos significativos nos ambientes. Os impactos ambientais causados com a implantação de projetos construtivos de infraestrutura e superestruturas para ferrovias, rodovias, urbanizações, hidrelétricas, mineradoras entre outros, modificam os ambientes naturais (Barbosa et al., 2020). Estes envolvem a supressão de vegetação, cortes e aterros para nivelamentos de solo, acarretam perdas na estabilização dos solos (Dos Santos et al., 2021) intensificando as formações erosivas e a lixiviação do solo, ocorrendo o escoamento superficial impulsionando a sedimentação do material particulado nas bacias de drenagem, elevando os níveis de turbidez, da entrada de nutrientes e dos materiais sólidos em suspensão (Krupa et al., 2022). Estes impactos ambientais, por consequência, aceleram a eutrofização dos corpos hídricos e influenciam nas características físico-químicas da água destes ambientes, sendo possível encontrar inúmeros processos de perturbações ambientais acelerados e ambientes modificados (Mezzomo et al., 2016; Saes et al., 2021).

Tais impactos envolvem uma complexidade de modificações ambientais e tendem a influenciar no uso e ocupação da terra e na qualidade da água e assim surtir alterações na estrutura, a composição e a dinâmica das comunidades biológicas. (Pinto et al.,2023). Dentre os recursos disponíveis para avaliar os impactos nos ecossistemas aquáticos continentais, é possível utilizar indicadores ambientais e biológicos em escala temporal, a fim de evidenciar os efeitos nas características e estrutura ecológica destes ambientes (Dias, et al. 2012; Schmidt et al.,2020).

Os efeitos destes impactos podem ser potencializados se eles ocorrerem em regiões sensíveis, tais como as regiões semiáridas. Nestas localidades os usos e ocupação das áreas próximas aos corpos d'água possuem relevante importância local para as populações humanas devida à existência dos ciclos periódicos de escassez hídrica (Duarte et al., 2021).

Assim, análises de paisagens ao redor dos corpos hídricos tem demonstrado que a vegetação ripária possui relevante importância na regulação dos ambientes

de água doce, no qual a intensificação na perda da vegetação nativa em área de Preservação Permanente (APP) e o tipo de uso e ocupação do solo tem como resultado paisagens cada vez mais devastadas, heterogêneas e fragmentadas, podendo alterar de forma significativa a diversidade em comunidades aquáticas (Coelho et al., 2014; Dala-Corte et al., 2020).

Estudos com a comunidade planctônica sugerem que estes organismos são bons indicadores da qualidade da água, pois respondem rapidamente às alterações ambientais modificando a composição de espécies, a abundância e a organização espacial. (Schmidt et al., 2020). A comunidade zooplanctônica é composta pelos grupos de microcrustáceos (Cladocera e Copépoda), os Rotífera e os Protozoa que possuem importante contribuição na dinâmica da transferência de energia entre níveis de um ecossistema aquático, entre os produtores primários e os consumidores secundários, além da fundamental participação na ciclagem de nutrientes, sendo essenciais na ecologia dos sistemas aquáticos (Esteves, 2011; Fonseca et al., 2017; Souza et al., 2019).

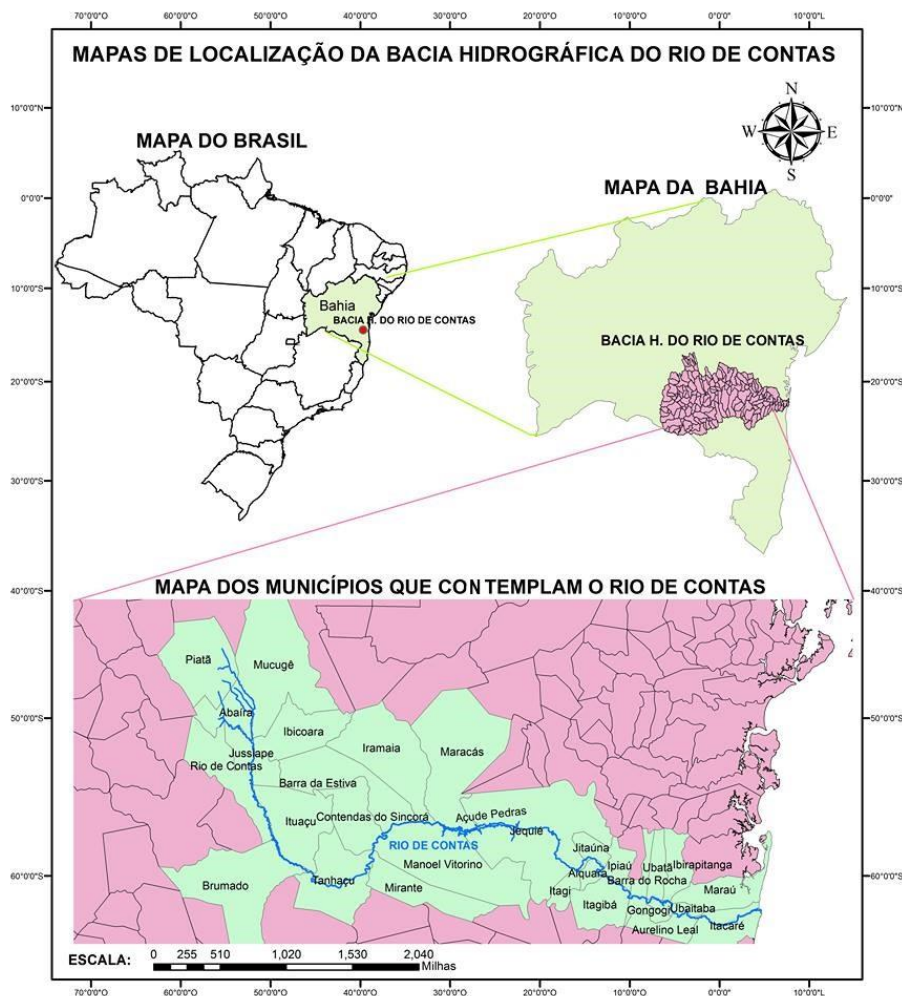
Desta forma, estudos utilizando análises limnológicas e de informações espaço-temporais das modificações no uso e ocupação da terra vêm sendo utilizadas como ferramenta de avaliação em áreas de bacias hidrográficas (Romão et al., 2011; Ramos et al., 2021). Análises de longo prazo que auxiliam na identificação e no monitoramento de impactos ambientais ocasionados por processos construtivos próximos e/ou dentro de cursos hídricos, possuem uma relevante contribuição para o aprimoramento de estudos sobre a dinâmica e estrutura das comunidades biológicas nos ambientes aquáticos. Assim, este estudo teve como objetivo verificar os efeitos da construção da linha férrea sobre o ambiente aquático considerando os aspectos físicos e químicos da água e a estrutura da comunidade zooplanctônica.

### **3.MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Área de estudo**

A bacia hidrográfica do Atlântico Leste corresponde a uma das doze regiões hidrográficas do Brasil, sendo formada por nove sub-bacias. A bacia do Rio de Contas possui uma área de 55.483 km<sup>2</sup> e está localizada na região centro-sul no estado da Bahia (Figura 1), entre as coordenadas geográficas 12°55' e 15°10' de latitude sul e 39°00' e 42°35' de longitude oeste. Seu trecho superior de nascente localiza-se na parte sul da Chapada Diamantina entre as cidades de Abaíra e de Piatã, a 1.230 m de altitude.

Nesta região, ocorrem áreas de transição de vegetação, com florestas ombrófilas e estacionais, cerrado e campos rupestres na porção serrana a oeste, caatinga arbustiva e arbórea no trecho médio. No trecho inferior, ocorrem áreas de mata Cabruca e de Mata Atlântica, terminando na região costeira de restinga e mangues no município de Itacaré onde deságua no Oceano Atlântico, possuindo curso de 505 km de extensão. (Inema, 2018).



**Figura 1** - Localização da bacia hidrográfica do Rio de Contas. **Fonte:** IBGE, 2018; INEMA, 2018.

O presente estudo foi desenvolvido no trecho médio da bacia hidrográfica do Rio de Contas, na represa Barragem da Pedra (Figura 2) nas coordenadas geográficas latitude:  $13^{\circ} 53'$  sul e longitude:  $40^{\circ} 3'$  oeste, com área de  $101 \text{ km}^2$  encontrando-se nas proximidades do município de Jequié, a 215 m de altitude, onde possui clima semiárido e subúmido a seco com temperaturas médias entre  $21^{\circ}\text{C}$  a  $33^{\circ}\text{C}$ . A variação na precipitação média anual é de 800 mm (Agritempo, 2021) com períodos definidos de seca (entre os meses de maio a outubro) e chuvoso (entre os meses de novembro a abril) (Santos et al., 2018).

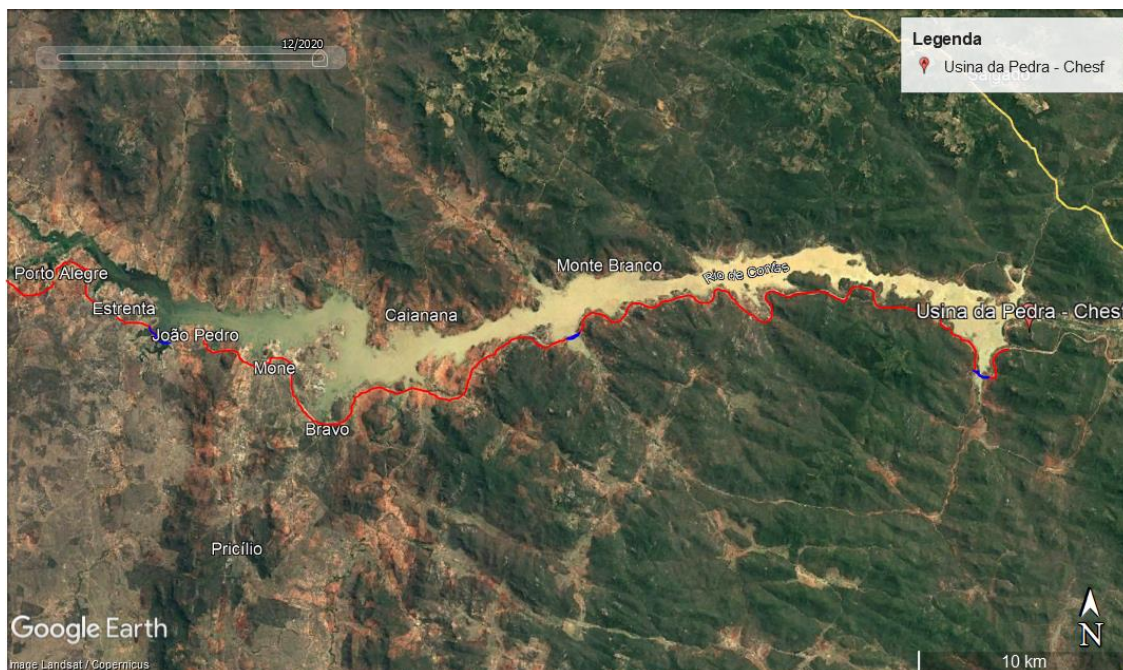
Ao longo de toda a extensão da margem longitudinal do curso d'água da Represa da Barragem da Pedra, bacia hidrográfica do Rio de Contas no estado da Bahia – Brasil, está localizada a construção da Ferrovia de Integração Oeste-Leste

– EF-334/Ba (FIOL) que possui como objetivo viabilizar o escoamento para exportação da produção de minério de ferro e grãos produzidos na região centro-oeste do país, sendo de dimensão interestadual e considerada um empreendimento estatal de grande porte (cartilha FIOL,2021).

Assim, para a implantação da FIOL neste trecho do município de Jequié/BA, foram realizadas a construção de três pontes dentro de braços tributários ao longo de aproximadamente 45 Km de extensão longitudinal da represa, causando os possíveis impactos da construção diretamente dentro da bacia hidrográfica, além dos impactos causados pelo uso e ocupação da terra das margens onde encontra-se a faixa de domínio da ferrovia que totaliza em 80 metros de largura em toda a sua extensão de 1.527 quilômetros, entre Ilhéus/BA e Figueirópolis/TO. Esta área foi alterada com a retirada da cobertura vegetal nativa para a construção e modificações de nivelamento do solo com terraplanagens, havendo cortes de terra, aterros, compactações e “bota foras” de matérias excedentes de construção (EIA FIOL, 2009).

Entretanto, parte da construção desta linha férrea foi realizada em uma das fontes de água potável para o abastecimento público do município de Jequié, região semiárida, e outros municípios da região à jusante do Rio de Contas que se beneficiam com a captação deste recurso, bem como, também, da geração de energia elétrica através das UHE – usina da Pedra e a jusante usina do Funil (Inema, 2018).

A comunidade zooplanctônica e análises limnológicas na Represa da Barragem da Pedra tem sido realizada desde o ano 2003 (Simões et al., 2009, e Santos et al., 2018) gerando uma perspectiva temporal de aproximadamente 20 anos. Estas informações possibilitam uma extensiva comparação entre os períodos Antes das modificações (ano de 2003), Durante o intenso processo construtivo que ocorreu de forma paralela as margens do corpo d’água (entre os anos de 2012 a 2014), e Depois do processo de modificações nas margens (no ano de 2022).

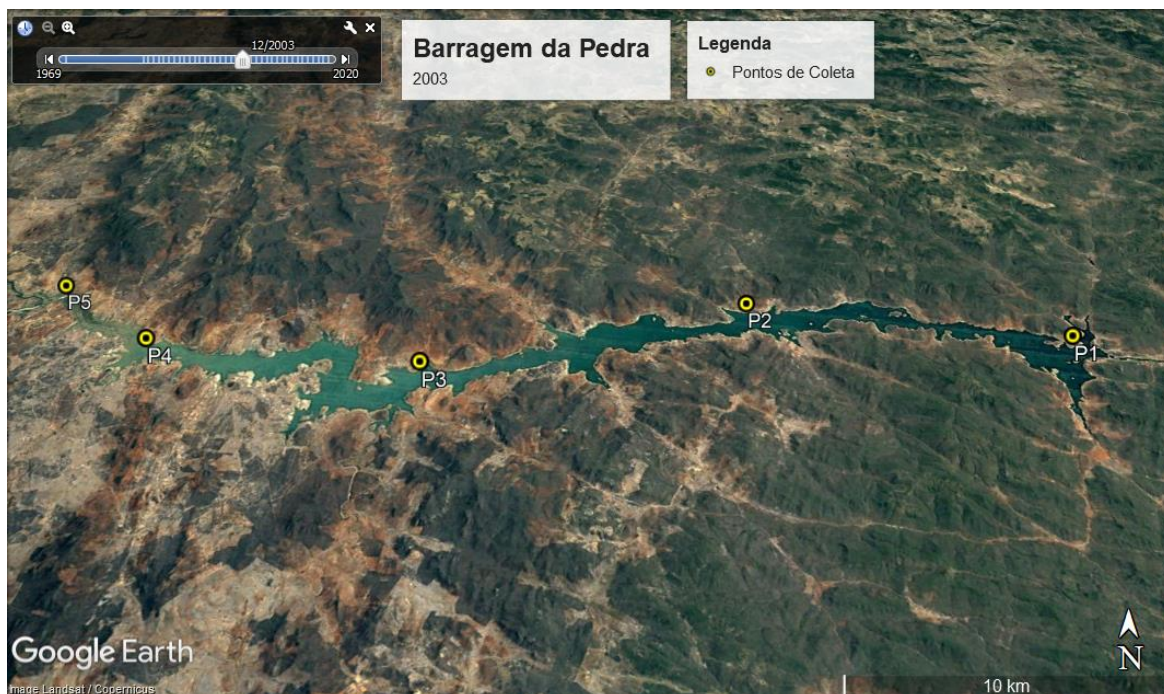


**Figura 2** - Imagem de satélite da Barragem da Pedra com o traçado da FIOL que margeia o Rio de Contas, desde o povoado de Porto Alegre até a barragem da usina da Pedra, evidenciado na linha de cor vermelha e na cor azul estão localizadas as pontes. **Fonte:** Google Earth pro. Ano 2020 Acesso em 27/09/2022.

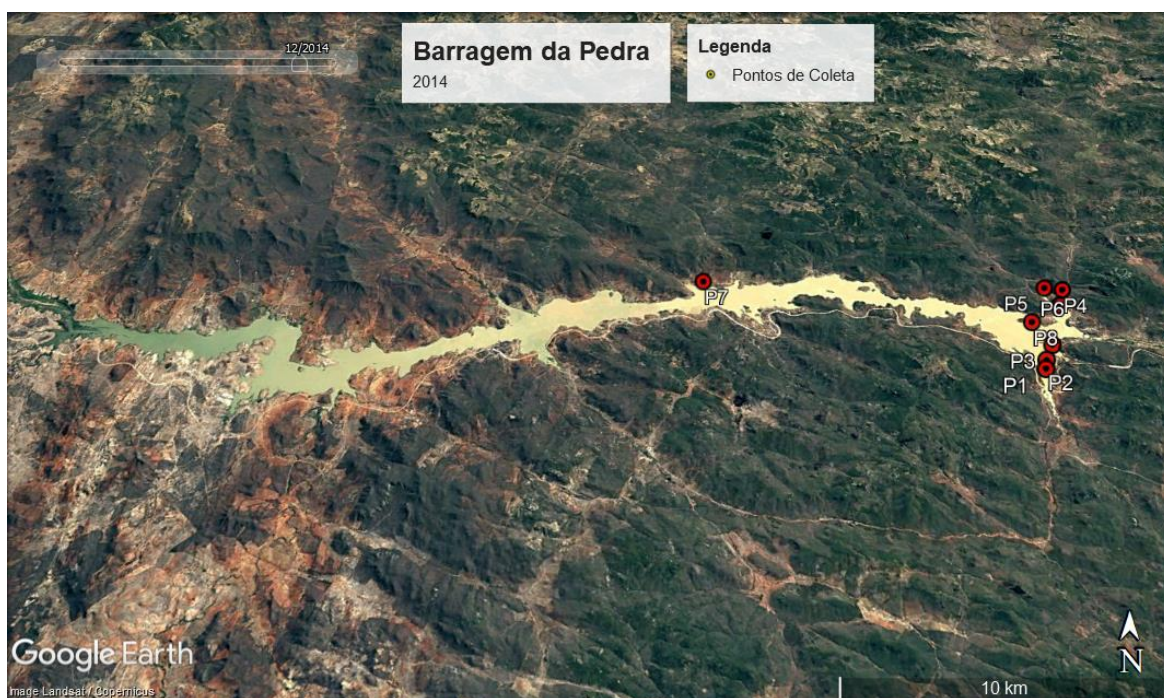
### 3.2. Pontos de coleta

As coletas foram realizadas no período sazonal de chuva e no período de seca nos anos 2003, 2013/2014 e 2022. Os pontos foram distribuídos entre a região fluvial do rio até próximo ao barramento.

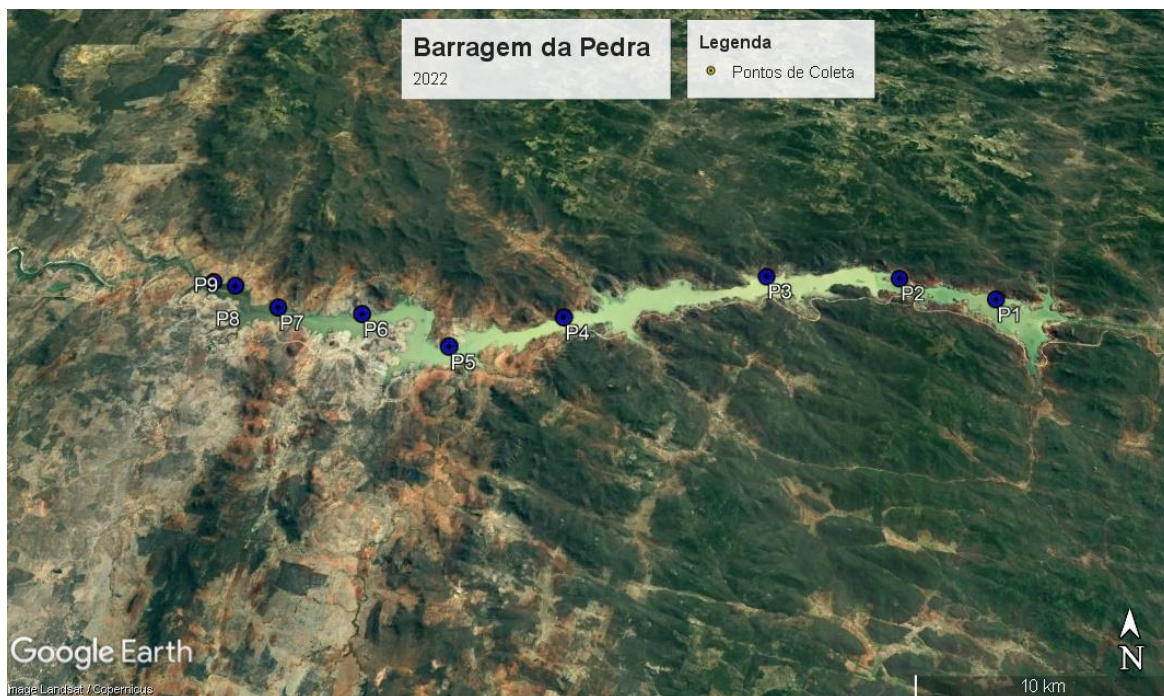
Um total de 44 amostras foram analisadas, 10 Antes da construção (Figura 3); 16 amostras Durante a construção (Figura 4); e 18 amostras Depois da construção da ferrovia (Figura 5). Destas amostras, 22 foram realizadas no período de seca e 22 na chuva.



**Figura 3** - Imagem de satélite da Barragem da Pedra, **Antes (2003)** evidenciando os 5 pontos de coleta realizados nos períodos sazonais de seca e chuva. **Fonte:** *Google Earth pro*. Acesso em 09/10/2023.



**Figura 4** - Imagem de satélite da Barragem da Pedra, **Durante (2014)** evidenciando os 8 pontos de coleta realizados nos períodos sazonais de seca e chuva. **Fonte:** *Google Earth pro*. Acesso em 09/10/2023.



**Figura 5** - Imagem de satélite da Barragem da Pedra, **Depois (2022)** evidenciando os 9 pontos de coleta realizados nos períodos sazonais de seca e chuva. **Fonte:** Google Earth pro. Acesso em 09/10/2023.

### 3.3. Coletas e análises limnológicas

Uma sonda multiparâmetro (HORIBA U 52) foi utilizada para mensuração das seguintes variáveis: temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos. Também foram estimadas alcalinidade total ( $\text{mg.L}^{-1}$ , Mackereth et al. 1978), clorofila-*a* ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ , Golterman et al., 1978), material em suspensão total (MST) bem como suas frações de material em suspensão orgânico e inorgânico (Teixeira e Kutner 1962).

As medidas foram realizadas em tréplicas na coluna d'água (superfície, meio e fundo), e utilizada a média dos valores para as análises estatísticas. A profundidade variou entre a mínima de 4 metros em região de transição até 38 metros na região pelágica do reservatório. As variáveis físicas e químicas da água foram analisadas utilizando métodos descritivos (média, desvio padrão) para caracterizar os pontos amostrados.

Uma Análise de Componentes Principais (PCA) com as variáveis físicas, químicas e clorofila-*a* foi utilizada para verificar as inter-relações entre as variáveis,



visando a caracterização ambiental do reservatório. A matriz de dispersão utilizada foi a de correlação e os eixos foram selecionados de acordo com o critério de Broken Stick, (Legendre, 1998). Posteriormente, uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) foi realizada para testar a influência dos períodos analisados sobre as variáveis limnológicas. A distância Euclidiana foi utilizada para realização da PERMANOVA com os dados ambientais.

As análises estatísticas e os gráficos serão realizados através da utilização dos pacotes BiodiversityR (Kindt; Coe, 2005), Vegan (Oksanen et al., 2018) e Rcmdr (Fox; bouchet-valat, 2017) no software R (R Core Team, 2017).

### **3.4. Coletas e determinação de índices biológicos do zooplâncton**

O zooplâncton foi coletado com uma rede cônica com 68 µm de abertura de malha. Foram realizados arrastos verticais do fundo para a superfície. Em seguida, as amostras foram fixadas em formol com concentração final 4%.

A identificação das espécies de microcrustáceos (cladocera e copepoda) e de rotifera foi realizada com o auxílio de microscópio óptico com aumento de até 100 vezes. Bibliografia especializada foram utilizadas para identificar as espécies. Uma câmara de contagem tipo Sedgewick-Rafter de acrílico graduada foi utilizada para contagem dos indivíduos. O esforço de contagem foi até atingir 200 indivíduos da espécie mais abundante em cada ponto amostrado.

Os atributos da comunidade analisados foram: riqueza de espécies, densidade de indivíduos ( $\text{ind.m}^{-3}$ ), Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), uniformidade de Pielou ( $J'$ ) e índice de dominância de Berger-Parker (Krebs, 1999).

As diferenças na estrutura da comunidade zooplanctônica entre os períodos foi testada utilizando a ANOVA FATORIAL, tendo os períodos e a sazonalidade como fatores. Para evidenciar os resultados mais significativos foi realizado o Teste *a posteriori* de Tukey.

Uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) da matriz de abundância transformada em  $\log(x+1)$  foi realizada utilizando uma matriz de distância de Bray-curtis. E análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) foram

realizadas para testar a influência das variações temporais e sazonais sobre a estrutura da comunidade

A análise de redundância (RDA), que identifica associações entre uma matriz de variáveis descritoras e uma matriz de variáveis preditoras, foi realizada entre as espécies e variáveis limnológicas. A matriz de espécies foi transformada em Hellinger (Legendre and Legendre 1998; Legendre and Gallagher 2001).

### **3.5. Uso e ocupação da terra**

Para fazer a caracterização e a análise do uso e ocupação da terra na extensão total da Barragem da Pedra, utilizou-se uma carta topográfica (1:18.000) adquirida na base de dados do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil- Mapbiomas Brasil (coleção 7.0, ano 2021) que possui as estimativas estatísticas da acurácia do mapeamento da cobertura da terra pelo projeto Mapbiomas com acurácia geral de 91,5%, discordância de alocação de 6,9% e discordância de quantidade de 1,7% (Projeto mapbiomas brasil, 2023) na qual fez-se a demarcação da área de estudo de aproximadamente 2.000 metros a partir das margens da represa.

Foram elaborados mapas referentes a Antes (2003), Durante (2014) e Depois (2021). O ano de 2021 foi utilizado para representar o período Depois, pois foi o último ano com imagens disponíveis gratuitamente. Assim, os dados da coleção foram gerados a partir de imagens Landsat 8, com resolução espacial de 30 metros e cada pixel das imagens possuem classificação inicial entre 27 classes de uso da terra, no qual foram utilizados os índices de vegetação, os índices temporais e os índices de texturas para configurar as classificações (Mapbiomas brasil, 2023).

Para este estudo foram utilizados os dados para o Bioma de Caatinga, sendo avaliadas as 6 classes com maior representatividade em área. Conforme os dados da coleção a classificação consistiu em:

- **Área do corpo d'água:** Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.
- **Área de Formação Florestal:** Tipos de vegetação com predomínio de dossel contínuo – savana estépica florestada, floresta estadual semi-decidual e decidual.

- **Área de Formação Savânica:** Tipos de vegetação com predomínio de espécies de dossel semi-contínuo, savana estépica arborizada, savana arborizada.
- **Área de formação natural não florestal:** Composto por afloramentos rochosos (rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade) e restinga herbácea (vegetação herbácea com influência fluviomarinha);
- **Área de agropecuária:** (Mosaico de usos) Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.
- **Área não vegetada:** Áreas de superfícies não permeáveis (infra-estrutura, expansão urbana ou mineração), ação antrópica.

Para o geoprocessamento da carta final contendo a área do empreendimento da linha férrea, bem como os cálculos da área total da represa e a área das classes de uso e ocupação da terra e suas respectivas porcentagens, foram realizados utilizando o software QGIS (versão 3.30.3).

## 4.0 RESULTADOS

### 4.1. Variáveis limnológicas em escala temporal

O Antes foi caracterizado pelos maiores valores de Oxigênio dissolvido ( $8,12 \pm 0,13 \text{ mg.L}^{-1}$ ), disco de Secchi ( $2,00 \pm 1,00 \text{ m}$ ), pH ( $8,22 \pm 0,09$ ), condutividade elétrica ( $316,67 \pm 19,86 \mu\text{S.cm}^{-1}$ ) e alcalinidade ( $60,71 \pm 7,94 \text{ mg.L}^{-1}$ ) (Tabelas 1 e 2).

O Durante foi representado pelo aumento significativo dos materiais em suspensão de sólidos totais ( $54,93 \pm 47,22 \text{ mg.L}^{-1}$ ), para materiais sólidos orgânicos ( $23,30 \pm 21,24 \text{ mg.L}^{-1}$ ). O pH apresentou redução ( $7,22 \pm 0,25$ ). Houve redução marcante do oxigênio dissolvido ( $3,43 \pm 0,44 \text{ mg.L}^{-1}$ ), disco de Secchi ( $0,15 \pm 0,00 \text{ m}$ ). A turbidez apresentou elevada concentração ( $111,65 \pm 10,15 \text{ UNT}$ ) e menor valor para clorofila *a* ( $0,89 \pm 0,25 \text{ mg.L}^{-1}$ ) (Tabelas 1 e 2).

O Depois apresentou aumento na temperatura da água, ocorrendo essa alteração para ambos períodos sazonais. Menor condutividade elétrica ( $0,31 \pm 0,03 \mu\text{S.cm}^{-1}$ ) e Alcalinidade ( $0,54 \pm 0,16 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Materiais sólidos totais reduzido ( $5,20 \pm 1,15 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e suas frações orgânico ( $1,20 \pm 0,30 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e inorgânico ( $4,00 \pm 1,13 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Os demais parâmetros de pH, Oxigênio dissolvido, que apresentaram alterações Durante, demonstraram uma tendência a retornar aos valores encontrados Antes. (Tabelas 1 e 2).

Para a sazonalidade, as principais variações ocorreram para a temperatura ( $28,03 \pm 0,44 \text{ }^\circ\text{C}$ ) na chuva e ( $24,00 \pm 0,32 \text{ }^\circ\text{C}$ ) na seca. Oxigênio dissolvido ( $8,12 \pm 0,13 \text{ mg.L}^{-1}$ ) na seca e ( $7,08 \pm 0,36 \text{ mg.L}^{-1}$ ) na chuva. Disco de Secchi ( $0,80 \pm 0,24 \text{ m}$ ) na chuva e ( $2,00 \pm 1,00 \text{ m}$ ) na seca. Materiais sólidos totais ( $9,26 \pm 17,20 \text{ mg.L}^{-1}$ ) na chuva e ( $4,01 \pm 5,60 \text{ mg.L}^{-1}$ ) na seca. Materiais sólidos inorgânicos ( $7,93 \pm 14,08 \text{ mg.L}^{-1}$ ) na chuva e ( $0,89 \pm 4,91 \text{ mg.L}^{-1}$ ) na seca. Materiais sólidos orgânicos ( $2,90 \pm 0,96 \text{ mg.L}^{-1}$ ) na seca e ( $2,00 \pm 3,52 \text{ mg.L}^{-1}$ ) na chuvosa. De forma abrangente, houve alteração e/ou redução na variação sazonal através dos anos Durante e Depois (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1** – Valores médios e desvio padrão (DP) das variáveis físicas e químicas no **período de Chuva** da Barragem da Pedra nos anos Antes, Durante e Depois.

Ano	Unidade	Antes	Durante	Depois
		Chuva	Chuva	Chuva
Variável	Unidade	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Temperatura	(°C)	28,03 ± 0,44	27,11 ± 0,22	28,72 ± 0,21
pH		8,22 ± 0,09	7,22 ± 0,25	7,45 ± 0,20
Condutividade	( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	316,67 ± 19,86	245,52 ± 2,24	0,316 ± 0,03
Turbidez	(UNT)	-	111,65 ± 10,15	13,42 ± 5,46
Oxigênio Dissolvido	(mg.L <sup>-1</sup> )	7,08 ± 0,36	3,43 ± 0,44	6,64 ± 0,71
Secchi	(m)	0,80 ± 0,24	0,15 ± 0,00	0,90 ± 0,44
Clorofila-a	(mg.L <sup>-1</sup> )	-	0,89 ± 0,25	3,12 ± 0,93
Alcalinidade	(mg.L <sup>-1</sup> )	52,64 ± 7,62	40,17 ± 1,62	0,90 ± 0,13
Materiais Sólidos Totais	(mg.L <sup>-1</sup> )	9,26 ± 17,20	54,93 ± 47,22	5,20 ± 1,15
Materiais Sólidos Inorgânicos	(mg.L <sup>-1</sup> )	7,93 ± 14,08	4,26 ± 2,37	4,00 ± 1,13
Materiais Sólidos Orgânicos	(mg.L <sup>-1</sup> )	2,00 ± 3,52	23,30 ± 21,24	1,20 ± 0,30

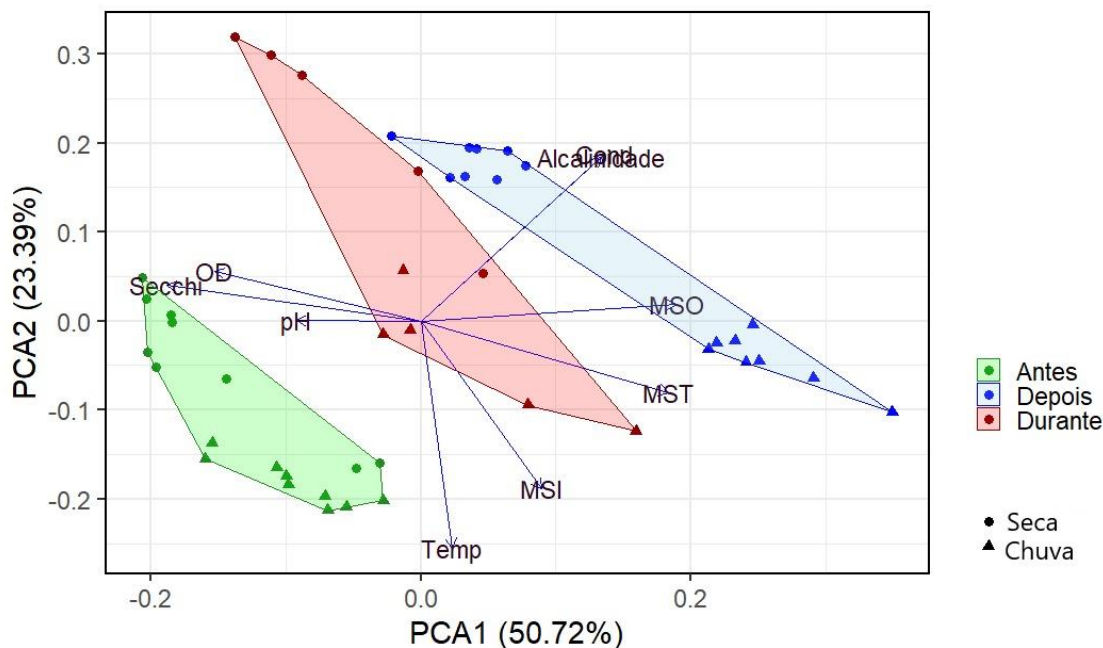
**Tabela 2** – Valores médios e desvio padrão (DP) das variáveis físicas e químicas no **período de seca** da Barragem da Pedra nos anos Antes, Durante e Depois.

Ano	Unidade	Antes	Durante	Depois
		Seca	Seca	Seca
Variável	Unidade	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Temperatura	(°C)	24,00 ± 0,32	24,91 ± 0,26	26,10 ± 0,62
pH		8,06 ± 0,02	7,23 ± 0,16	7,70 ± 0,11
Condutividade	( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	309,00 ± 39,19	255,83 ± 1,53	0,34 ± 0,01
Turbidez	(UNT)	-	27,68 ± 4,03	5,50 ± 7,81

Ano	Unidade	Antes	Durante	Depois
		Seca	Seca	Seca
Variável	Unidade	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Oxigênio Dissolvido	(mg.L <sup>-1</sup> )	8,12 ± 0,13	5,06 ± 0,39	6,28 ± 0,74
Secchi	(m)	2,00 ± 1,00	0,48 ± 0,07	1,70 ± 0,47
Clorofila-a	(mg.L <sup>-1</sup> )	-	0,84 ± 0,17	1,06 ± 0,40
Alcalinidade	(mg.L <sup>-1</sup> )	60,71 ± 7,94	41,70 ± 0,44	0,54 ± 0,16
Materiais Sólidos Totais	(mg.L <sup>-1</sup> )	4,01 ± 5,60	3,95 ± 1,00	1,90 ± 2,33
Materiais Sólidos Inorgânicos	(mg.L <sup>-1</sup> )	0,89 ± 4,91	0,95 ± 0,19	1,20 ± 2,23
Materiais Sólidos Orgânicos	(mg.L <sup>-1</sup> )	2,90 ± 0,96	2,90 ± 0,92	0,90 ± 0,29

Os dois primeiros fatores da PCA explicam juntos 74,11% da variância total dos dados. O primeiro eixo representou 50,72% da variância dos dados, enquanto o segundo eixo PC2 representou 23,39% dessa variância. O eixo PCA1 esteve relacionado com os parâmetros de Transparência (Secchi), Oxigênio dissolvido (OD), Materiais sólidos totais (MST), Materiais Sólidos Orgânicos (MSO) e pH. E o eixo PCA2 relacionou-se com Temperatura (Temp), Materiais Sólidos Inorgânicos (MSI), Condutividade elétrica (Cond) e Alcalinidade (Figura 6).

A distribuição dos pontos no diagrama de ordenação por PCA (Figura 6), demonstrou representou a diferenciação temporal PC1. E para a variação sazonal, houve agrupamentos entre seca e chuva, entretanto de forma marcante apenas para o Depois.



**Figura 6** - Diagrama de ordenação por PCA das variáveis físicas e químicas da Barragem da Pedra entre Antes, Durante e Depois e entre os períodos de seca e chuva – **Temperatura:** Temp. (°C), **pH**, **Condutividade elétrica:** Cond ( $\mu\text{s.cm}^{-1}$ ), **Turbidez:** Turb (UNT), **Oxigênio dissolvido:** O.D (mg.L<sup>-1</sup>), **Transparência disco de Secchi:** Secchi (m), **Clorofila a**, **Alcalinidade**, **Material sólido total:** MST, **Material sólido Inorgânico:** MSI, **Material sólido orgânico:** MSO.

A PERMANOVA (Tabela 3) indicou diferença significativa ( $p=0.001$ ) entre os anos. Para a variação sazonal entre Seca e Chuva indicou diferença significativa ( $p=0.001$ ). E entre as variações temporais e sazonais também houve interação significativa ( $p=0.001$ ).

**Tabela 3** - PERMANOVA da variação temporal entre os Antes, Durante e Depois, da variação sazonal entre Seca e Chuva, e da variação entre temporal e sazonal das variáveis limnológicas na Barragem da Pedra, Jequié, BA.

Variável	R <sup>2</sup>	Pseudo-F	p
Temporal	0.55	59.389	0.001
Sazonal	0.21	44.934	0.001
Temporal : Sazonal	0.06	6.546	0.001
Residual	0.18	-	-

#### 4.2. Variáveis biológicas em escala temporal

A comunidade zooplanctônica foi representada por 48 espécies, sendo 20 espécies de microcrustáceos (11 da classe Cladocera e 9 da classe Copepoda) (Tabela 4) e 28 espécies de Rotifera na totalidade (Tabelas 4 e 5).

A riqueza de espécies diferiu entre os anos ( $F=2,92$ ;  $p=0,05$ ) com os maiores valores no Antes e na chuva (Figura 7, A).

As espécies mais frequentes foram: *Diaphanosoma spinulosum*, *Diaphanosoma birgei* e a *Daphnia gessneri*, *Notodiaptomus cearensis*, *Notodiaptomus iheringi*, *Argyrodiaptomus azevedoi*, *Thermocyclops minutus*, *Thermocyclops decipiens*, *Hexarthra intermedia brasiliensis*, *Conochilus unicornis*, *Keratella americana*, *Lecane bulla* e *Filinia terminalis* (Tabelas 4 e 5).

**Tabela 4** - Lista de espécies de Cladocera e Copepoda e sua respectiva presença (1) e ausência (0) das espécies encontradas na Barragem da Pedra, Jequié-BA nos anos Antes, Durante e Depois.

Espécies	Ano		
	Antes	Durante	Depois
Cladocera			
<i>Bosmina hagmanni</i> Stingelin, 1904	0	0	1
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1985	1	0	0
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1886	1	1	1
<i>Sp1.</i> (Familia Chydoridae)	1	0	1
<i>Daphnia gessneri</i> Herbst, 1967	1	1	1
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981	1	1	1
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1967	1	1	1
<i>Ilyocryptus sordidus</i> Lievin, 1848	1	0	0
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882	1	0	0
<i>Macrothrix laticornis</i> Jurine, 1820	1	0	0
<i>Macrothrix spinosa</i> King, 1953	0	0	1
<i>Moina cf micrura</i> Kurz, 1874	1	0	0
<i>Moina sp</i>	1	0	0
Copepoda calanoida			
<i>Argyrodiaptomus azevedoi</i> Wright, 1935	1	1	1
<i>Notodiaptomus cearensis</i> Wright, 1936	1	1	1



Espécies	Ano		
	Antes	Durante	Depois
<i>Notodiaptomus iheringi</i> Wright, 1935	1	1	1
Copepoda cyclopoida			
<i>Thermocyclops minutus</i> Lowndes, 1934	1	1	1
<i>Thermocyclops decipiens</i> Kiefer, 1929	1	1	1
<i>Thermocyclops cf inversus</i> Kiefer, 1936	1	0	0
<i>Mesocyclops albidus</i> Jurine, 1820	1	1	0
<i>Mesocyclops meridianus</i> Kiefer, 1926	1	0	1
<i>Microcyclops anceps</i> Richard, 1897	1	1	0

**Tabela 5** - Lista de espécies de rotífera e suas respectivas presença (1) e ausência (0) das espécies encontradas na Barragem da Pedra, Jequié-BA nos anos Antes, Durante e Depois.

Rotífera	Espécies	Ano		
		Antes	Durante	Depois
	<i>Asplanchna sieboldii</i> Leydig, 1854	1	0	1
	<i>Brachionus budapestinensis</i> Daday, 1885	1	0	0
	<i>Brachionus caudatus</i> Barrois & Daday, 1894	1	0	0
	<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	1	1	0
	<i>Brachionus Quadridentatus v. brevipinus</i> Ehrenberg, 1832	1	0	0
	<i>Brachionus Quadrid. v. cluniorbicularis</i> Skorikov, 1894	1	0	0
	<i>Brachionus dolabratus</i> Haring, 1914	1	0	0
	<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	1	1	1
	<i>Filinia terminalis</i> Plate, 1886	1	1	1
	<i>Hexarthra inter. brasiliensis</i> Hauer, 1953	1	1	1
	<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	1	1	1
	<i>Keratella tropica</i> Apstein, 1907	1	0	1
	<i>Lecane bulla bulla</i> Gosse, 1851	1	1	1
	<i>Lecane curvicornis</i> Murray, 1913	1	0	0
	<i>Lecane elsa</i> Hauer, 1931	1	0	1
	<i>Lecane leontina</i> Turner, 1892	1	1	0

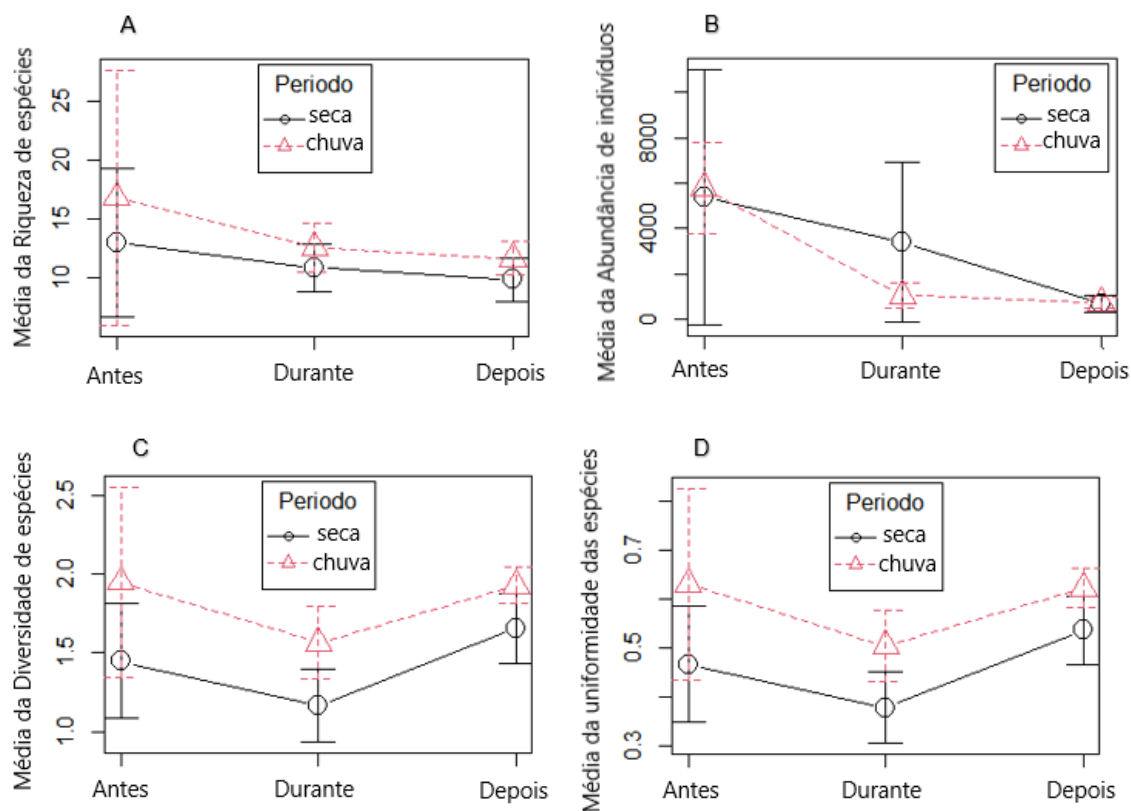
Espécies	Ano		
	Antes	Durante	Depois
Rotifera			
<i>Lecane luna</i> Müller, 1776	1	1	0
<i>Lecane ludwigii</i> Eckstein, 1883	0	1	0
<i>Lecane nana</i> Murray, 1913	0	1	0
<i>Lecane stichea</i> Haring, 1913	0	1	0
<i>Lepadella patella</i> Müller, 1773	0	1	0
<i>Mytilina acantophora</i> Hauer, 1938	1	1	0
<i>Mytilina mucronata mucronata</i> Müller, 1773	1	1	0
<i>Plationus patulus patulus</i> Müller, 1786	1	1	0
<i>Plationus patulus v. macracanthus</i>	1	0	0
<i>Platyaia quadricornis</i> Ehrenberg, 1832	1	1	0
<i>Proales daphnicola</i> Thompson, 1892	1	0	1
<i>Testudinella patina</i> Hermann, 1783	1	1	0

A densidade de indivíduos diferiu entre os anos ( $F=12,43$ ;  $p=0,00$ ) com destaque para o Antes que apresentou até  $8.401,00 \text{ ind.m}^{-3}$  (Figura 7, B).

As espécies com maior dominância foram *Notodiptomus cearensis* (28,5%), *Daphnia gessneri* (19,9%), *Thermocyclops minutus* (11,7%) e *Conochilus unicornis* (4,7%).

A diversidade e uniformidade de espécies diferiu entre os anos ( $F=9,58$ ;  $p=0,00$ ) e entre os sazonais ( $F=17,64$ ;  $p=0,00$ ). O Durante apresentou menor índice de diversidade de Shannon e uniformidade ( $H'=0.89$ ;  $J=0.29$ , receptivamente) (Figura 7, C e D).

O teste posthoc de Tukey demonstrou existir diferença significativa da abundância e riqueza de espécies entre Antes, Durante e Depois, com destaque para as diferenças entre Antes e Depois. Quanto ao índice de diversidade de Shannon ficou evidente a diferença no Durante, não existindo diferença entre Antes e Depois.

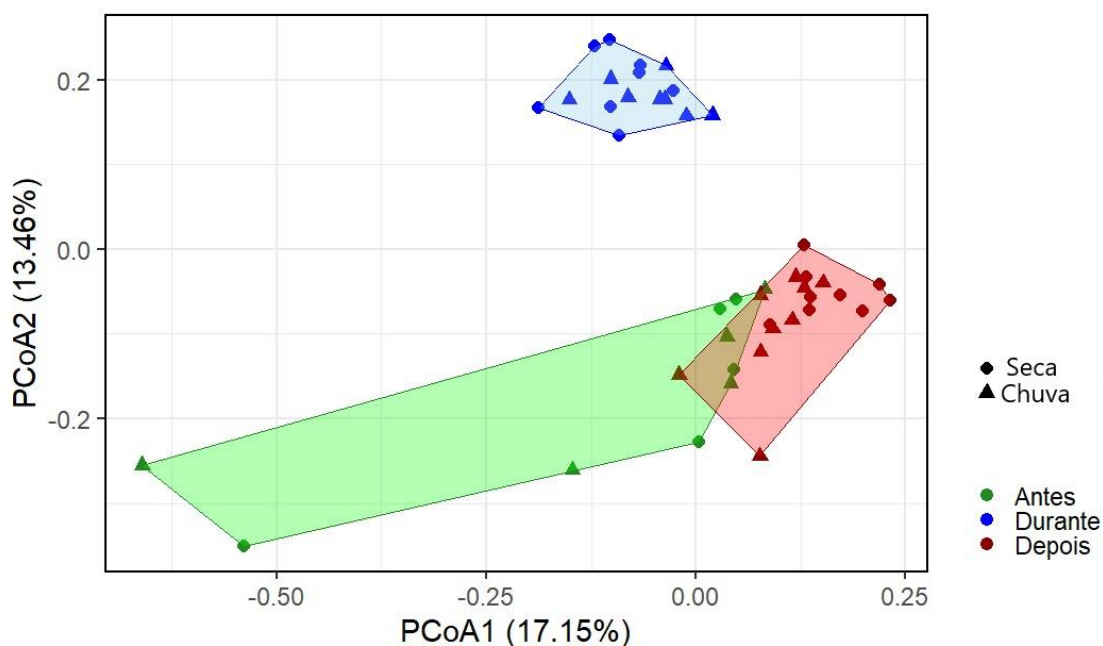


**Figura 7** – Gráfico das médias e desvio padrão das variáveis bióticas de (A) Riqueza de espécies, (B) Abundância (ind.m<sup>-3</sup>), (C) Diversidade de Shannon e (D) Uniformidade de Pielou na variação temporal entre Antes, Durante e Depois e os sazonais seca e chuva.

A composição de espécies diferiu entre os anos (PERMANOVA,  $p=0,00$ ) (Tabela 6). No gráfico (Figura 8) os dois primeiros fatores explicam juntos 30,61% da variância total dos dados, evidenciando a formação de agrupamentos em polígonos da variação temporal entre os anos, demonstrando a significativa alteração na estrutura da comunidade para Durante, enquanto Antes e Depois estão marginalmente segregados. Para a variação sazonal não houve agrupamento significativo.

**Tabela 6** - PERMANOVA da variação temporal entre os anos Antes, Durante e Depois, da variação sazonal entre os períodos de Seca e Chuva, a interação entre temporal e sazonal e as variáveis limnológicas na Barragem da Pedra, Jequié, BA.

Variável	R <sup>2</sup>	Pseudo-F	p
Varição temporal	0.38	13.8894	0.001
Varição sazonal	0.02	1.7819	0.087
Temporal : Sazonal	0.05	2.0679	0.016
Residual	0.53	-	-



**Figura 8** – Gráfico da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) evidenciando a formação de agrupamentos em polígonos da variação temporal entre Antes, Durante e Depois e entre os sazonais de Seca e Chuva.

Na RDA, os dois primeiros fatores explicam juntos 57,16% da associação das variáveis limnológicas e a composição das espécies, entre os anos e períodos.

A variação da transparência com Secchi apresentou-se correlacionada com *Notodiaptomus cearensis*, *Termocyclops minutus* e *Hexarthra intermedia*. Para os Materiais sólidos e suas frações, apenas *Notodiaptomus iheringi* apresentou estar relacionado, enquanto *Diaphanosoma birgei*, *Argyrodiaptomus azevedoi*, *Bosmina hagmani*, *Ceriodaphnia cornuta* e *Daphnia gessneri* se apresentaram inversamente



### 4.3. Uso e Ocupação da Terra

A área analisada correspondeu a 34.491,67 hectares (*ha*) e está representada na Figura 10 (A), (B) e (C), onde também consta as classificações predominantes e a quantificação das diferentes categorias de usos da terra representadas nas tabelas 7, 8 e 9.

Foi possível observar que houveram algumas alterações quantitativas nas classificações. A variação mais significativa do Antes para o Depois foi um aumento total de 41,26% de área sem vegetação, sendo inicialmente encontrada uma área total de 293,17 *ha* e na classificação mais atual encontramos o valor de 710,52 *ha* de áreas não vegetadas consideradas como áreas antrópicas, salientado que a diferenciação temporal em percentual de maior relevância ocorreu Durante o processo construtivo. Bem como, houve uma redução da área do corpo hídrico de 3,51% Durante a implantação, sendo a área Antes de 19.267,04 *ha*, passou a ter 18.591,01 *ha* Durante e aproximadamente retornou a 19.108,38 *ha* Depois.

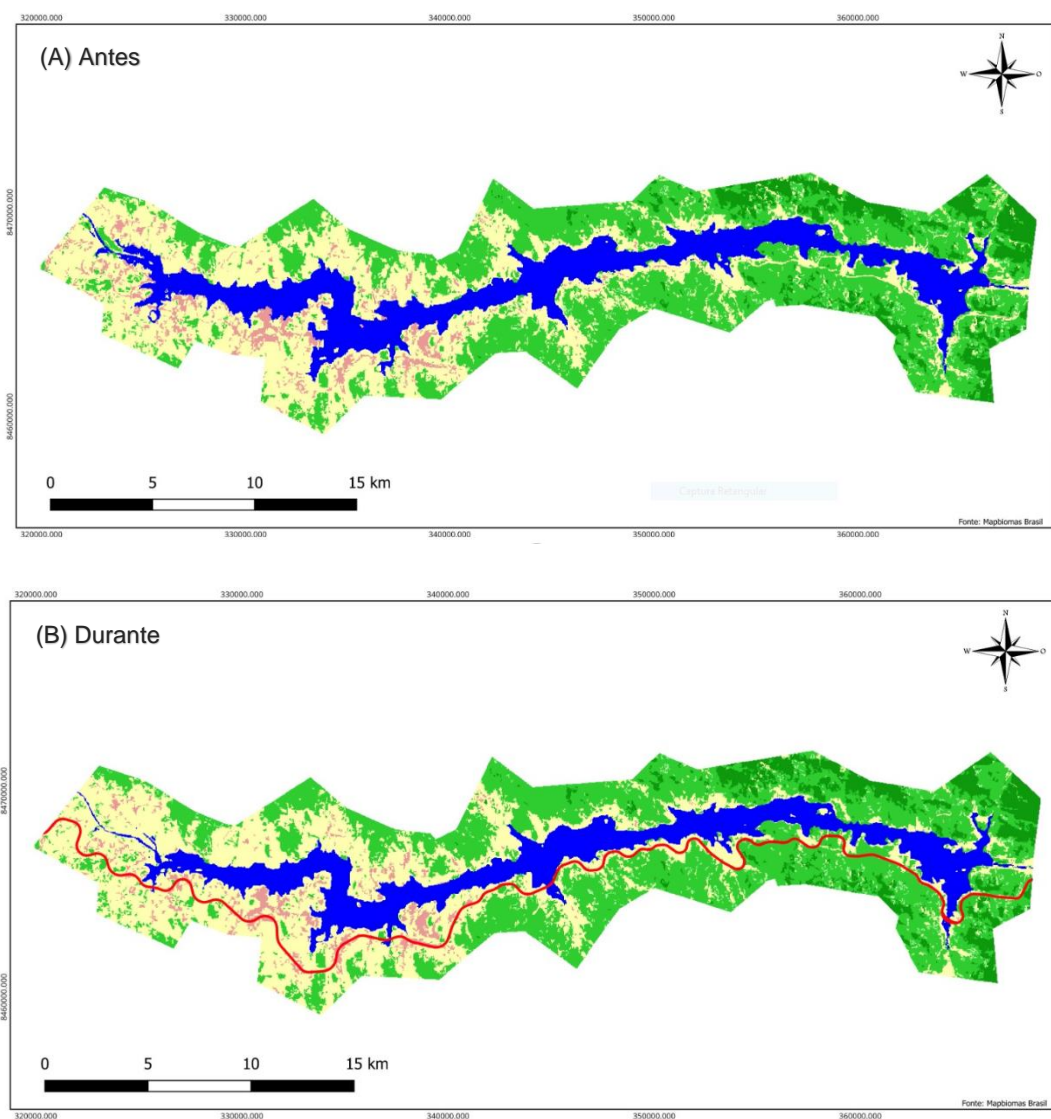
Para a classificação das áreas de Floresta obtivemos os valores de 1.310,68 *ha* Antes, seguido de 1.345,17 *ha* Durante e 1.352,07 *ha* Depois, havendo um aumento de 3,06% entre o Antes e o Depois. Porém vale ressaltar que para classificação da coleção não houve a distinção entre as áreas florestais naturais de dossel contínuo com as áreas de cultivo de frutíferas, de forma que, na região do entorno da represa é bastante comum o plantio para produção, tendo como predominância o cultivo de manga, bem como a predominância de Algarobas (*Prosopis juliflora*) espécie arbórea exótica.

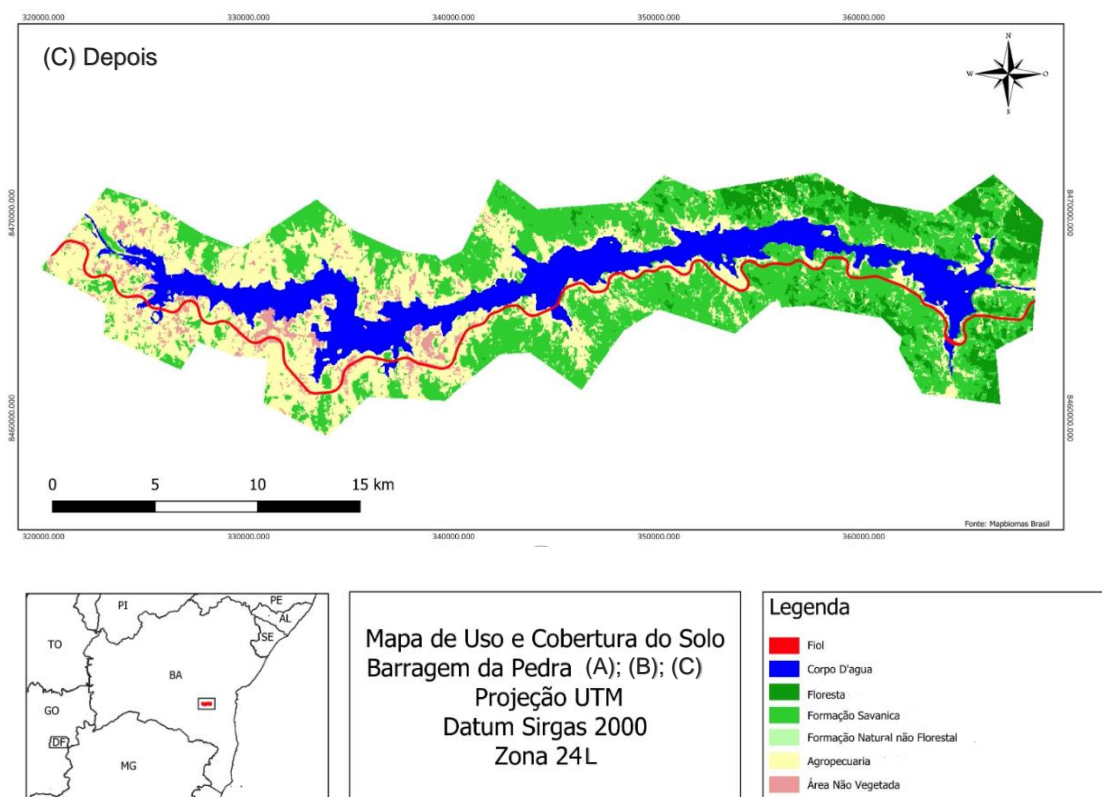
As áreas de formação savânica, são consideradas as áreas onde existem a vegetação com dossel semi-contínuo, assim tivemos que Antes havia 6.484,43 *ha*, Durante houve 7.174,26 *ha* e Depois 6.829,35 *ha*, havendo o aumento de 5,05% entre os anos Antes e o Depois.

Para as áreas de formação natural não florestal, que representam os afloramentos rochosos e restinga herbácea, tivemos que Antes a área era de 248,34 *ha*, no Durante foi de 241,44 *ha* e com um representativo aumento para 710,52 *ha* no Depois, totalizando em 34,95% entre Antes e Depois. Caracterizando o pós implantação construtiva que realizou modificações com detonações rochosas

apresentando maior exposição do material rochoso, assim como os taludes de corte e aterro para o nivelamento de solo.

E por fim, em áreas de agropecuária, houve redução de 11,13% do Antes para o Depois, onde tínhamos 6.922,47 *ha* Antes, Durante com 6.484,43 *ha* e Depois com 6.229,19 *ha* com áreas de pastagem e agricultura. Evidenciando a substituição do uso e ocupação da terra em detrimento ao empreendimento.





**Figura 10** – Mapas e as classificações de uso e ocupação do solo na Barragem da Pedra nos Anos (A) Antes; (B) Durante e (C) Depois da Implantação da FIOIL.

**Tabela 7** – Análise quantitativa da classificação do uso e ocupação da terra na Barragem da Pedra, Jequié, BA no Antes da FIOIL.

Uso e Ocupação (Antes)	Hectares	%
Corpo D'água	19.267,04	55,86
Floresta	1.310,68	3,80
Formação Savânica	6.484,43	18,80
Formação Natural não Florestal	248,34	0,72
Agropecuária	6.922,47	20,07
Área não vegetada	293,17	0,85
<b>Área total</b>	<b>34.491,67</b>	<b>100,00</b>



**Tabela 8** – Análise quantitativa da classificação do uso e ocupação da terra na Barragem da Pedra, Jequié, BA no **Durante** a implantação da FIOL.

<b>Uso e Ocupação (Durante)</b>	<b>Hectares</b>	<b>%</b>
Corpo D'água	18.591,01	53,90
Floresta	1.345,17	3,90
Formação Savânica	7.174,26	20,80
Formação Natural não Florestal	241,44	0,70
Agropecuária	6.484,43	18,80
Área não vegetada	672,58	1,95
<b>Área total</b>	<b>34.491,67</b>	<b>100,00</b>

**Tabela 9** – Análise quantitativa da classificação do uso e ocupação da terra na Barragem da Pedra, Jequié, BA no **Depois** da implantação da FIOL.

<b>Uso e Ocupação (Depois)</b>	<b>Hectares</b>	<b>%</b>
Corpo D'água	19.108,38	55,40
Floresta	1.352,07	3,92
Formação Savânica	6.829,35	19,80
Formação Natural não Florestal	262,13	0,76
Agropecuária	6.229,19	18,06
Área não vegetada	710,52	2,06
<b>Área total</b>	<b>34.491,67</b>	<b>100,00</b>

## 5. DISCUSSÃO

Neste estudo, foi possível observar que as variáveis limnológicas diferiram significativamente entre os anos e entre os períodos sazonais, e as variáveis biológicas da comunidade não diferiram entre os períodos sazonais, mas diferiram significativamente entre os anos, corroborando a hipótese dos efeitos do processo construtivo da ferrovia sob a qualidade da água do reservatório e sob a composição da comunidade zooplânctônica durante o período da implantação de infraestrutura e nivelamento de solo. Desta forma, atividades antrópicas de empreendimentos podem causar perturbações ambientais significativas nos ecossistemas aquáticos, afetando a composição das comunidades aquáticas e a qualidade da água (De Queiroz, 2008).

Avaliações de impactos ambientais provenientes da implantação de infraestrutura por empreendimentos em regiões do entorno e/ou no leito de cursos hídricos indicam como principais modificação a entrada de material particulado no corpo d'água, a mistura na interface sedimento-água, e a desestratificação da água durante o processo construtivo (Silveira et al., 2021). Processos estes, que em face construtiva caracterizam impactos como assoreamento, supressão de vegetação em área de preservação permanente, modificações no uso e ocupação da terra, erosões e degradação dos solos, a aceleração da eutrofização e as possíveis contaminações por resíduos sólidos (Mechi, et al., 2010; Danelon et al., 2023).

Os dados limnológicos e biológicos obtidos antes da implantação construtiva da linha férrea estavam dentro dos padrões definidos como favoráveis para abastecimento e consumo humano após tratamento convencional, tal como enquadrado pela legislação brasileira Resolução CONAMA nº 357/2005. Neste período foram observados maiores valores de oxigênio dissolvido e transparência da água (disco de Secchi). Durante o processo construtivo, foram registradas aumento significativo da turbidez, afetando a transparência da água, oxigênio dissolvido e concentração da Clorofila-a.

As alterações no pH, na redução da condutividade elétrica e da alcalinidade se mantiveram apresentando interação com a comunidade zooplânctônica. Em ambiente aquático a alcalinidade indica a quantidade de íons na água capazes de

neutralizar ácidos, a sua concentração expressa a capacidade de tamponamento da água, assim quando em concentrações reduzidas ( $< 24 \text{ mg/L}$  como  $\text{CaCO}_3$ ) apresentam baixa capacidade de tamponamento, sendo suscetíveis às mudanças de pH (Chapman et al., 1996; Coelho, 2015). E a condutividade elétrica é a medida de íons carregados na água e influenciados pelas condições da escala de paisagens, através do intemperismo das rochas da geologia da bacia hidrográfica e outras fontes naturais e fatores antrópicos (Hamid et al., 2020).

A análise temporal do uso e ocupação da terra, sugeriu substituições de áreas florestadas para áreas não vegetadas e de formações rochosas, ocorrendo a diferenciação temporal em maior percentual durante o processo construtivo. Nessa perspectiva, Martins et al., 2022 realizou uma avaliação da relação entre a qualidade e os custos de tratamento de água e a alteração dos usos da terra, destacando que ações de conservação e restauração dos recursos hídricos devem considerar a área vegetal da zona ripária, sendo crucial para o manejo da qualidade da água. Josué, 2021 utilizando a comunidade zooplanctônica como bioindicadores em lago impactado, obteve resultados positivos no monitoramento da restauração do ecossistema aquático através da regeneração vegetal. Assim como, Medeiros et al., 2019 evidencia a influência da vegetação para a estrutura da comunidade zooplanctônica na manutenção da biodiversidade. Concluído que, os corpos hídricos são sensíveis as alterações na cobertura vegetal e no uso e ocupação da terra (Batalha et al., 2014).

De forma integrada, as alterações no uso e ocupação da terra influenciaram nas características da água do reservatório, e na resposta biológica ao impacto ambiental. A comunidade zooplanctônica diferiu entre os anos, com destaque para a simplificação da comunidade (menores valores de riqueza de espécies, densidade e equitabilidade no durante as obras) e forte associação da variação das espécies com às flutuações ambientais. A capacidade de resposta à essas mudanças ambientais estão relacionadas à intensidade das flutuações do ambiente e da diversidade (Lehner, et al., 2011). Moreira et al, 2016 evidência em ambiente impactado e com elevada turbidez, a redução na composição, biomassa e diversidade de espécies zooplanctônica como consequência.

Entre os gêneros mais representativos, a *Hexarthra sp.* (Rotifera) e a *Notodiaptomus sp.* (Copepoda calanoida) ocorreram em ambientes de gradiente mesotrófico-eutrófico. A *Diaphanosoma spinulosum* (Herbst, 1975) ocorreu em ambientes com maior turbidez. Enquanto *Daphnia gessneri* (Herbst, 1967), *Bosminopsis deitersi* (Richard, 1895) e *Ceriodaphnia cornuta* (Sars, 1886), ambas encontradas apenas e/ou em maior abundância Antes e Depois, são consideradas indicadores de melhor qualidade devido à relação com águas mais transparentes (Carvalho, et al 1984; De-Carli et al., 2018).

Estes impactos construtivos sobre os sistemas aquáticos tendem a ir além da variação das espécies em uma comunidade, pois podem refletir nas interações ecológicas e ecossistêmicas. Gall et al., 2021 e Wang et al., 2024 apresentaram estudos ecológicos das interações de nível trófico da cadeia alimentar marinha, identificando haver variação espaço-temporal em diversas comunidades aquáticas durante o processo construtivo de parques eólicos offshore, como exemplo, onde os impactos incluíram a perturbação do habitat e dos locais de reprodução, alterações de biomassa e na composição e migração das comunidades de organismos planctônicos, bentônicos, de peixes, aves e mamíferos aquáticos.

Os dados obtidos Depois, no espaço temporal de 08 anos à implantação do empreendimento no trecho da Barragem da Pedra, indicam tendência de recuperação natural das condições físico-químicas da água e biológicas, caracterizada por: redução de materiais sólidos e frações; aumento da transparência da água, concentração de oxigênio dissolvido e clorofila-a. Estes fatores são importantes para a dinâmica da comunidade zooplanctônica, de forma que podem contribuir para a resiliência da comunidade. Assim, com este estudo foi possível verificar os efeitos da construção da linha férrea sobre o ambiente aquático e as respostas da comunidade zooplanctônica frente as perturbações ambientais.

## 6. CONCLUSÃO

- Houve alteração temporal significativa na estrutura da comunidade zooplanctônica e na qualidade da água do reservatório.
- Os impactos durante o processo construtivo estão diretamente relacionados com as alterações de aumento dos índices de turbidez, aumento de Materiais sólidos totais e orgânicos, redução significativa da transparência da água (Secchi), redução na clorofila-*a* e redução do oxigênio dissolvido na água.
- As consequências do impacto foram observadas na estrutura da comunidade zooplanctônica Durante e Depois do processo construtivo, onde foi observado a redução de riqueza, da abundância e da diversidade de espécies.
- Os resultados do ano Depois, apresentam uma tendência de recuperação natural das condições físico-químicas da água e biológicas.
- Foi possível observar no uso e ocupação da terra, substituições de áreas florestadas para áreas não vegetadas e de formações rochosas, ocorrendo a diferenciação temporal em maior percentual Durante o processo construtivo.
- É possível enfatizar que, existe a influência de ações antrópicas proveniente de atividades exógenas ao empreendimento, porém, os pontuais impactos construtivos catalisam os processos naturais para a aceleração da eutrofização do reservatório, assim comprometendo a qualidade do curso hídrico.
- O estudo corrobora com a relação da sazonalidade para as variáveis limnológicas em região semiárida.

## 7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gall, A. B.-Le et al. Large-scale responses of porpoises to pile and vessel driving activities during offshore wind farm construction. *Journal of Environmental Sciences. Sec. Marine Ecosystem Ecology*. V. 8, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fmars.2021.664724>> Acesso em dezembro 2023.
- Agritempo – Sistema de monitoramento agrometeorológico – Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Estatisticas/index.jsp?siglaUF=BA>> Acesso em novembro de 2021.
- Barbosa, Eliana Rosa de Queiroz; Somekh, Nadia; Meulder, Bruno De. O rio, a ferrovia e a marginal: infraestrutura e ambiente na ocupação da várzea do Tietê em São Paulo. *Cadernos Metr pole*, v. 22, p. 527-553, 2020.
- Batalha, Sarah Suely Alves et al. Physico-chemical and biological conditions in surface waters of the Tapajós River and the conservation of the National Forest in the Amazon, Brazil. *Ambiente e Agua-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 9, n. 4, p. 647-663, 2014.
- Carvalho, M.L. Influência preda o por peixes e da turbidez da água em uma popula o de *Daphnia gessneri* em um lago de várzea amazônico, Brasil. In: Dumont, HJ, Tundisi, JG (eds) *Zooplâncton tropical*. Desenvolvimentos em Hidrobiologia, v. 23. Springer. 1984.
- Cartilha FIOL – PPI, fev. 2021 - Disponível em: <<https://www.ppi.gov.br/ferrovia-ef-334ba-ferrovia-de-integracao-oeste-lest-fiol>> Acesso em junho de 2021.
- Chapman, D. e Kimstach, V. (1996) Sele o de Variáveis de Qualidade da  gua. Avalia es da qualidade da água: um guia para o uso de biota, sedimentos e água no monitoramento ambiental, Chapman Edition, 2<sup>a</sup> edi o, E e FN Spon, Londres, 59-126. 1996.

- Coelho, Victor HR et al. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, p. 64-72, 2014.
- Coelho, Deisy de Assis et al. Análise da alcalinidade total e concentração de carbono inorgânico em trechos urbanos de rios: o exemplo do rio Santa Rita, região sudoeste da Bahia. In: *Anais do VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. 2015.
- Dala-Corte, Renato B. et al. Limiares da biodiversidade de água doce em resposta à perda de vegetação ciliar na região Neotropical. *Journal of Applied Ecology*, v. 57, n. 7, pág. 1391-1402, 2020.
- Danelon, Jean Roger Bombonato; BARCELOS, Anna Carolina. Processos antropogênicos induzidos em ambientes urbanizados. *Mercator (Fortaleza)*, v. 21, p. e21033, 2023.
- De-Carli, Bruno P. et al. Zooplankton community and their relationship with water quality in São Paulo State reservoirs. *Iheringia-Serie Zoologia*, 2018.
- De Queiroz, J. F. et al. Ecossistemas aquáticos e seu manejo. In: Queiroz, JF de; SILVA, MSGM; Trivinho-strixino, S.(Ed.). *Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de águas*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. p. 8-25., 2008.
- Dias, J. D.; Simões, N. R.; Bonecker, C. C. Zooplankton community resilience and aquatic environmental stability on aquaculture practices: a study using net cages. *Brazilian Journal of Biology*, v. 72, p. 1-11, 2012.
- Dos santos, F. M.; de Paula Neves, M.; Di lollo, José Augusto. Processos erosivos e produção de sedimentos: suas relações com a cobertura vegetal na Bacia do Ribeirão do Roque. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 18, n. 2021.

Duarte, Maria Rita Nascimento et al. Dinâmica limnológica em reservatório artificial e rio intermitente na região semiárida em função do uso e ocupação do solo. *Ciência agronômica*, Vol.52 (1), 2021.

EIA FIOL EF 334, 2009 – Disponível em: <[http://www.alcantara.pro.br/pesquisas/eia\\_rima/2009-EIA-FIOL.pdf](http://www.alcantara.pro.br/pesquisas/eia_rima/2009-EIA-FIOL.pdf)> Acesso em maio de 2022.

Esteves, F. A. Fundamentos de Limnologia. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 3ª ed, 2011.

Fonseca, C. P. and Rezende, R. de S. Factors that drive zooplankton diversity in Neo-Tropical Savannah shallow lakes. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 2017, v. 29. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S2179-975X1817>> acesso em novembro 2023.

Fox, J., and Bouchet-valat, M. Rcmdr: R Commander. R package version 2.4-1., 2017.

Golterman, H.L., Clymo, R.S. & Ohstad, M.A. Methods for physical & chemical analysis of freshwater. 2a ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 231p.1978.

Hamid, A., Bhat, S.U. & Jehangir, A. Determinantes locais que influenciam a qualidade da água dos riachos. *Appl Water Sci* 10, 24 (2020)

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, manual técnico de uso da terra. 3ª Ed. Rio de Janeiro, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Geociências – Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie.html>> acesso em abril de 2018



Inema, Geobahia – Disponível em:  
<<http://geobahia.inema.ba.gov.br/geobahia5/interface/openlayers.htm?nnuccj9k68d4il5nm5129rjnt7>> Acesso em abril 2018.

Inema, CBH Contas - Disponível em: < <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/comites-de-bacias/comites/cbh-contas/>> Acesso em abril 2018.

Josué, Iollanda IP et al. Zooplankton functional diversity as an indicator of a long-term aquatic restoration in an Amazonian lake. *Restoration Ecology*, v. 29, n. 5, p. e13365, 2021.

Krebs, C.J. *Ecological Methodology*. 2. ed. New York: Benjamin/ Cummings, 620 p. 1999.

Kindt, R. & Coe, R. *Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies*. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi, 2005.

Krupa E, Aubakirova M, Romanova S. Factors Affecting Water Quality and the Structure of Zooplankton Communities in Wastewater Reservoirs of the Right-Bank Sorbulak Canal System (South-Eastern Kazakhstan). *Water*. 2022; 14(11):1784. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/w14111784> > acesso em outubro de 2023.

Lehner, Ben; Kaneko, Kunihiko. Flutuação e resposta em biologia. *Ciências da Vida Celulares e Moleculares*, v. 1005-1010, 2011.

Legendre, P.; Legendre, L. *Numerical ecology*. Amsterdam: Elsevier Science. 853p. 1998.

Mackereth, F.I.H.; Heron, J.; Talling, JF. *Water analysis: some revised methods for limnologists*. London: Freshwater Biological Association, 1978, 121p.

- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press, 179 p. 1988.
- Magurran, A. E., Medindo a diversidade biológica /Anne E.Magurran; tradução Dana Moiana Vianna.- Curitiba: Ed. da UFPR, 2013, 261p. 1955.
- Martins, D. V. R., et al. "Avaliando a Relação Entre a Qualidade e Os Custos De Tratamento De Água e a Alteração Dos Usos Do Solo Em Múltiplas Escalas Espaciais: Um Caso De Estudo De Bacias Hidrográficas Do Sul Da Bahia, Brasil." Engenharia Sanitária e Ambiental, vol. 27, no. 4, pp. 773–782, 2022.
- Mechi, Andréa; Sanches, Djalma Luiz. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. Estudos avançados, v. 24, p. 209-220, 2010.
- Medeiros, Ítalo LS et al. Does riparian vegetation influence the composition and structure of the zooplankton community in temporary ponds?. Iheringia. Série Zoologia, v. 109, 2019.
- Mezzomo, M. M and Gasparini, G. S. Estudo da alteração antrópica (hemerobia) da bacia hidrográfica do Rio Mourão-PR. rev. REAGA: o espaço geográfico em análise. Curitiba, v.36, p. 280-301, 2016.
- Moreira, Francisco Wagner Araujo et al. Assessing the impacts of mining activities on zooplankton functional diversity. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 28, 2016.
- Oksanen, J., et al., vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-6., 2018 Disponível em: < <https://CRAN.R-project.org/package=vegan> > acesso em abril de 2018.
- Pinto, I.; Nogueira, S.; Rodrigues, S.; Formigo, N.; Antunes, S.C. Zooplankton Add Value to Monitoring Water Quality? A Case Study of a Meso/Eutrophic

Portuguese Reservoir. *Water*. 2023; 15(9):1678. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/w15091678>> acesso em outubro de 2023.

Projeto Mapbiomas - Coleção 7.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/estatistica-de-acuracia/colecao-7-1/>> acesso em 23 de outubro de 2023.

Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.

Ramos, G.G. et al. Uso de geotecnologias para determinação de áreas de preservação permanente em trecho da Sub-bacia do Rio Piranhas, Semiárido, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 12, p. e121101220138-e121101220138, 2021.

Romão, A.C.B.C. and Souza, M. L. de. Análise do uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão são tomé, noroeste do paraná –PR (1985 e 2008). *rev. REAGA: o espaço geográfico em análise*, vol. 21, no.0. 2011. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/16657>> acesso em junho de 2021.

Saes, Beatriz Macchione et al. Justiça ambiental e irresponsabilidade social corporativa: o caso da mineradora Vale SA. *Ambiente & Sociedade*, v. 24, 2021.

Santos, J.S., Simões, N.R. and Sonoda, S.L. Spatial distribution and temporal variation of microcrustaceans assembly (Cladocera and Copepoda) in different compartments of a reservoir in the brazilian semiarid region. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 30, 108p. 2018.

Silveira, N. de F. N.; De souza, B. D.'A.. Avaliação de impactos ambientais em projetos de engenharia para obras sustentáveis. In: XII Congresso brasileiro de gestão ambiental, Salvador. 2021.

Simões, N, R.; Sonoda, S, L. Estrutura da assembléia de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) em um reservatório do semiárido Neotropical, Barragem de Pedra, Estado da Bahia, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*. Maringá, v. 31, n. 1, p. 89-95, 2009.

Souza, Carla Albuquerque de. Impactos do represamento sobre a diversidade zooplanctônica e implicações para o biomonitoramento. 2019. xii, 109 f., il. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade de Brasília, Planaltina, 2019.

Schmidt, J.; Andrade, P. D. B. de; Padial, A. A.. Zooplankton trajectory before, during and after a hydropower dam construction. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 32, 2020.

Teixeira, C.; KUTNER, M. M. Plankton studies in a mangrove environment I – First assessment of standing stock and ecological factors. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 12: p.101-124, 1962.

Wang, Lijing et al. Ecological impacts of the expansion of offshore wind farms on trophic level species of marine food chain. *Journal of Environmental Sciences*, v. 139,p.226-244,2024.Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.jes.2023.05.002>.> Acesso em dezembro de 2023.