



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS PRINCESA ISABEL
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JOSÉ ALEXANDRE FERREIRA DA SILVA

**DINÂMICA DA BIODIVERSIDADE DE CHIRONOMIDAE EM RESERVATÓRIOS
SEMIÁRIDOS**

PRINCESA ISABEL

2025

JOSÉ ALEXANDRE FERREIRA DA SILVA

**DINÂMICA DA BIODIVERSIDADE DE CHIRONOMIDAE EM RESERVATÓRIOS
SEMIÁRIDOS**

Trabalho de Conclusão do Curso, modelo Artigo Científico, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - *Campus* Princesa Isabel, como requisito necessário para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Daniele Jovem da Silva Azevêdo

Coorientadora: MSc. Mirely Kaline Gomes Maia

PRINCESA ISABEL

2025

IFPB - Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) – Agnaldo Oliveira - CRB - 15/988

S586d	Silva, José Alexandre Ferreira da. Dinâmica da biodiversidade de chironomidae em reservatórios semiáridos / José Alexandre Ferreira da Silva. – 2025. 29 f : il. Trabalho de Conclusão de Curso (Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Princesa Isabel, 2025. Orientador(a): Profa. Dra. Daniele Jovem da Silva Azevêdo. Coorientadora: MSc. Mirely Kaline Gomes Maia 1. Ciências Biológicas. 2. Macroinvertebrados Bentônicos. 3. Semiárido - Sistemas lânticos. 4. Bioindicadores. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título. IFPB/PI CDU 57
-------	---

Catalogação na Publicação elaborada pela Seção de Processamento Técnico da Biblioteca
Professor José Eduardo Nunes do Nascimento, do IFPB Campus Princesa Isabel.

TERMO DE APROVAÇÃO

JOSÉ ALEXANDRE FERREIRA DA SILVA

DINÂMICA DA BIODIVERSIDADE DE CHIRONOMIDAE EM RESERVATÓRIOS SEMIÁRIDOS

Trabalho de Conclusão do Curso, modelo Artigo Científico, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Princesa Isabel, como requisito necessário para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas e aprovado pela banca examinadora.

Aprovado em: 10/12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **DANIELE JOVEM DA SILVA AZEVEDO**
Data: 27/01/2026 14:24:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Daniele Jovem da Silva Azevêdo (Orientadora)

Instituto Federal da Paraíba - IFPB

Documento assinado digitalmente
 **FAGNER NEVES OLIVEIRA**
Data: 26/01/2026 12:08:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. MSc. Fagner Neves Oliveira (Membro Interno)

Instituto Federal da Paraíba - IFPB

Documento assinado digitalmente
 **WILMA IZABELLY ANANIAS GOMES**
Data: 26/01/2026 10:02:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Wilma Izabelly Ananias Gomes (Membro Externo)

Laboratório de Ecologia de Bentos

Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, cuja presença silenciosa guiou meus passos por caminhos que, muitas vezes, eu mesmo não sabia como trilhar. Suas bênçãos iluminaram minha mente nos dias incertos e me permitiram chegar até aqui com fé e esperança renovada.

Meus pais, José Arnaldo e Inês, merecem uma gratidão que vai muito além das palavras. Com amor e sacrifícios, muitos invisíveis aos meus olhos, foram eles que construíram as bases sólidas sobre as quais pude sonhar e conquistar. A força e o exemplo que me deram são os alicerces de tudo o que sou. Aos meus irmãos, Aline e Aleff, meu agradecimento sincero por compartilharem comigo cada conquista, medo e momentos únicos. O que alcancei é também reflexo da nossa conexão e carinho mútuo ao longo da vida.

Sou profundamente grato a Guilherme, Fátima e Gabriel, que a vida me confiou como família. A presença constante, o cuidado genuíno e o apoio que tantas vezes me ergueram nos bastidores desta caminhada fizeram toda a diferença. Vocês são meu porto seguro, um vínculo que vai além do sangue.

A todos os amigos e colegas que encontrei na graduação, sou imensamente grato pelos momentos compartilhados, pelas conversas e trocas que tornaram este percurso mais leve e inesquecível. Cada um deixou em mim algo que levarei adiante, principalmente, Jussara, Camile, Rutylânia, Ester, Liel e as Amandas.

Aos professores do curso, expressei minha admiração e gratidão. Suas vozes e exemplos despertaram em mim o olhar de carinho pela docência e pelas Ciências Biológicas. Ao professor Evaldo e à professora Fernanda, da disciplina de TCC, agradeço pela condução sensível e pela orientação firme que nos guiou até a reta final.

Ao mencionar minha orientadora, professora Daniele Jovem, agradeço pela dedicação, paciência e pela forma humana com que me guiou neste trabalho. Suas palavras de incentivo, cada correção com sensibilidade e cada momento de orientação foram essenciais para despertar meu potencial. A coorientadora Mirely também merece meu profundo reconhecimento, pelo suporte e a gentileza durante todo o processo. À Betsy e a todos do Laboratório de Estudos das Águas do Semiárido (LaBEAS), deixo meu sincero reconhecimento por cada gesto de apoio. Sou igualmente grato às instituições parceiras: FAPESQ, CNPq, FACEPE, PPGE, IFPE - *Campus Floresta* e ao IFPB - *Campus Princesa Isabel*, por viabilizarem esta pesquisa.

Por fim, agradeço a mim mesmo. Àquele que enfrentou medos silenciosos, que permaneceu firme em meio às incertezas e que não desistiu mesmo nos momentos de maior cansaço. A coragem de continuar, a disposição para aprender e a resiliência diante das dificuldades são frutos de uma jornada pessoal de crescimento. Essa conquista carrega em si toda a paciência, o esforço e uma fé profunda num futuro promissor.

RESUMO

Os reservatórios do semiárido brasileiro são ecossistemas fortemente modulados por variações hidrológicas sazonais, as quais influenciam a disponibilidade de recursos, a qualidade da água e a estabilidade das comunidades de organismos bentônicos, uma vez que a alternância entre períodos de cheia e seca altera as condições físicas, químicas e biológicas do habitat. Este estudo visa avaliar a dinâmica estrutural da assembleia de quironomídeos (abundância, riqueza taxonômica e diversidade) frente às variações ambientais associadas aos eventos hidrológicos de cheia e seca em reservatórios do semiárido, identificando os gêneros que melhor contribuem para as diferenças observadas e as variáveis ambientais que melhor explicam essas mudanças. Os resultados evidenciaram diferenças significativas entre reservatórios e períodos hidrológicos (PERMANOVA, $p = 0,0001$), com dominância dos gêneros *Tanytarsus*, *Goeldichironomus* e *Polypedilum*, responsáveis pela maior parcela da abundância registrada, a qual atingiu valores máximos de até 706 indivíduos no período seco, especialmente em ambientes caracterizados por baixos níveis de oxigênio dissolvido. A combinação de oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio amoniacal, clorofila-a e matéria orgânica apresentou o maior poder explicativo para a estrutura faunística, refletindo gradientes de trofia e condições associadas à degradação do sedimento, caracterizada pelo acúmulo de matéria orgânica e pela redução da qualidade ambiental do habitat bentônico. Os resultados ressaltam a sensibilidade dos Chironomidae e como as mudanças hidrológicas atuam na modulação das assembleias. As variações na dinâmica das assembleias frente aos gradientes ambientais observadas neste estudo também reforçam sua eficiência como bioindicadores em sistemas lênticos do semiárido.

Palavras-chave: Bioindicadores; Macroinvertebrados Bentônicos; Semiárido; Sistemas Lênticos; Variações Hidrológicas.

ABSTRACT

Reservoirs in the Brazilian semi-arid region are ecosystems strongly modulated by seasonal hydrological variations, which influence resource availability, water quality, and the stability of benthic organism communities, as the alternation between flood and drought periods alters the physical, chemical, and biological conditions of the habitat. This study aims to evaluate the structural dynamics of chironomid assemblages (abundance, taxonomic richness, and diversity) in response to environmental variations associated with hydrological flood and drought events in semi-arid reservoirs, identifying the genera that most contribute to the observed differences and the environmental variables that best explain these changes. The results showed significant differences among reservoirs and hydrological periods (PERMANOVA, $p = 0.0001$), with dominance of the genera *Tanytarsus*, *Goeldichironomus*, and *Polypedilum*, which accounted for the largest proportion of the recorded abundance, reaching maximum values of up to 706 individuals during the dry period, especially in environments characterized by low dissolved oxygen levels. The combination of dissolved oxygen, total phosphorus, ammoniacal nitrogen, chlorophyll-a, and organic matter exhibited the greatest explanatory power for faunal structure, reflecting trophic gradients and conditions associated with sediment degradation, characterized by organic matter accumulation and reduced environmental quality of the benthic habitat. The results highlight the sensitivity of Chironomidae and how hydrological changes modulate assemblages. Variations in assemblage dynamics in response to the environmental gradients observed in this study further reinforce their effectiveness as bioindicators in semi-arid lentic systems.

Keywords: Benthic Macroinvertebrates; Bioindicators; Hydrological Variations; Lenticular Systems; Semiarid.

SUMÁRIO

Introdução.....	11
Materiais e Métodos.....	12
1. Caracterização da área de estudo e desenho amostral.....	12
2. Processamento das amostras e análises estatísticas.....	14
Resultados.....	14
1. Variação ambiental e composição da assembleia.....	14
2. Estrutura da assembleia e influência das variáveis ambientais.....	18
Discussão.....	20
Considerações finais.....	21
Agradecimentos.....	22
Contribuições dos autores.....	22
Conflito de interesses.....	22
Ética.....	22
Referências.....	23
Legendas de figuras.....	28
Anexos.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa da área de estudo e locais de amostragem, na bacia hidrográfica do Rio Pajeú, semiárido brasileiro. Os pontos pretos no mapa representam os locais de coleta nos reservatórios estudados.....	13
Figura 2. Abundância total dos gêneros de Chironomidae encontrados nos períodos seco e chuvoso, nos reservatórios Barra do Juá (BJ), Cachoeira II (CA), Jazigo (JA) e Serrinha II (SE), Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Nordeste, Brasil.....	18
Figura 3. Correlações dos dez melhores modelos para descrever a associação das variáveis ambientais com a estrutura da assembleia de Chironomidae nos reservatórios Barra do Juá (BJ), Cachoeira II (CA), Jazigo (JA) e Serrinha II (SE), Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Nordeste, Brasil.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Volume dos reservatórios nos períodos de estiagem (junho/2022) e chuvoso (abril/2023). Valores não registrados estão representados por “-”	13
Tabela 2. Dados ambientais dos reservatórios estudados: Barra do Juá (BJ), Cachoeira II (CA), Jazigo (JA) e Serrinha II (SE), localizados na bacia hidrográfica do rio Pajeú- PE. Valores apresentados como média $\pm$ desvio-padrão para cada variável. Fonte: Dinâmica da biodiversidade de Chironomidae em reservatórios semiáridos.....	16
Tabela 3. Comparações pareadas da estrutura das assembleias de Chironomidae entre os reservatórios Barra do Juá (BJ), Jazigo (JA), Serrinha II (SE) e Cachoeira II (CA), Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Nordeste, Brasil, nos períodos seco e chuvoso da região.....	17
Tabela 4. Métricas biológicas dos gêneros de Chironomidae por reservatório e período amostral, apresentando valores de abundância, riqueza taxonômica e diversidade. Taxa não registrados estão indicados por “-”	18
Tabela 5. Valores de contribuição para a dissimilaridade entre os reservatórios e contribuição (%) dos principais gêneros de Chironomidae para essas diferenças, com base na análise SIMPER, nos reservatórios Barra do Juá (BJ), Cachoeira II (CA), Jazigo (JA) e Serrinha II (SE), Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Nordeste, Brasil.....	19

Dynamics of Chironomidae biodiversity in semi-arid reservoirs

Dinâmica da biodiversidade de Chironomidae em reservatórios semiárido

José Alexandre Ferreira da Silva¹, Daniele Jovem da Silva Azevêdo², Mirely Kaline Gomes Maia³

¹Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal da Paraíba, *Campus* Princesa Isabel.

²Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal da Paraíba, *Campus* Princesa Isabel; PPG em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba; PPG em Ciências Naturais e Biotecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* Cuité

³PPG em Ciências Naturais e Biotecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* Cuité

* Corresponding author: José Alexandre Ferreira da Silva, jose.silva.22@academico.ifpb.edu.br

Abstract

Reservoirs in the Brazilian semi-arid region are ecosystems strongly modulated by seasonal hydrological variations, which influence resource availability, water quality, and the stability of benthic organism communities, as the alternation between flood and drought periods alters the physical, chemical, and biological conditions of the habitat. This study aims to evaluate the structural dynamics of chironomid assemblages (abundance, taxonomic richness, and diversity) in response to environmental variations associated with hydrological flood and drought events in semi-arid reservoirs, identifying the genera that most contribute to the observed differences and the environmental variables that best explain these changes. The results showed significant differences among reservoirs and hydrological periods (PERMANOVA, $p = 0.0001$), with dominance of the genera *Tanytarsus*, *Goeldichironomus*, and *Polypedilum*, which accounted for the largest proportion of the recorded abundance, reaching maximum values of up to 706 individuals during the dry period, especially in environments characterized by low dissolved oxygen levels. The combination of dissolved oxygen, total phosphorus, ammoniacal nitrogen, chlorophyll-a, and organic matter exhibited the greatest explanatory power for faunal structure, reflecting trophic gradients and conditions associated with sediment degradation, characterized by organic matter accumulation and reduced environmental quality of the benthic habitat. The results highlight the sensitivity of Chironomidae and how hydrological changes modulate assemblages. Variations in assemblage dynamics in response to the environmental gradients observed in this study further reinforce their effectiveness as bioindicators in semi-arid lentic systems.

Keywords: Benthic Macroinvertebrates; Bioindicators; Hydrological Variations; Lenticular Systems; Semiarid.

Resumo

Os reservatórios do semiárido brasileiro são ecossistemas fortemente modulados por variações hidrológicas sazonais, as quais influenciam a disponibilidade de recursos, a qualidade da água e a estabilidade das comunidades de organismos bentônicos, uma vez que a alternância entre períodos de cheia e seca altera as condições físicas, químicas e biológicas do habitat. Este estudo visa avaliar a dinâmica estrutural da assembleia de quironomídeos (abundância, riqueza taxonômica e diversidade) frente às variações ambientais associadas aos eventos hidrológicos de cheia e seca em reservatórios do semiárido, identificando os gêneros que melhor contribuem para as diferenças observadas e as variáveis ambientais que melhor explicam essas mudanças. Os resultados evidenciaram diferenças significativas entre reservatórios e períodos hidrológicos (PERMANOVA, $p = 0,0001$), com dominância dos gêneros *Tanytarsus*, *Goeldichironomus* e *Polypedilum*, responsáveis pela maior parcela da abundância registrada, a qual atingiu valores máximos de até 706 indivíduos no período seco, especialmente em ambientes caracterizados por baixos níveis de oxigênio dissolvido. A combinação de oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio amoniacal, clorofila-a e matéria orgânica apresentou o maior poder explicativo para a estrutura faunística, refletindo gradientes de trofia e condições associadas à degradação do sedimento, caracterizada pelo acúmulo de matéria orgânica e pela redução da qualidade ambiental do habitat bentônico. Os resultados ressaltam a sensibilidade dos Chironomidae e como as mudanças hidrológicas atuam na modulação das assembleias. As variações na dinâmica das assembleias frente aos gradientes ambientais observadas neste estudo também reforçam sua eficiência como bioindicadores em sistemas lânticos do semiárido.

Palavras-chave: Bioindicadores; Macroinvertebrados Bentônicos; Semiárido; Sistemas Lânticos; Variações Hidrológicas.

Introdução

O semiárido brasileiro ocupa cerca de 15,3% do território nacional, abrangendo os nove estados da região Nordeste (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia), além de alguns municípios setentrionais dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (Lima et al. 2025). A região é caracterizada por baixa precipitação pluviométrica (média anual inferior a 800 mm), temperaturas elevadas e altas taxas de evapotranspiração, fatores que resultam em um balanço hídrico negativo e contribuem para a ocorrência frequente de secas no território (Instituto Nacional do Semiárido - INSA 2025). Além disso, a umidade média anual gira em torno de 50%, o que intensifica a vulnerabilidade climática da região (Costa et al. 2024).

As condições climáticas adversas na região também são marcadas por eventos pluviométricos intensos e concentrados, capazes de promover respostas rápidas em decorrência da variação na umidade do solo por parte da vegetação, e mesmo diante de cenários críticos, é possível observar adaptações estruturais e funcionais que favorecem a sobrevivência/persistência da biodiversidade local (Silva et al. 2023).

Apesar das condições ambientais caracterizadas por forte sazonalidade climática, os ecossistemas semiáridos abrigam uma biodiversidade rica, composta por espécies raras, endêmicas e ecologicamente importantes. Essa diversidade biológica contribui para o equilíbrio ecossistêmico e é essencial para a manutenção dos serviços ofertados, como a regulação climática, o suporte à fauna e a conservação do solo e da água (Timis-Gansac et al. 2025). Dentre os grupos que compõem a biodiversidade em ecossistemas aquáticos, destacam-se os macroinvertebrados bentônicos, especialmente os insetos (Filo Arthropoda), pela sua elevada abundância nos ecossistemas e sua função ecológica, como a decomposição de matéria orgânica e a transferência de energia nas cadeias tróficas (Sumudumali e Jayawardana 2021). A distribuição desses organismos está diretamente relacionada a características morfométricas, físicas e químicas do habitat, como a duração da seca e a estrutura do leito, além da disponibilidade de alimento e comportamentos que remetem a estratégias adaptativas, como migração e recolonização (Arias-Real et al. 2022).

Em razão disso, a composição de comunidades biológicas em ecossistemas aquáticos acaba sofrendo impactos modulados pelas variações sazonais. Variáveis relacionadas à morfologia do corpo hídrico, tipo de substrato e parâmetros físicos e químicos da água, como oxigênio dissolvido e disponibilidade de nutrientes, são

preditores diretos para a diversidade e composição dos organismos bentônicos (Leiva et al. 2020). Em reservatórios, o volume de armazenamento age como um importante modulador da biodiversidade aquática. Medeiros et al. (2025) destaca que as oscilações no volume hídrico afetam a qualidade da água, alterando a concentração de nutrientes, turbidez e oxigênio dissolvido, o que influencia diretamente a composição, abundância e riqueza de macroinvertebrados bentônicos. A redução do volume beneficia espécies mais tolerantes que, por sua vez, prejudicam a integridade ambiental (Medeiros et al. 2025).

No contexto dos reservatórios, a família Chironomidae, são componentes importantes da biota dos ecossistemas lênticos do semiárido e podem ser considerados um ótimo modelo biológico para o acompanhamento da dinâmica de ecossistemas aquáticos (Ibiapina et al. 2024). Essa assembleia inclui espécies com ciclo de vida indireto, uma fase larval aquática, com papel fundamental na cadeia alimentar, fornecendo subsídios energéticos para predadores e contribuindo para a reciclagem de nutrientes nos sedimentos de águas doces (Pio et al. 2022).

A família Chironomidae tem se destacado como um dos principais grupos de macroinvertebrados aquáticos utilizados em estudos ecológicos e programas de biomonitoramento, devido à sua elevada abundância, ampla distribuição geográfica e sensibilidade a alterações nas condições ambientais (Rossaro, Marziali e Boggero 2022). Diferentes espécies e grupos dentro dessa família respondem de forma específica a distintos tipos de impacto ambiental, refletindo variações nos níveis de poluição, oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade e nutrientes, o que permite distinguir ambientes com diferentes condições de qualidade da água com base em sua composição taxonômica (Molineri et al. 2020, Santana, Santos e Mitsuka 2021, Petersen 2023). Essas características tornam os Chironomidae particularmente adequados para o biomonitoramento de ecossistemas aquáticos, especialmente em reservatórios, onde frequentemente apresentam elevada dominância (Almeida et al. 2021, Sabha et al. 2022, Shahidi-Hakak et al. 2022).

No contexto do semiárido, a família Chironomidae sobressai-se por manter elevada riqueza taxonômica e diversidade funcional mesmo sob condições de seca prolongada, comuns em ecossistemas de água doce dessa região (Jovem-Azevêdo et al. 2019; Melo 2022). As assembleias são fortemente moldadas pelo volume hídrico, que atua como um filtro ambiental, favorecendo espécies com características adaptativas ao estresse hidrológico (Melo 2022). Nessas condições, observa-se a predominância de gêneros como *Polypedilum* (Kieffer, 1912), *Chironomus* (Meigen, 1803), *Tanytarsus* (Van der Wulp, 1874) e *Goeldichironomus* (Fittkau, 1965), reconhecidos por sua tolerância a baixas concentrações de oxigênio e elevada capacidade de recolonização (Arana Maestre et al. 2021).

Apesar da família Chironomidae ser amplamente reconhecida como um bioindicador eficiente da qualidade hídrica, ainda existem lacunas no conhecimento sobre a variação da composição, abundância, riqueza taxonômica e diversidade de suas assembleias ao longo dos ciclos hidrológicos, especialmente no semiárido brasileiro. No contexto dessa região, os eventos sazonais de cheia e seca promovem mudanças significativas nas condições ambientais dos reservatórios, influenciando a estrutura das assembleias bentônicas. Diante disso, o eixo central do presente estudo é avaliar a dinâmica estrutural da assembleia de quironomídeos (abundância, riqueza taxonômica e diversidade) frente às variações ambientais associadas aos eventos hidrológicos de cheia e seca em reservatórios do semiárido, identificando os gêneros que melhor contribuem para as diferenças observadas e as variáveis ambientais que melhor explicam essas mudanças. Nesse sentido, a análise da qualidade dos corpos hídricos torna-se fundamental, considerando que os reservatórios constituem as principais fontes de abastecimento em regiões semiáridas e sustentam tanto as populações humanas quanto as comunidades aquáticas.

Materiais e Métodos

1. Caracterização da área de estudo e desenho amostral

A área de realização do estudo abrange a bacia hidrográfica do Rio Pajeú, localizada na Depressão Sertaneja, sendo a maior do estado de Pernambuco, com uma extensão de 16.685,63 km², o que representa cerca de 16.97% do território estadual. A área de drenagem da bacia contempla 27 municípios, com uma população estimada de 577 mil habitantes na região (Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC 2025).

O clima da região do Pajeú é classificado como BSh, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (1936), caracterizando-se como semiárido quente. A temperatura média anual é em torno de 24°C, enquanto a precipitação fica entre 400 e 700 mm, distribuída de forma irregular ao longo do ano (Medeiros, Maia e Azevêdo 2024, APAC 2025). O período chuvoso ocorre geralmente no verão e tem duração média de três a cinco meses, concentrando-se entre fevereiro e abril, enquanto a estação seca pode se estender por até nove meses (Zanella 2014).

Zanella (2014) destaca que essa dinâmica climática é influenciada por diferentes sistemas atmosféricos, cuja atuação na região é relativamente breve.

A região onde a bacia hidrográfica está localizada é pela caatinga hiperxerófila. Tipo de vegetação mais característico da região, constituída por espécies adaptadas à aridez (França et al. 2020). As fitofisionomias configuram-se como arbóreas e arbustivas (aberta e fechada), além da caatinga gramíneo-lenhosa, considerada uma das vegetações mais secas da região. Devido à caducifolia, a perda das folhas para reduzir os impactos da evapotranspiração, essas formações vegetais demonstram alta resistência às condições climáticas adversas.

Os dados integrados ao presente estudo foram coletados a partir de quatro reservatórios integrantes do baixo curso do Rio Pajeú: Barra do Juá, Serrinha II, Cachoeira II e Jazigo. Os reservatórios integrados a este estudo estão localizados no sertão pernambucano, promovem importantes interações ecológicas, ao mesmo tempo em que atendem às demandas antrópicas locais (Alves e Menezes 2021).

As coletas ocorreram em duas campanhas amostrais, sendo uma no período de estiagem (junho de 2022) e outra no período chuvoso (abril de 2023). Em cada reservatório, foram definidos 15 pontos de amostragem, distribuídos na região litorânea de cada reservatório, selecionados de forma aleatória, abrangendo o perímetro do reservatório (Figura 1).

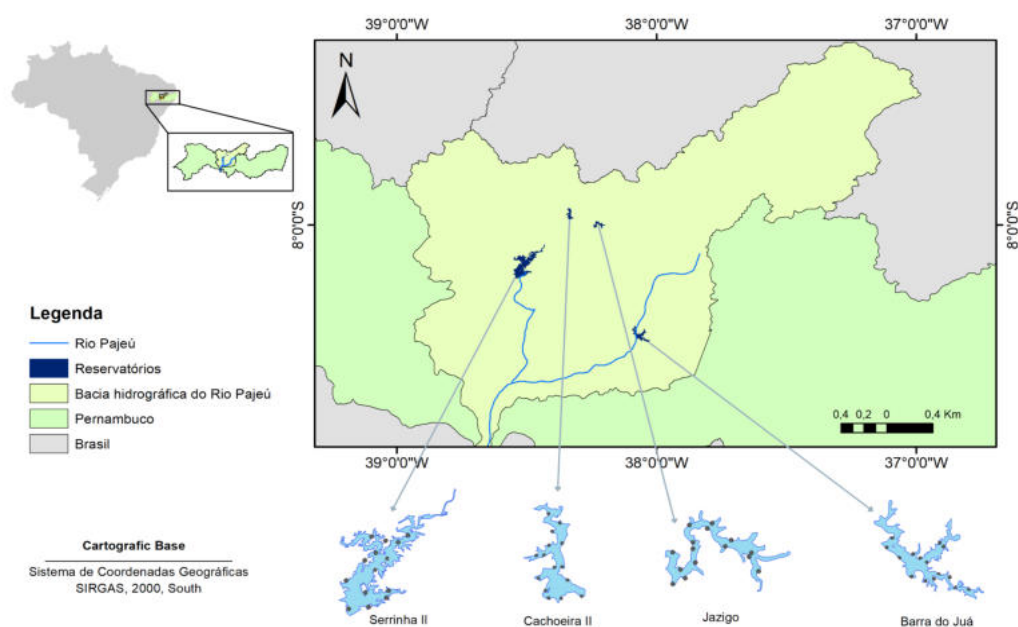


Figura 1. Mapa da área de estudo e locais de amostragem, na bacia hidrográfica do Rio Pajeú, semiárido brasileiro. Os pontos pretos no mapa representam os locais de coleta nos reservatórios estudados.

	SECO (Jun/2022)				CHUVOSO (Abr/2023)			
	BJ	CA	JA	SE	BJ	CA	JA	SE
Volume %	18.1	50.7	-	78.8	19.4	66.3	105.0	70.3

Tabela 1. Volume dos reservatórios nos períodos de estiagem (junho/2022) e chuvoso (abril/2023). Valores não registrados estão representados por “—”.

2. Processamento das amostras e análises estatísticas

Os parâmetros físicos e químicos da água (temperatura, condutividade e oxigênio dissolvido) foram mensurados com sonda multiparâmetro (Akrom Kr8405) *in situ*. A transparência foi determinada por meio do desaparecimento do disco de Secchi. Em cada local de amostragem foi coletada uma amostra de 500 ml de água, destinada para determinação da concentração de fósforo total ($\mu\text{g/L}$), fosfato solúvel reativo ($\mu\text{g/L}$) e nitrogênio amoniacal ($\mu\text{g/L}$), seguindo as especificações de *Standard Methods for the Examination of Water* (Apha 2012).

A macrofauna bentônica coletada, com auxílio de draga *Eckman-Birge* (225 cm^2) foi fixada *in situ* com formaldeído 4%, armazenada em sacos plásticos para preservação e posterior análise em laboratório.

As amostras foram lavadas em peneira com crivo de 0,5 mm em laboratório. Posteriormente, foram triadas sobre bandejas iluminadas e os organismos foram removidos com o auxílio da pinça, preservados em álcool 70% e etiquetados novamente. Todos os indivíduos encontrados foram devidamente contados e identificados ao nível de gênero. Para a identificação foram utilizadas chaves taxonômicas especializadas (Cranston et al. 1983, Epler 1995, Trivinho Strixino e Strixino 2011).

A composição granulométrica foi determinada seguindo Suguio (1973), modificado por Callisto e Esteves (1996). As amostras foram secas (60°C , 72h) e peneiradas com mesa vibratória. As partículas sedimentares foram classificadas em: cascalho ($>1\text{ mm}$), areia grossa ($500\text{-}1000\text{ }\mu\text{m}$), areia média ($250\text{-}500\text{ }\mu\text{m}$), areia fina ($125\text{-}250\text{ }\mu\text{m}$), silte ($63\text{-}125\text{ }\mu\text{m}$) e argila ($<63\text{ }\mu\text{m}$), conforme descrito por Jovem-Azevêdo et al. (2019).

Os teores de matéria orgânica foram determinados pelo método gravimétrico, no qual alíquotas de 3 g de sedimento foram calcinadas em uma mufla a 550°C por 4 horas. Após a calcinação, as amostras foram pesadas, e a diferença entre o peso inicial e o peso final permitiu a determinação da porcentagem de matéria orgânica presente no sedimento.

Os dados foram submetidos a três etapas principais: preparação, análise descritiva e tratamento estatístico. A etapa de preparação consistiu na organização das matrizes biológicas e ambientais, verificação de inconsistências e padronização dos dados. Os dados de abundância foram transformados em raiz quadrada, com o objetivo de reduzir a influência de valores extremos. As variáveis ambientais foram transformadas em $\log(x+1)$ e posteriormente normalizadas, a fim de eliminar o efeito de diferentes escalas de medição. Os dados da composição granulométrica foram expressos em arco-seno.

Para caracterizar a estrutura da assembleia de Chironomidae, foram calculados a abundância, a riqueza taxonômica e o índice de diversidade de Shannon (H'), utilizando a rotina DIVERSE do software PRIMER® (Clarke & Warwick, 1994). Para testar se a estrutura da assembleia e as variáveis ambientais diferiram entre reservatórios e entre os períodos hidrológicos (seca e cheia), foram aplicadas séries de Análises de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA), adotando nível de significância de $<5\%$ (Anderson et al., 2008). Para avaliar a ocorrência de dominância de gêneros e identificar aqueles que mais contribuíram para as diferenças observadas entre os grupos, foi utilizada a Análise de Similaridade Percentual (SIMPER), considerando os gêneros com contribuição cumulativa superior a 70%. Para investigar quais variáveis ambientais melhor explicam a estrutura da assembleia de Chironomidae, foi empregado o procedimento BIOENV (BEST), que correlaciona matrizes biológicas e ambientais. Todas as análises foram realizadas no software PRIMER 6.0, com o pacote estatístico PERMANOVA+ (Anderson, Gorley & Clarke, 2008).

Resultados

1. Variação ambiental e composição da assembleia

Durante o período de estudo, as águas apresentaram temperaturas elevadas em todos os reservatórios, com variações sazonais bem definidas e valores mais altos no período chuvoso (Jazigo: 26.30°C até 31.19°C em Barra do Juá). Os valores de oxigênio dissolvido oscilaram entre condições hipóxicas/anóxicas, como observado no Jazigo (2.37 mg L^{-1}), e águas altamente oxigenadas, como em Cachoeira II (9.35 mg L^{-1}), conforme sintetizado na Tabela 2.

	SECO				CHUVOSO			
	BJ	CA	JA	SE	BJ	CA	JA	SE
<i>Parâmetros físicos e químicos</i>								
Temperatura da água (C°)	24.45 ± 0.52	27.14 ± 1.09	25.84 ± 0.21	27.07 ± 1.09	31.19 ± 1.42	29.63 ± 2.65	26.3 ± 0.61	30.41 ± 1.44
Oxigênio dissolvido (mg/L ⁻¹)	5.39 ± 0.74	9.35 ± 2.82	2.37 ± 0.89	4.74 ± 1.77	3.93 ± 1.48	5.25 ± 0.88	2.88 ± 0.42	6.65 ± 1.55
Transparência da água (cm)	0.22 ± 0.08	0.33 ± 0.18	0.16 ± 0.1	0.14 ± 0.07	0.48 ± 0.19	1 ± 0.41	0.84 ± 0.17	0.32 ± 0.11
<i>Nutrientes</i>								
Fósforo total (mg/L ⁻¹)	76.78 ± 28.18	32.11 ± 16.58	19.11 ± 7.39	29.04 ± 9.49	36 ± 17.25	92.33 ± 37.43	48.83 ± 14.19	48.78 ± 11.71
Fósforo solúvel reativo (mg/L ⁻¹)	38.24 ± 12.2	14.71 ± 9.87	11.19 ± 5.02	19.03 ± 9.5	14.05 ± 5.22	25.76 ± 5.3	58.43 ± 88.31	8.81 ± 2.67
Nitrogênio inorgânico dissolvido (mg/L ⁻¹)	347.3 ± 95.47	316.21 ± 324.51	99.54 ± 24.41	401.24 ± 109.7	13.39 ± 7.4	77.04 ± 127.8	76.67 ± 120.81	20.96 ± 10.19
Nitrogênio amoniacal (mg/L ⁻¹)	52.11 ± 21.59	139.8 ± 97.71	66.89 ± 23.45	145.88 ± 69.27	7.97 ± 5.59	13.15 ± 6.63	17.73 ± 10.08	9.05 ± 7.19
<i>Indicador biológico</i>								
Clorofila- <i>a</i> (mg/L ⁻¹)	15.27 ± 10.94	4.68 ± 2.99	15.27 ± 18.36	2.47 ± 1.73	3.65 ± 3.39	21.86 ± 26.19	10.31 ± 3.13	27.08 ± 12.71
<i>Habitat</i>								
Matéria orgânica	0.12 ± 0.07	0.13 ± 0.13	0.42 ± 0.1	0.28 ± 0.22	0.09 ± 0.04	0.27 ± 0.32	0.64 ± 0.29	0.17 ± 0.08
Cascalho	1.21 ± 0.27	1.34 ± 0.2	1.56 ± 0.01	1.33 ± 0.22	1.18 ± 0.28	1.42 ± 0.16	1.53 ± 0.02	1.27 ± 0.16
Areia grossa	1.36 ± 0.07	1.22 ± 0.12	1.18 ± 0.1	1.32 ± 0.07	1.37 ± 0.1	1.28 ± 0.11	1.26 ± 0.07	1.28 ± 0.09
Areia média	1.45 ± 0.05	1.43 ± 0.05	1.38 ± 0.03	1.45 ± 0.04	1.45 ± 0.05	1.4 ± 0.07	1.42 ± 0.05	1.46 ± 0.04

Areia fina	1.39 ± 0.12	1.41 ± 0.08	1.39 ± 0.04	1.39 ± 0.09	1.42 ± 0.08	1.38 ± 0.05	1.38 ± 0.03	1.43 ± 0.06
Silte	1.44 ± 0.08	1.46 ± 0.08	1.37 ± 0.07	1.35 ± 0.1	1.44 ± 0.11	1.43 ± 0.06	1.34 ± 0.08	1.44 ± 0.06
Lama	1.55 ± 0.01	1.55 ± 0.01	1.53 ± 0.02	1.43 ± 0.08	1.53 ± 0.02	1.51 ± 0.05	1.49 ± 0.03	1.53 ± 0.02

Tabela 2. Dados ambientais dos reservatórios estudados: Barra do Juá (BJ), Cachoeira II (CA), Jazigo (JA) e Serrinha II (SE), localizados na bacia hidrográfica do rio Pajeú- PE. Valores apresentados como média ± desvio-padrão para cada variável. Fonte: Dinâmica da biodiversidade de Chironomidae em reservatórios semiáridos.

Os reservatórios apresentaram ampla variação nas concentrações de nutrientes entre os períodos hidrológicos. O fósforo total variou desde valores compatíveis com baixo enriquecimento, como no Jazigo (9.11 mg L⁻¹, seco), até concentrações indicativas de forte eutrofização, como em Cachoeira II (92.33 mg L⁻¹, chuvoso). O fósforo solúvel reativo exibiu padrão semelhante, com mínimos em Serrinha II (8.81 mg L⁻¹, chuvoso) e máximos no Jazigo (58.43 mg L⁻¹, chuvoso). O nitrogênio inorgânico dissolvido apresentou grande amplitude, oscilando entre valores reduzidos em Barra do Juá (13.39 mg L⁻¹, chuvoso) e concentrações elevadas em Serrinha II (401.24 mg L⁻¹, seco). O nitrogênio amoniacal acompanhou essa tendência, variando de 7.97 mg L⁻¹ (Barra do Juá, chuvoso) a 145.88 mg L⁻¹ (Serrinha II, seco). Os valores de clorofila-*a* evidenciaram desde ambientes com baixa biomassa fitoplanctônica (Serrinha II: 2.47 mg L⁻¹, seco) até reservatórios com alta produtividade (Jazigo: 15.27 mg L⁻¹, chuvoso; Cachoeira II: 21.86 mg L⁻¹, chuvoso).

A análise dos sedimentos apresentou variação nos valores de matéria orgânica entre os reservatórios, com menores valores registrados em Barra do Juá no período chuvoso (0.09 ± 0.04) e valores mais elevados em Jazigo no mesmo período (0.64 ± 0.29). O substrato foi caracterizado por valores médios mais elevados associados às frações de areia média e areia fina, quando comparadas às frações de cascalho, silte e lama, que apresentaram valores médios inferiores, indicando menor contribuição relativa dessas classes sedimentares nos habitats avaliados. As diferenças numéricas também foram confirmadas a partir das análises de variância, sendo observadas diferenças significativas nos parâmetros ambientais entre os períodos hidrológicos e entre os reservatórios ($p = 0.0001$).

No geral, a composição da assembleia de Chironomidae diferiu significativamente entre os reservatórios (PERMANOVA global; Df = 3; Pseudo-F = 6.4464; $p = 0.0001$). A partir dessa análise, foram realizadas comparações pareadas (pairwise PERMANOVA), nas quais foram detectadas diferenças significativas entre a maioria dos reservatórios, exceto entre Jazigo e Cachoeira II ($p > 0,05$). Quando as análises foram conduzidas separadamente por período hidrológico, observou-se na estiagem que, Barra do Juá diferiu significativamente de todos os demais sistemas lênticos. As demais comparações (Jazigo × Cachoeira II, Jazigo × Serrinha II e Cachoeira II × Serrinha II) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas (Tabela 3). No período chuvoso, Barra do Juá também apresentou diferenças significativas em relação a Cachoeira II e Serrinha II, enquanto as outras combinações não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3).

Pares de Reservatórios	Período Seco	Período Chuvoso
BJ x CA	$t = 2.343$; $p = 0.0176$	$t = 1.658$; $p = 0.0091$
BJ x JA	$t = 2.151$; $p = 0.0075$	$t = 1.359$; $p = 0.192$
BJ x SE	$t = 3.174$; $p = 0.0002$	$t = 2.996$; $p = 0.0001$
CA x JA	$t = 1$; $p = 1$	$t = 1.017$; $p = 0.6743$
CA x SE	$t = 1.534$; $p = 0.0721$	$t = 1.3$; $p = 0.1448$

Pares de Reservatórios	Período Seco	Período Chuvoso
BJ x CA	t = 2.343; p = 0.0176	t = 1.658; p = 0.0091
BJ x JA	t = 2.151; p = 0.0075	t = 1.359; p = 0.192
BJ x SE	t = 3.174; p = 0.0002	t = 2.996; p = 0.0001
CA x JA	t = 1; p = 1	t = 1.017; p = 0.6743
JA x SE	t = 1.413; p = 0.1071	t = 1.752; p = 0.153

Tabela 3. Comparações pareadas da estrutura das assembleias de Chironomidae entre os reservatórios Barra do Juá (BJ), Jazigo (JA), Serrinha II (SE) e Cachoeira II (CA), Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Nordeste, Brasil, nos períodos seco e chuvoso da região.

Durante o período de seca, foram identificados um total de 12 gêneros de quironomídeos no conjunto dos reservatórios. Observou-se grande heterogeneidade entre os sistemas, com riqueza variando de dois a 12 táxons, além da abundância, atingindo número de até 706 indivíduos em Barra do Juá. O mesmo reservatório apresentou o valor de diversidade de Shannon de 0.85 ± 0.34 , enquanto Cachoeira II registrou os menores valores de riqueza (dois gêneros) e diversidade de Shannon (zero). Serrinha II, por sua vez, apresentou riqueza intermediária (seis gêneros) e diversidade de Shannon 0.66 ± 0.5 (Tabela 4).

No período chuvoso, a assembleia mostrou maior uniformidade e aumento de riqueza, com variação de até 11 gêneros, com Jazigo apresentando ausência de registros de quironomídeos. O reservatório Barra do Juá manteve-se como o mais representativo, alcançando riqueza máxima de 11 táxons e a maior diversidade de Shannon registrada (0.93 ± 0.62) entre todos os reservatórios. Em contraste, Cachoeira II e Serrinha II exibiram amostras dominadas por poucos gêneros, com predominância de *Ablabesmyia* e *Goeldichironomus*, respectivamente. Jazigo apresentou valores nulos para todas as métricas (Tabela 4).

Os padrões de dissimilaridade entre os reservatórios ao longo dos períodos hidrológicos podem ser visualizados nas métricas biológicas apresentadas na Tabela 4, que reúne os valores de abundância, riqueza taxonômica e diversidade dos gêneros durante os períodos seco e chuvoso.

Taxa de Chironomidae	SECO				CHUVOSO			
	BJ	CA	JA	SE	BJ	CA	JA	SE
<i>Ablabesmyia</i> (Johannsen, 1905)	5	-	-	2	27	16	-	1
<i>Aedokritus</i> (Roback, 1958)	1	3	-	-	-	-	-	2
<i>Asheum</i> (Sublette, 1964)	5	-	-	5	5	1	-	5
<i>Chironomus</i> (Meigen, 1803)	5	-	-	5	5	1	-	5
<i>Coelotanytus</i> (Kieffer, 1913)	5	1	-	1	6	-	-	-
<i>Dicrotendipes</i> (Kieffer, 1913)	2	-	-	-	91	-	-	-
<i>Fissimentum</i> (Cranston e Nolte, 1996)	18	-	-	-	9	-	-	2
<i>Goeldichironomus</i> (Fittkau, 1965)	25	-	-	20	6	6	-	240
<i>Parachironomus</i> (Lenz, 1921)	1	-	-	12	14	2	-	12
<i>Polypedilum</i> (Kieffer, 1912)	218	-	-	-	63	-	-	-
<i>Saetheria</i> (Jackson, 1977)	2	-	14	-	1	-	-	-
<i>Tanytarsus</i> (Van der Wulp, 1874)	419	-	1	-	196	9	-	8

Riqueza taxonômica	12	2	2	6	11	6	-	8
Diversidade de Shannon (H')	0.85 ±0.34	-	0.12 ±0.12	0.66 ±0.50	0.93 ±0.62	0.57 ±0.30	-	0.39 ±0.40

Tabela 4. Métricas biológicas dos gêneros de Chironomidae por reservatório e período amostral, apresentando valores de abundância, riqueza taxonômica e diversidade. *Taxa* não registrados estão indicados por “-”.

2. Estrutura da assembleia e influência das variáveis ambientais

A análise de abundância revelou padrões marcantes na distribuição dos gêneros de Chironomidae ao longo dos diferentes períodos hidrológicos e ambientes amostrados. Durante o período seco, observa-se predominância de *Tanytarsus* e *Polypedilum*, com a maior quantidade de registros em Barra do Juá (BJ), onde esses dois gêneros correspondem à maior parte da abundância (419 e 218 indivíduos, respectivamente). Os demais reservatórios (CA, JA e SE) apresentaram menores valores de abundâncias e composição. No período chuvoso, o padrão de dominância mudou de forma clara. Houve uma redução na abundância total de *Tanytarsus* e *Polypedilum*, ao mesmo tempo em que ocorre um aumento expressivo de *Dicrotendipes* com 91, e 240 *Goeldichironomus*, referente aos reservatórios Barra do Juá (BJ) e Serrinha II (SE), onde esses gêneros passaram a compor praticamente toda a comunidade registrada. Barra do Juá mantém valores elevados de *Tanytarsus*, mas com composição mais diversificada em relação ao período seco. Os demais gêneros ocorreram de forma esporádica ao longo dos períodos. A relação da abundância total por reservatório e período está ilustrada na Figura 2.

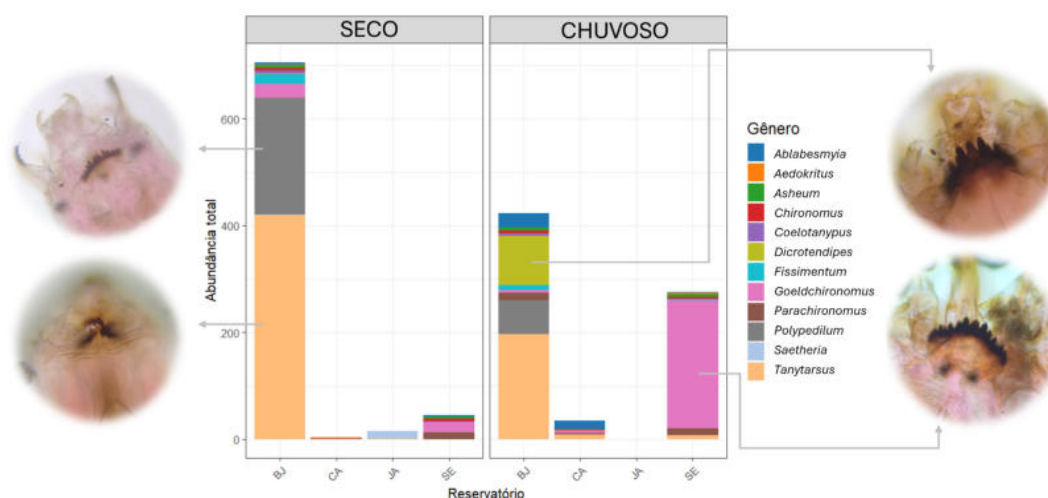


Figura 2. Abundância total dos gêneros de Chironomidae encontrados nos períodos seco e chuvoso, nos reservatórios Barra do Juá (BJ), Cachoeira II (CA), Jazigo (JA) e Serrinha II (SE), Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Nordeste, Brasil.

A análise SIMPER permitiu identificar os gêneros que mais contribuíram para a estruturação das assembleias, tanto entre os reservatórios quanto entre os períodos hidrológicos (seca e cheia), bem como aqueles responsáveis pelas maiores diferenças na composição desses grupos (Tabela 5). Considerando todos os períodos amostrados, os reservatórios apresentaram distintos padrões de similaridade interna. Barra do Juá apresentou similaridade média de 37.62%, estruturada principalmente por *Tanytarsus* e *Polypedilum*. Jazigo não mostrou similaridade entre as amostras, sem táxons dominantes comuns. Cachoeira II teve similaridade de 21.68%, influenciada principalmente por *Goeldichironomus* e *Chironomus*. Serrinha II foi o reservatório com a maior similaridade média (38.67%) e forte predominância de *Goeldichironomus*. Na comparação geral entre os períodos sazonais, a similaridade média dentro dos reservatórios na seca foi de 45.21%, sendo os principais gêneros *Tanytarsus* e *Polypedilum*. No período chuvoso, a similaridade foi inferior (31.94%), com destaque para os gêneros *Goeldichironomus*, *Polypedilum* e *Tanytarsus*.

A dissimilaridade média entre os períodos de seca e cheia foi de 69.99%, e os gêneros de destaque que mais contribuíram para as diferenças sazonais observadas foram *Tanytarsus* (26.1%), *Goeldichironomus* (17.9%) e

Polypedilum (12.1%). As comparações pareadas revelaram alta dissimilaridade entre os reservatórios (75–91%). As maiores contribuições para essas diferenças foram geralmente provenientes dos gêneros dominantes em cada grupo. Entre Barra do Juá e Jazigo (maior dissimilaridade, 91.3%), destacaram-se *Tanytarsus* e *Polypedilum* como mais abundantes em Barra do Juá, enquanto *Chironomus* e *Saetheria* foram mais representativos em Jazigo. A menor dissimilaridade entre reservatórios ocorreu entre Cachoeira II e Serrinha II (75.28%), embora ainda elevada, com destaque para a maior abundância de *Goeldichironomus* em Serrinha II. Os valores de dissimilaridade e as contribuições dos principais gêneros estão presentes na Tabela 5.

Reservatórios	BJ x CA	BJ x JA	BJ x SE	CA x JA	CA x SE	JA x SE
Dissimilaridade geral (%)	87.53%	91.23%	88.31%	88.46%	75.28%	91.17%
<i>Ablabesmyia</i>	8.88%	-	-	-	-	-
<i>Aedokritus</i>	-	-	-	10.28%	-	-
<i>Chironomus</i>	-	18.47%	-	38.63%	12.36%	28.29%
<i>Dicrotendipes</i>	7.41%	-	6.06%	-	-	-
<i>Goeldichironomus</i>	11.93%	-	25.89%	9.91%	39.83%	32.15%
<i>Parachironomus</i>	-	-	6.15%	-	10.84%	-
<i>Polypedilum</i>	20.35%	19.19%	16.79%	-	-	-
<i>Saetheria</i>	-	11,03%	-	15.45%	-	13.04%
<i>Tanytarsus</i>	23.32%	24.97%	20.41%	-	12.03%	-

Tabela 5. Valores de contribuição para a dissimilaridade entre os reservatórios e contribuição (%) dos principais gêneros de Chironomidae para essas diferenças, com base na análise SIMPER, nos reservatórios Barra do Juá (BJ), Cachoeira II (CA), Jazigo (JA) e Serrinha II (SE), Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Nordeste, Brasil.

A análise BIOENV (BEST) indicou que a variação na composição da assembleia de Chironomidae entre os reservatórios está associada principalmente a um conjunto reduzido de variáveis ambientais. A combinação de cinco variáveis ambientais apresentou o melhor ajuste entre a estrutura da assembleia de Chironomidae e os gradientes ambientais avaliados, resultando em uma correlação de 0.253. Embora tenha tido uma baixa correlação, o modelo composto por oxigênio dissolvido (OD), fósforo total (TP), nitrogênio amoniacal (NH₃), clorofila-*a* (C_{loa}) e matéria orgânica (MO) foi o que melhor explicou a variação na composição da assembleia entre os reservatórios e entre os períodos hidrológicos de seca e cheia (Figura 3). Entre os gêneros, destacam-se *Tanytarsus*, *Polypedilum*, *Goeldichironomus* e *Dicrotendipes*, os que melhor responderam aos gradientes incluídos no modelo.

Modelos alternativos com quatro ou três variáveis apresentaram correlações ligeiramente menores (0.225–0.245), mas mantiveram as mesmas variáveis centrais, apresentando consistência na seleção dos fatores ambientais mais relacionados às mudanças observadas na estrutura da assembleia de quironomídeos (Figura 3).

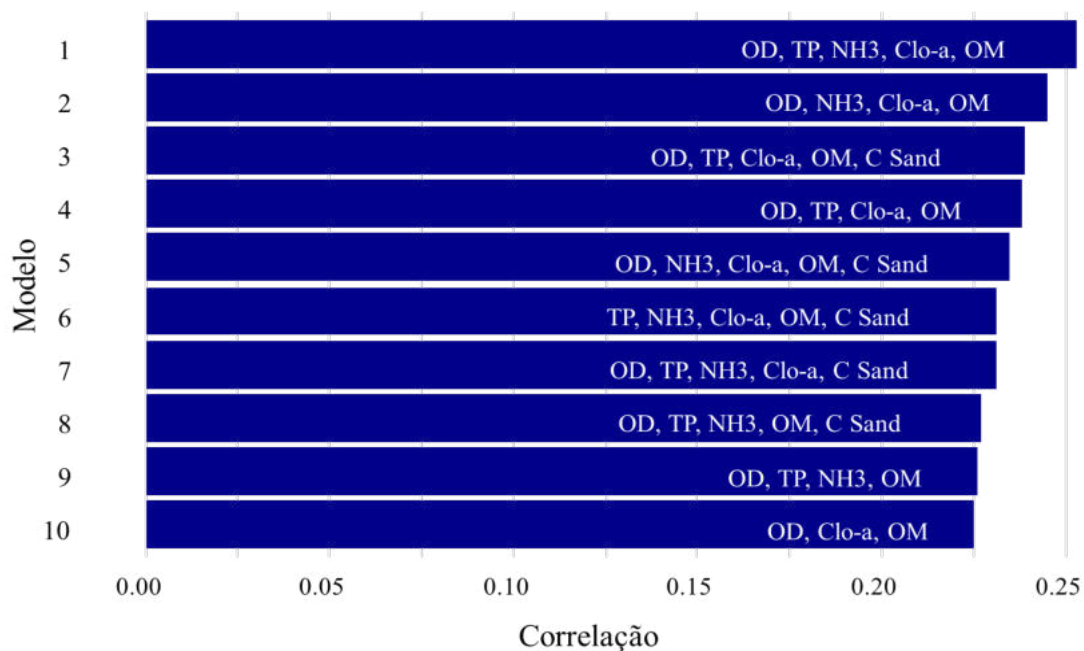


Figura 3. Correlações dos dez melhores modelos para descrever a associação das variáveis ambientais com a estrutura da assembleia de Chironomidae nos reservatórios Barra do Juá (BJ), Cachoeira II (CA), Jazigo (JA) e Serrinha II (SE), Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Nordeste, Brasil.

Discussão

Os resultados obtidos evidenciam que a estrutura da assembleia de Chironomidae nos reservatórios estudados varia em períodos de seca e cheia e das características ambientais específicas de cada reservatório, confirmando a influência combinada das condições ambientais locais e das variações hidrológicas sobre a abundância, riqueza e diversidade dos táxons. Esse comportamento é descrito para ecossistemas lênticos de regiões semiáridas, onde a flutuação do volume hídrico modula a dinâmica bentônica, alterando os parâmetros ambientais, a disponibilidade de recursos e a estabilidade do habitat (Linares, Faccioli e Freitas 2013, Rocha et al. 2016).

As diferenças significativas nas variáveis limnológicas, como temperatura, oxigênio dissolvido, nutrientes (nitrogênio e fósforo), clorofila-*a* e matéria orgânica, entre períodos e reservatórios evidenciam que as características ambientais particulares de cada sistema condicionam a ocorrência de uma fauna bentônica específica, atuando como filtros seletivos que conduzem a composição, riqueza, abundância e diversidade de gêneros de Chironomidae. O padrão das variáveis físico-químicas observadas entre os reservatórios reflete os sistemas intermitentes do semiárido, que acumulam nutrientes na estiagem e apresentam maior renovação hídrica e aumento da produtividade primária durante a cheia (Leite e Becker 2019, Andrade et al. 2020). Esses achados demonstram que as variações numéricas previamente descritas não são aleatórias, mas refletem mudanças reais na estrutura ambiental dos sistemas.

No período seco, o aumento das concentrações de nutrientes e a redução do oxigênio dissolvido indicam intensificação dos processos de decomposição orgânica e maior tendência à eutrofização, fenômenos comuns em reservatórios com baixa renovação hídrica (Hara, Atique e An 2020, Lin et al. 2023, Medeiros et al. 2025). Essas condições favorecem organismos tolerantes à hipóxia e ao acúmulo de matéria orgânica, como diversos gêneros oportunistas de Chironomidae (Cardoso e Marques, 2004, Klaus et al. 2004, Podder et al. 2022). O que se refletiu nos resultados deste estudo, em que os gêneros como *Tanytarsus* e *Polypedilum* apresentaram maior abundância durante a seca, ocorrido em Barra do Juá.

Os resultados biológicos confirmam essa relação, no qual o período da seca apresentou maior heterogeneidade entre os reservatórios, com dominância local de poucos gêneros e diferenças marcantes na estrutura da fauna. Barra do Juá, por exemplo, concentrou os maiores valores de riqueza taxonômica e diversidade de

Shannon, indicando ambiente mais diverso, enquanto Jazigo exibiu riqueza e diversidade nulas em vários pontos, refletindo um ambiente mais impactado com condições de degradação, estudos como o de Rosa (2024) obteve conclusões semelhantes.

Esse padrão pode ser interpretado à luz da hipótese do distúrbio intermediário, segundo a qual ambientes submetidos a níveis moderados de perturbação tendem a apresentar maior diversidade biológica, ao passo que perturbações mais intensas tendem a resultar em menor diversidade e maior dominância de espécies tolerantes (Connell, 1978; Townsend, Scarsbrook & Dolédec, 1997). No presente estudo, a maior dissimilaridade de Barra do Juá em relação aos demais reservatórios reflete uma estrutura de assembleia distinta, associada à ocorrência simultânea de maior riqueza, diversidade e presença de gêneros tolerantes. Esse padrão contrasta com reservatórios como Jazigo, onde a assembleia foi caracterizada pela dominância de poucos gêneros tolerantes e baixos valores de diversidade.

No período chuvoso, observou-se aumento da riqueza taxonômica em Cachoeira II e Serrinha II, associado às mudanças na estrutura das assembleias de Chironomidae, expressas também pela variação na abundância e diversidade de Shannon. Esse padrão pode estar relacionado ao aumento do volume hídrico e à maior disponibilidade e redistribuição de recursos durante a cheia. No entanto, as análises multivariadas indicaram que as assembleias mantiveram dissimilaridades significativas entre os reservatórios, com Barra do Juá apresentando a estrutura mais distinta. Esse resultado reforça que, apesar das variações sazonais, as características locais dos reservatórios, como o uso do entorno e a retenção de sedimentos, continuam exercendo forte influência sobre a organização das assembleias bentônicas.

A análise de SIMPER demonstrou que poucos gêneros explicam grande parte da dissimilaridade entre grupos, com destaque para *Tanytarsus*, *Polypedilum*, *Goeldichironomus* e *Dicrotendipes*. Esses táxons, amplamente citados como dominantes em ambientes lênticos com distintos níveis de trofia, apresentam variações na abundância em resposta às mudanças na disponibilidade de nutrientes e ao regime hidrológico (Pereira et al. 2020). Esse comportamento diferencial reforça o papel funcional de Chironomidae na transferência de energia e matéria no compartimento bentônico, uma vez que esses organismos constituem um elo importante entre os produtores primários, os detritívoros e os níveis tróficos superiores (Uieda e Motta 2007).

O gênero *Tanytarsus*, especialmente abundante no período seco, destaca-se pela capacidade de suportar ambientes hipóxicos e ricos em matéria orgânica, característica já reconhecida em estudos anteriores (Azevêdo et al. 2017, 2018, Jovem-Azevêdo et al. 2019). *Goeldichironomus*, por sua vez, mostra elevada tolerância às variações físico-químicas e ao aumento de nutrientes, condições que tendem a favorecer a dominância de táxons detritívoros e oportunistas, grupos comumente associados a sedimentos orgânicos, áreas com acúmulo de material em decomposição e baixos níveis de oxigênio dissolvido (Callisto, Moretti e Goulart 2001, Frouz e Matena 2015, Fulan e Anjos 2015). Já *Polypedilum*, um gênero amplamente distribuído em ecossistemas dulcícolas, contribuiu de forma expressiva para a estrutura da assembleia em locais com maior aporte de matéria orgânica, refletindo sua notável versatilidade ecológica (Sanseverino e Nessimian 1998, Maschwitz e Cook 2000).

Por fim, a BIOENV revelou que a variação dos gêneros de quironomídeos está associada a um conjunto de variáveis relacionadas à qualidade da água (OD, TP, N-NH₃, Clorofila-a) e a degradação do sedimento (OM). Embora a correlação obtida ($p = 0.253$) seja considerada fraca, o modelo indica uma tendência ecologicamente consistente, sinalizando que a assembleia responde a um gradiente multivariado. Esse padrão é típico de organismos com alta plasticidade ecológica, como os Chironomidae, que possuem ampla tolerância fisiológica, diversidade trófica e rápido ciclo de vida, o que favorece sua colonização em habitats com diferentes graus de trófia e estabilidade (Pereira et al. 2020). Portanto, a combinação entre nutrientes, oxigênio e matéria orgânica confirma que os reservatórios analisados apontam a integridade ecológica, reforçando a utilidade bioindicadora da assembleia de Chironomidae em sistemas lênticos do semiárido.

Considerações finais

A presente pesquisa contribui para o avanço do conhecimento sobre a ecologia de macroinvertebrados bentônicos em ambientes semiáridos, destacando a atuação dos Chironomidae como ferramentas eficientes no monitoramento da qualidade da água e na compreensão da dinâmica dentro desses ecossistemas.

Os resultados deste estudo evidenciam que as assembleias de Chironomidae nos reservatórios estudados são fortemente influenciadas pelas variações sazonais, condições limnológicas e características locais de cada

reservatório. Essa influência se expressa na perda da diversidade da fauna bentônica sob estresse ambiental, reforçando a importância de considerar a sazonalidade e a heterogeneidade espacial em avaliações ecológicas e de manejo desses ecossistemas.

Estudos futuros podem aprofundar a relação entre as variáveis limnológicas e a composição das assembleias, além de ampliar o monitoramento em diferentes períodos hidrológicos e reservatórios, visando subsidiar estratégias de manejo e conservação dos recursos hídricos na região.

Agradecimentos

JAFS agradece ao Instituto Federal da Paraíba – *Campus* Princesa Isabel pelo apoio institucional durante o desenvolvimento desta pesquisa. Os autores agradecem também ao Laboratório de Estudos das Águas do Semiárido (LaBEAS/IFPB) e às instituições parceiras que contribuíram para a realização deste trabalho. Agradecemos à FAPESQ pela concessão da bolsa de mestrado à pesquisadora MKGM. Agradecemos ainda ao CNPq pelo financiamento do projeto 409817/2023-6 (Chamada CNPq/MCTI nº 10/2023), coordenado por DJA, que possibilitou a atualização dos dados referentes ao Rio Pajeú. Somos igualmente gratos à FACEPE, cujo apoio foi essencial ao andamento das atividades de levantamento e atualização dos dados ambientais. Por fim, agradecemos ao IF Sertão-PE – *Campus* Floresta pelo suporte logístico durante as coletas e atividades de campo.

Contribuições dos autores

Funções	Autores
Administração do projeto	DJSA
Captação de recursos	DJSA
Coleta de dados	DJSA
Compilação e análise de dados,	JAFS; DJSA
Conceitualização	JAFS; DJSA; MKGM
Pesquisa bibliográfica	JAFS
Recursos	DJSA
Redação	JAFS; MKGM
Revisão e edição	JAFS; MKGM
Supervisão da redação e revisão	DJSA

Conflito de interesses

Os autores declaram que não há conflito de interesses

Ética

Este estudo não envolveu seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados por um Comitê Institucional.

Referências

- ANDRADE, E. M. D., FERREIRA, K. C. D., LOPES, F. B., ARAÚJO, I. C. D. S., & SILVA, A. G. R. D. (2020). Balance of nitrogen and phosphorus in a reservoir in the tropical semi-arid region. *Revista Ciência Agronômica*, 51(1), e20196800. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200020>
- ALMEIDA PINTO, ÁLVARO J. DE, TAVARES, V. B. DA C., PINHEIRO, S. C. C., LIMA, M. DE O., AVIZ, D., & LIMA, A. M. M. DE. (2021). Benthic macroinvertebrates as bioindicators of environmental quality of Pará River estuary, a wetland of Eastern Amazon. *Revista Brasileira De Ciências Ambientais*, 56(1), 111–127. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820200760>
- ALVES, M. D. DE O., & MENEZES, L. DE S. (2021). Impactos ambientais no baixo curso do rio Pajeú, no trecho urbano de Floresta, Pernambuco. *Revista Cerrados*, 19(01), 56–83. <https://doi.org/10.46551/rc24482692202103>
- ANDERSON, M. J., & CLARKE, K. R. (2008). PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods. Primer-e, Plymouth, UK. p. 214. https://www.researchgate.net/publication/285237419_PERMANOVA_for_primer_Guide_to_software_and_statistical_methods
- APHA (American Public Health Association) (2012). AWWA (American Water Works Association); WEF (Water Environment Federation). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22^a ed. Washington, DC.
- ARANA MAESTRE, J., CARRASCO BADAJOZ, C., COAYLA PEÑALOZA, P., RAYME CHALCO, C., & SÁNCHEZ PEÑA, M. (2021). Aquatic macroinvertebrates of arid and semi-arid ecosystems of Perú. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 658940. <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2021.658940/full>
- AZEVEDO, E. DE L., BARBOSA, JE DE L, VIANA, LG, ANACLETO, MJP, CALLISTO, M., & MOLOZZI, J. (2017). Application of a statistical model for the assessment of environmental quality in neotropical semi-arid reservoirs. *Environmental monitoring and assessment*, 189 (2), 65. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-016-5723-3>
- AZEVEDO, E DE L., MEDEIROS, C. R., GOMES, W. I. A., AZEVEDO, D. J. DA S., ALVES, R. R. N., DIAS, T. L. P., & MOLOZZI, J. (2018). The use of Risk Incidence and Diversity Indices to evaluate water quality of semi-arid reservoirs. *Ecological Indicators*, 90 , 90-100. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X18301377>
- BRASIL. AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. (2025). Bacia do Rio Pajeú. <https://www.apac.pe.gov.br/169-bacias-hidrograficas-rio-pajeu/202-bacia-do-rio-pajeu>

BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. (2025). O Semiárido Brasileiro.
<https://www.gov.br/insa/pt-br/semiarido-brasileiro>

CALLISTO, M., & ESTEVES, F. (1996). Composição granulométrica do sedimento de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 8(1), 115-126.

CALLISTO, M., MORETTI, M., & GOULART, M. (2001). Benthic macroinvertebrates as a tool to assess stream health. *Brazilian Journal of Water Resources*, v. 6, n. 1, p. 71-82.
https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/42/f2cbc3819ef9ea7b38df0aec2d7a4c91_289d12cdd65026d2b06857ccfb57cd11.pdf

CARDOSO, L. D.S., & MARQUES, D. M. L. D. M. (2004). Seasonal composition of the phytoplankton community in Itapeva lake (north coast of Rio Grande do Sul-Brazil) in function of hydrodynamic aspects. *Acta limnologica brasiliensia*. São Paulo, SP. Vol. 16, n. 4 (2004), p. 401-416, 2004. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/248928>

CLARKE, K. R., & WARWICK, R. M. (2001). Mudanças nas comunidades marinhas. Uma abordagem para análise e interpretação estatística , 2 , 1-168.

CONNELL, J. H. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs: high diversity of trees and corals is maintained only in a nonequilibrium state. *Science*, v. 199, n. 4335, p. 1302-1310.
<https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.199.4335.1302>

COSTA, N. B. DA, MIRANDA, M., QUEIROZ, T. M., & MOIANO, G. (2024). XVII Simpósio de recursos hídricos do nordeste impacto das variáveis climáticas na qualidade da água em um reservatório de abastecimento público do semiárido brasileiro.
<https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/237/XVII-SRHNE0392-2-0-20241121-21392>

CRANSTON, P. S.; OLIVER, D. R., & SAETHER, O. A., (1983). The larvae of Orthocladiinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region - keys and diagnoses. *Entomol. Scand. Suppl.* 9:149-291.

EPLER, J. H. (1995). Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida. Tallahassee: Department of Environmental Protection. Division of Water Facilities.

FRANÇA, L. M. DE A., MIRANDA, R. DE Q., COSTA, V. S. DE O., & GALVÍNCIO, J. D. (2020). Análise do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Pajeú (Pernambuco) com o produto MODIS MCD12Q1. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, 1(1).duto MODIS MCD12Q1. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v. 1, n. 1, p. 11-27, 2020. ISSN 2675-5491. <https://share.google/qocFDMLL7RRwuHnsf>

FULAN, J. A., & ANJOS, M. R. (2015). Colonization by Chironomidae larvae in decomposition of *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth in an Amazonian lake in Brazil. *Acta Scientiarum*, v. 37, n. 4. <https://www.redalyc.org/pdf/1871/187143301007.pdf>

FROUZ, J., & MANTENA, J. (2015) Desiccation resistance of Chironomid larvae. *European Journal of Environmental Sciences*, v. 5, n. 1. <https://doi.org/10.14712/23361964.2015.73>

HARA, J., ATIQUÉ, U., & AN, K.-G. (2020). Relações plurianuais entre a química da água, a clorofila algal, o regime de seca e inundação e o enriquecimento de nutrientes em um reservatório morfologicamente complexo. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (9), 3139. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093139>

IBIAPINA, C. F., GOMES, A. G., SOUSA, F. G. N., SANTOS, V. C. DOS, & TERRA, B. DE F. (2024). ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DE MACROINVERTEBRADOS EM UM RESERVATÓRIO DA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA. *Revista Territorium Terram*, 7(11), 225–234 http://www.seer.ufsj.edu.br/territorium_terram/article/view/5415

JOVEM-AZEVEDO, D., BEZERRA-NETO, J. F., AZEVEDO, E. L., GOMES, W. I. A., MOLOZZI, J., & FEIO, M. J. (2019). Dipteran assemblages as functional indicators of extreme droughts. *Journal of arid environments*, v. 164, p. 12-22. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.01.014>

KLAUS P. B., KP, PEDERSEN, O., LINDEGAARD, C., & HAMBURGER, K. (2004). Chironomids (Diptera) and oxy-regulatory capacity: an experimental approach to paleolimnological interpretation. *Limnology and Oceanography*, v. 49, n. 5, p. 1549-1559. <https://doi.org/10.4319/lo.2004.49.5.1549>

LEITE, J. N. DE C., & BECKER, V. (2019). Impacts of drying and reflooding on water quality of a tropical semi-arid reservoir during an extended drought event. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 31, p. e15. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S2179-975X6918>

LEIVA, M.; MARCHESE, M., & DIODATO, L.. (2020). Structure, distribution patterns and ecological responses to hydrological changes in benthic macroinvertebrate assemblages in a regulated semi-arid river: baseline for biomonitoring studies. *Marine and Freshwater Research*, v. 72, n. 2, p. 200-212. <https://www.publish.csiro.au/MF/MF19283>

LIMA, R. G. S., NETO, I. R DE S., SCHNEIDER, V. E., & MENDES, L. A. (2025). Delimitação do Semiárido brasileiro: Avaliação dos critérios de inclusão municipal. *Scientia Plena*, 21(11). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2025.119912>

LINARES, M. S., FACCIOLI, G. G., FREITAS, L. M. (2013). Benthic macroinvertebrate community structure and seasonal variation in a neotropical stream in the State of Alagoas, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 13, pág. 50-54.
<https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000300006>

Lin, YI, Pan, S. Y., Chang, H. H., Yu, M. S., & Lin, W.L. (2023). Will extreme drought impact the reservoir water quality? A 30-year observational study. *Agricultural Water Management* , 289. 108574
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377423004390>

MASCHWITZ, D. E., & COOK, E. F. (2000). Revision of the Nearctic species of the genus *Polypedilum* Kieffer (Diptera: Chironomidae) in the subgenera *P.* (*Polypedilum*) Kieffer and *P.* (*Uresipedilum*) Oyewo and Saether. *Ohio: Ohio Biological Survey Bulletin, New Series*, v. 12, n. 3, 135 p.
<https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.2307/1468198?journalCode=jnortamerbentsoc>

MEDEIROS, B. D., MAIA, M. K. G., & AZEVÊDO, D. J. S. (2024). Variação temporal na qualidade da água em reservatório semiárido: uma abordagem integrada ao sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 17., 2024, João Pessoa. Anais [...]. João Pessoa: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. p. 1-10. <https://www.abrhidro.org.br/xviisrhne>

MEDEIROS, C. R., PAIVA, F. F., FERREIRA, L. M. R., COSTA, L. D. A., NÓBREGA, R. L. B., CUNHA, J., ... & GALVÃO, C. D. O. (2025). How does the storage volume of semi-arid reservoirs change water quality and modulate the diversity of benthic macroinvertebrates?. *Science of The Total Environment*, v. 958, p. 177881, 2025., v. 958, 177881. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177881>

Melo, D. B. D. (2021). Diversidade funcional e taxonômica de Chironomidae em reservatórios do semiárido em um cenário de seca extrema. <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/3847>

MELO, D. B. DE, DOLBETH, M., PAIVA, FF, & MOLOZZI, J. (2022) Extreme drought scenario shapes different patterns of Chironomidae coexistence in reservoirs in a semi-arid region. *Science of the Total Environment*, v. 821, p. 153053. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722001437>

MOLINERI, C., TEJERINA, E. G., TORREJÓN, S. E., PERO, E. J., & HANKEL, G. E. (2020). Indicative value of different taxonomic levels of Chironomidae for assessing the water quality. *Ecological Indicators*, v. 108, 105703
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105703>

PEREIRA, V. DOS S., AZEVÊDO, D. J., AZEVÊDO, E. DE L., & MOLOZZI, J. (2022). Variation of Chironomidae (Insecta: Diptera) trophic guilds and their relation with trophic state in reservoirs in the semiarid. *Ciência e Natura* , [S. l.] , v. 42, p. e43. <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/43365>

PETERSEN, A. C. G. (2023). PAPEL DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS. REVISTA FOCO, 16(02), e889.
<https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n2-036>

PIO, J. F., HEPP, L. U., MEDEIROS, A. O., SILVA, F. L. D., & COPATTI, C. E. (2022). Colonização intra-anual de Chironomidae em serapilheira em um riacho do Cerrado brasileiro. Zoologia (Curitiba), 39, e22015.
<https://www.scielo.br/j/zool/a/jOs3DkZgDGgdhyhjv3GCm9R/>

PODDER, R., N. A. T. H. S., MODAK, B. K., WELTJE, L., & MALAKAR, B. (2022) Tube length of chironomid larvae as an indicator for dissolved oxygen in water bodies. Scientific Reports, v. 12, n. 1, p. 19971, 2022.
<https://www.nature.com/articles/s41598-022-23953-9>

ROCHA, F. C. DA, ANDRADE, E. M. DE, LOPES, F.B, FILHO, F.J. DE P., FILHO, J. H. C., & SILVA, M. D. DA. (2016) Physical-chemical determinant properties of biological communities in continental semi-arid waters. Environmental monitoring and assessment, v. 188, n. 8, p. 489.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-016-5497-7>

ROSA, N. D. P. (2024). Mudanças na composição de assembleia de Chironomidae (Insecta: Diptera) em riachos insulares em função do aumento da urbanização. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/257761>

ROSSARO, B., MARZIALI, L., & BOGGERO, A. (2022). Response of Chironomids to Key Environmental Factors: Perspective for Biomonitoring. Insects, v. 13, n. 911. <https://doi.org/10.3390/insects13100911>

SABHA, I., HAMID, A., BHAT, S. U., & ISLAM, S. T. (2022). Water quality and anthropogenic impact assessment using macroinvertebrates as bioindicators in a stream ecosystem. Water, Air & Soil Pollution, v. 233, n. 9, p. 387.
<https://doi.org/10.1007/s11270-022-05839-8>

SANSEVERINO, A. M., & NESSIMIAN, J. L. (1998). Habitat preferences of Chironomidae Larvae of Upland Stream of Atlantic Forest, Rio de Janeiro State, Brazil. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 2141-2144.
https://doi.org/10.1080/03680770.1995.11901122?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle

SANTANA, M. S., SANTOS, C. B. DOS, & MITSUKA, P. M. (2021). Composição de macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas como parâmetro para avaliação da qualidade da água de um reservatório no semiárido baiano. Biotemas, Florianópolis, v. 34, n. 3, p. 1-14.
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/78598>

SHAHIDI-HAKAK, F., AMID-MOTLAGH, M. H., & KHOSRAVANI, M. A. (2022) Quick Review of the Family Chironomidae (Order Diptera) with Effect on the Environment. Trends in Medical Sciences, v. 2, n. 2, e129263, jun./jul. <http://dx.doi.org/10.5812/tms-129263>

SILVA, L. A. P., SOUZA, C. M. P. DE, SILVA, C. R., FILGUEIRAS, R., SENA-SOUZA, J. P., FERNANDES-FILHO, E.I., & LEITE, M. E. (2023). Mapping the Effects of Climate Change on Reference Evapotranspiration in Future Scenarios in the Brazilian Semi-arid Region - South America. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 16, n. 2, p. 1001–1012. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.2.p1001-1012>

SUGUIO, K. (1973). *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Edgard Blücher; Editora da Universidade de São Paulo, 317 p.

SUMUDUMALI, R. G. I., & JAYAWARDANA, J. M. C. K. (2021). A review of biological monitoring of aquatic ecosystems approaches: with special reference to macroinvertebrates and pesticide pollution. *Environmental Management*, v. 67, n. 2, p. 263-276. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01423-0>

TIMIS-GANSAC, V., DINCA, L., CONSTANDACHE, C., MURARIU, G., CHEREGI, G., & TIMOFTE, C. S. C. (2025). Conservação da Biodiversidade em Áreas Áridas: Uma Revisão. *Sustentabilidade*, 17 (6), 2422. <https://doi.org/10.3390/su17062422>

TOWNSEND, C. R., SCARSBROOK, M. R., & DOLÉDEC, S. (1997). The Intermediate Disturbance Hypothesis, Refugia, and Biodiversity in Streams. *Limnology and Oceanograph*, v. 42, n. 5, p. 938-949. <https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.4319/lo.1997.42.5.0938>

TRIVINHO-STRIXINO, S. (2011). *Larvas de Chironomidae: guia de identificação*. São Carlos: UFSCar, 1(2).

UIEDA, V. S., & MOTTA, R. L. (2007). Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 19, n. 1, p. 15-30. <http://www.alb.periodikos.com.br/article/627b11ed782aad05cf54922c/pdf/alb-19-1-15.pdf>

ZANELLA, M. E. (2014). Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. *Caderno Prudentino de Geografia*, [S. l.], v. 1, n. 36, p. 126–142. <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3176>

Legendas de figuras

Figura 1. Mapa da área de estudo e locais de amostragem, na bacia hidrográfica do Rio Pajeú, semiárido brasileiro. Os pontos pretos no mapa representam os locais de coleta nos reservatórios estudados.

Figura 2. Abundância total dos gêneros de Chironomidae encontrados nos períodos seco e chuvoso, nos reservatórios Barra do Juá (BJ), Cachoeira II (CA), Jazigo (JA) e Serrinha II (SE), Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Nordeste, Brasil.

Figura 3. Correlações dos dez melhores modelos para descrever a associação das variáveis ambientais com a estrutura da assembleia de Chironomidae nos reservatórios Barra do Juá (BJ), Cachoeira II (CA), Jazigo (JA) e Serrinha II (SE), Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Nordeste, Brasil.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Princesa Isabel - Código INEP: 25282930
	Br 426, S/N, Zona Rural / Sítio Barro Vermelho, CEP 58755-000, Princesa Isabel (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0007-60 - Telefone: (83) 3065.4901

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Anexação do TCC ao repositório do campus

Assunto:	Anexação do TCC ao repositório do campus
Assinado por:	José Silva
Tipo do Documento:	Projeto
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- José Alexandre Ferreira da Silva, DISCENTE (202124020024) DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - CAMPUS PRINCESA ISABEL, em 10/02/2026 15:06:12.

Este documento foi armazenado no SUAP em 10/02/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1762024
Código de Autenticação: 23039d5163

