



**GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI  
CAMPUS HERÓIS DO JENIPAPO – CAMPO MAIOR  
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



**VARIAÇÃO TEMPORAL NA DIVERSIDADE DE EPHEMEROPTERA EM UM  
RIACHO TEMPORÁRIO NO CERRADO**

**MARIA LUCIELE GOMES BRANDÃO**

**CAMPO MAIOR - PI  
JUNHO/2025**

**MARIA LUCIELE GOMES BRANDÃO**

**VARIAÇÃO TEMPORAL NA DIVERSIDADE DE EPHEMEROPTERA EM UM  
RIACHO TEMPORÁRIO NO CERRADO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como requisito parcial para a obtenção de título em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, da Universidade Estadual do Piauí.

Orientador: Dr. Lucas Ramos Costa Lima

Coorientadora: Dra. Ana Paula Justino de Faria

**CAMPO MAIOR – PI**

**JUNHO/2025**

## Espaço reservado para a Ficha catalográfica

B817v Brandão, Maria Luciele Gomes.

Variação temporal na diversidade de Ephemeroptera  
em um riacho temporário no cerrado / Maria Luciele  
Gomes Brandão. - 2025.

37 f.: il.

Monografia (graduação) - Licenciatura Plena em  
Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Piauí,  
2025.

"Orientador: Prof. Dr. Lucas Ramos Costa Lima".

"Coorientadora: Profa. Dra. Ana Paula Justino de  
Faria".

1. Insetos aquáticos. 2. Bioindicadores. 3.  
Sazonalidade. 4. Parâmetros ambientais. 5.  
Biomonitoramento. I. Lima, Lucas Ramos Costa . II.  
Faria, Ana Paula Justino de . III. Título.

CDD 570

**MARIA LUCIELE GOMES BRANDÃO**

**VARIAÇÃO TEMPORAL NA DIVERSIDADE DE EPHEMEROPTERA EM UM  
RIACHO TEMPORÁRIO NO CERRADO**

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Lucas Ramos Costa Lima  
Universidade Estadual do Piauí – UESPI  
*Campus Heróis do Jenipapo – Campo Maior (PI)*  
Orientador

---

Profa. Msc. Laura Almeida de Oliveira  
Examinadora - Titular  
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

---

Profa. Msc. Maria Fernanda Ribeiro Ferreira  
Examinadora - Titular  
Universidade Federal do Pará (UFPA)

---

Profa. Dra. Thaís Yumi Shinya  
Examinadora – Suplente  
Universidade Estadual do Piauí – UESPI  
*Campus Heróis do Jenipapo – Campo Maior (PI)*

Campo Maior-PI, 20 de junho de 2025.

Dedico este trabalho aos meus pais Antônio e Luzia, pilares da minha vida. Pela força silenciosa, pelo amor incondicional e pelo apoio em cada passo da minha trajetória. Sem vocês, este sonho não teria se tornado possível.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus que me ajudou ao longo desses anos e não me deixou desistir quando as dificuldades se mostravam presentes, que sem ele não teria conseguido chegar até aqui.

Agradeço à Universidade Estadual do Piauí (UESPI) pela formação acadêmica e pelas oportunidades de aprendizado e crescimento proporcionadas ao longo dessa jornada. Essa instituição foi fundamental para a construção do meu conhecimento e para o desenvolvimento pessoal e profissional.

A minha família, meu pai Antônio da Costa Brandão, minha mãe Luzia Gomes de Araújo Brandão e minhas irmãs Maria Luciene Gomes Brandão, Maria Patrícia Gomes Brandão e Antonia Lucivânia Gomes Brandão que sempre esteve comigo durante todo esse árduo processo me apoiando, incentivando, ajudando, não medindo esforços para que fosse possível concluir o curso. Obrigada por acreditarem em mim mesmo nos momentos em que nem eu acreditava.

Agradeço imensamente ao meu querido orientador, professor Doutor Lucas Ramos Costa Lima por todas as orientações prestadas, ensinamentos e paciência que teve comigo durante o todo o desenvolvimento deste trabalho e pelos momentos de descontração.

Quero agradecer também a minha Coorientadora Dr. Ana Paula Justino de Faria pelo carinho, dedicação, paciência e disponibilidade e pelas riquíssimas orientações que foram de grande ajuda.

Ao NUPEIA, meu profundo agradecimento. Fazer parte deste grupo de pesquisa foi uma experiência transformadora, marcada pelo comprometimento com a pesquisa e, acima de tudo, pelo acolhimento humano. Aprendi, cresci e me inspirei, levo comigo o saber partilhado e a motivação para seguir contribuindo com a pesquisa.

Agradeço aos professores do curso que contribuíram de forma grandiosa para minha formação. Em especial a Dra. Tatiana Gimenez Pinheiro por ser uma pessoa admirável, incrível como professora dando sempre o seu melhor e psicóloga da turma sempre ajudando, dando conselhos, uma mãezona. A Dra. Claucenira Bandeira que foi uma das professoras mais excelentes, sensacional e maravilhosa que deu aula no curso e agradeço as inúmeras caronas que me foram oferecidas e as boas conversas durante essas caronas.

Agradeço ao meu "trio parada dura" Joana D Arc e Hellen Joyce pela parceria, apoio, e por compartilhar os momentos da vida academia juntas, levarei vocês no meu coração para sempre.

Agradeço a minha turma os "Biofrends" minha eterna gratidão. Compartilhar essa caminhada com vocês foi um privilégio. Cada risada, desafio superado e momento de apoio mútuo fez dessa jornada algo inesquecível.

Não poderia deixar de agradecer à minha segunda família em Campo Maior as meninas do Licenciados A, em especial Antônia de Castro pelo acolhimento, apoio, conversas tornando os meus dias melhores.

Agradeço também meu quarteto Maria de Jesus, Camila e Jaqueline pelas risadas, conversas, por escutar meus desabafos e passeios para distrair a mente, nosso lema é colecionar memórias.

A minha parceira Natália por sempre me ajudar, sua presença constante, por estar comigo sempre que a vida retribua em dobro tudo o que você faz por mim.

Ao meu namorado, minha eterna gratidão. Obrigada por me apoiar nos momentos difíceis, por acreditar em mim quando eu duvidei da minha própria capacidade, e por celebrar cada pequena conquista ao meu lado. Sua paciência, carinho e presença constante tornaram essa jornada mais leve e significativa.

Aos meus familiares, amigos e a todos que, de alguma forma, contribuíram para esta conquista, seja com palavras de apoio, gestos de incentivo ou presença constante, direta ou indiretamente, meu mais sincero agradecimento.

Agradeço também as caronas da vida que recebi de algumas pessoas que foram de grande ajuda.

## RESUMO

Riachos intermitentes do Cerrado apresentam forte sazonalidade, alternando períodos de cheia e seca que impactam diretamente a dinâmica das comunidades aquáticas. Insetos da ordem Ephemeroptera são sensíveis às variações ambientais e podem ser utilizados como bioindicadores da qualidade da água em ecossistemas lóticos. Este estudo teve como objetivo avaliar a variação temporal da diversidade de Ephemeroptera em um riacho intermitente do Cerrado, considerando as mudanças nos parâmetros físico-químicos da água ao longo do ciclo hidrológico. As coletas foram realizadas quinzenalmente entre abril e agosto de 2023, em um trecho de 150 metros do riacho Pé de Serra, localizado em Campo Maior – PI. Em cada campanha, foram realizadas coletas com rede D em 15 seções, além da medição dos parâmetros ambientais (pH, oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura da água). Ao todo, foram coletados 3.473 indivíduos, distribuídos em cinco famílias e 13 gêneros, com predominância dos gêneros *Callibaetis*, *Americabaetis*, *Cloeodes* e *Caenis*. A abundância foi maior no período chuvoso (2.021 indivíduos) e reduziu-se significativamente durante a seca (167 indivíduos). O gênero *Caenis* mostrou maior tolerância, sendo o único com aumento no período seco. Os resultados ambientais indicaram aumento da condutividade elétrica e da temperatura ao longo dos meses, com redução do oxigênio dissolvido, especialmente nos meses de estiagem. Tais alterações influenciaram diretamente a composição da fauna, indicando que a variação hidrológica atua como fator estruturante da comunidade de Ephemeroptera. O registro de *Cloeon smaeleni*, espécie exótica do continente africano, representa a primeira ocorrência documentada no estado do Piauí e alerta para possíveis impactos ecológicos. Conclui-se que os Ephemeroptera respondem às variações ambientais de forma previsível, com diferentes estratégias de resistência e resiliência, podendo ser utilizados no monitoramento de ambientes intermitentes. Este trabalho contribui para o conhecimento ecológico dos riachos do Cerrado e reforça a importância de sua conservação, especialmente frente às mudanças climáticas e à pressão antrópica.

**Palavras-chave:** Insetos aquáticos. Bioindicadores. Sazonalidade. Parâmetros ambientais.

## ABSTRACT

Intermittent streams in the Cerrado have strong seasonality, alternating periods of flood and drought that directly impact the dynamics of aquatic communities. Insects of the order Ephemeroptera are sensitive to environmental variations and can be used as bioindicators of water quality in lotic ecosystems. This study aimed to evaluate the temporal variation of Ephemeroptera diversity in an intermittent stream in the Cerrado, considering changes in the physical-chemical parameters of the water throughout the hydrological cycle. Collections were carried out biweekly between April and August 2023, in a 150-meter stretch of the Pé de Serra stream, located in Campo Maior - PI. In each campaign, collections were carried out with a D net in 15 sections, in addition to the measurement of environmental parameters (pH, dissolved oxygen, conductivity and water temperature). In total, 3,473 individuals were collected, distributed in five families and 13 genera, with a predominance of the genera *Callibaetis*, *Americabaetis*, *Cloeodes* and *Caenis*. Abundance was greater during the rainy season (2,021 individuals) and significantly reduced during the dry season (167 individuals). The genus *Caenis* showed greater tolerance, being the only one with an increase in the dry season. The environmental results indicated an increase in electrical conductivity and temperature over the months, with a reduction in dissolved oxygen, especially in the dry months. Such changes directly influenced the composition of the fauna, indicating that hydrological variation acts as a structuring factor of the Ephemeroptera community. The record of *Cloeon smaeleni*, an exotic species from the African continent, represents the first documented occurrence in the state of Piauí and warns of possible ecological impacts. It is concluded that Ephemeroptera respond to environmental variations in a predictable manner, with different resistance and resilience strategies, and can be used to monitor intermittent environments. This work contributes to the ecological knowledge of Cerrado streams and reinforces the importance of their conservation, especially in the face of climate change and anthropic pressure.

**Keywords:** Aquatic insects. Bioindicators. Seasonality. Environmental parameters.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Área de estudo onde a pesquisa foi realizada. A) Mapa da cidade de Campo Maior indicando ponto de coleta. B) Riacho Pé de Serra, Campo Maior ..... **pág.19**
- Figura 2** – Ilustração do delineamento amostral usado neste estudo, que consiste na delimitação de um trecho longitudinal de 150 m, subdividido em 15 seções equidistantes de 10 m, no sentido jusante à montante ..... **pág.20**
- Figura 3** – Procedimentos de coleta e triagem dos insetos aquáticos. A) Varredura do substrato. B) Triagem dos indivíduos coletados ..... **pág.21**
- Figura 4** – Caracterização ambiental do riacho. A) Medição dos parâmetros físico-químicos. B) Medição da estrutura física do riacho ..... **pág.22**
- Figura 5.** Variáveis limnológicas da água mensuradas ao longo de cinco meses (maio a agosto) no riacho Pé de Serra, Campo Maior, Piauí, Brasil. A pH. B Oxigênio dissolvido. C Condutividade elétrica. D Temperatura da água ..... **pág.23**
- Figura 6.** Abundância de Ephemeroptera. (A) Abundância das famílias de Ephemeroptera registradas na área de estudo. (B) Abundância dos gêneros de Ephemeroptera identificados na área de estudo ..... **pág.26**

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1** – Lista das espécies coletadas ao longo do estudo nos períodos de cheia, transição e seca..... **pág.26**

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2 ARTIGO: VARIAÇÃO TEMPORAL NA DIVERSIDADE DE EPHEMEROPTERA EM UM RIACHO TEMPORÁRIO NO CERRADO</b>	<b>14</b>
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>34</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os insetos aquáticos desempenham um papel crucial nos ecossistemas de riachos, devido à sua diversidade e à sua participação em diferentes níveis tróficos (Merritt et al., 2017). A ocorrência desses organismos no ecossistema está diretamente relacionada ao regime hidrológico, a estabilidade do leito do riacho e a entrada de matéria orgânica alóctone (Dudgeon, 2011), bem como por interferências não-naturais nesse ecossistema.

A ordem *Ephemeroptera* é considerada uma das mais antigas ordens de insetos alados, com aproximadamente 250 milhões de anos (Domínguez et al., 2006; Barber-James et al., 2008, 2013). Os indivíduos dessa ordem têm ampla distribuição, com exceção da Antártica, extremo Ártico e ilhas oceânicas (Brittain, 1982; Elouard et al., 2003; Da-Silva; Salles, 2012). São insetos anfibióticos (ciclos de vida associados a ambientes aquáticos e terrestres) e hemimetábolos (metamorfose incompleta), sendo o único grupo que apresenta dois estágios de vida adulta: a subimago e o imago (Edmunds et al., 1988; Kamsoi et al. 2021).

As ninfas apresentam estratégias alimentares diversificadas, incluindo organismos filtradores, raspadores, fragmentadores, coletores e predadores, e seu ciclo de vida varia de algumas semanas a aproximadamente três anos (McCafferty; Provonsha, 1998; Salles et al., 2004; Salles, 2006). Os adultos têm vidas efêmeras e não se alimentam, utilizando esse período apenas para reprodução (McCafferty; Provonsha, 1998). Eles habitam uma variedade de ambientes lênticos e lóticos (Salles et al., 2004) e as formas imaturas também são abundantes em ambientes semilênticos, podendo apresentar riqueza significativa em riachos de médio e grande porte (Shimano et al., 2010). Além disso, são distribuídos em praticamente todos os meso-hábitats (Domínguez et al., 2009) e constituem componentes importantes na cadeia alimentar, atuando como consumidores primários de perifiton e algas, além de servirem de alimento para outros invertebrados e peixes (Brittain, 1982; Salles et al., 2004; Salles, 2006).

Em geral, *Ephemeroptera* é um grupo que apresenta variação na distribuição de gêneros, dependendo de condições ambientais dos riachos, como tipo de substrato, oxigênio dissolvido e fluxo da água (Frantz, 2020). Em riachos temporários do Cerrado, onde eventos sazonais de seca e cheia modificam a estrutura ecológica dos habitats, a presença ou ausência de gêneros desse grupo pode refletir tanto as dinâmicas naturais quanto distúrbios antrópicos, como a supressão da vegetação ripária e a intensificação da atividade agrícola (Costa, 2022).

A ocorrência e a composição das comunidades de *Ephemeroptera* em ambientes lóticos são fortemente influenciadas por variações hidrológicas e pela integridade ambiental (Hirota, 2017). Por serem organismos com diferentes graus de tolerância às condições ambientais dos

ecossistemas, as variações hidrológicas tornam-se fatores relevantes a serem analisados em conjunto com a presença desses organismos (Hirota, 2017).

Assim, em riachos temporários do Cerrado, onde a sazonalidade molda a estrutura ecológica dos habitats, a presença ou ausência de espécies de Ephemeroptera pode indicar tanto processos naturais quanto impactos antrópicos, como a perda da vegetação ripária e o avanço das atividades agrícolas. Dessa forma, a dinâmica sazonal desses sistemas exerce papel decisivo na distribuição das comunidades de insetos aquáticos, influenciando diretamente sua diversidade e composição (Souza, 2011). Neste estudo, a variação temporal refere-se à comparação da diversidade de Ephemeroptera entre os períodos de cheia, transição seca ao longo de um mesmo período hidrológico.

O monitoramento da diversidade de Ephemeroptera ao longo do tempo, em riachos intermitentes do Cerrado, permite compreender os efeitos provocados por alterações climáticas e pelas pressões antrópicas, como o desmatamento e a intensificação do uso do solo, conforme discutido por Yokoyama (2012). Essa abordagem é fundamental para identificar padrões de resposta ecológica, contribuindo para estratégias de conservação da biodiversidade e para o manejo sustentável dos recursos hídricos desse bioma.

A relevância do estudo da variação temporal na diversidade desse grupo decorre de sua reconhecida sensibilidade às alterações ambientais, o que os torna importantes bioindicadores da integridade ecológica de sistemas lóticos (Shimano, 2010). Além disso, a alta heterogeneidade biológica do Cerrado é marcada por intensas transições sazonais e variações na disponibilidade hídrica reforça a necessidade de investigações contínuas sobre a estrutura e a dinâmica das comunidades aquáticas (Yokoyama, 2012; Hirota, 2017).

## 2. ARTIGO

*O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi redigido em forma de artigo, o qual será submetido para o periódico Acta Limnologica Brasiliensis. Portanto, a formatação seguirá as normas disponível em: <https://actalb.org/instructions>.*

## Temporal variation of Ephemeroptera diversity in a temporary stream in the Cerrado

Variação temporal da diversidade de Ephemeroptera em um riacho temporário no Cerrado

Maria Luciele Gomes Brandão<sup>1\*</sup>, Ana Paula Justino de Faria<sup>1</sup>, Lucas Costa Ramos Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Piauí - UESPI, Campus Heróis do Jenipapo, Av. Santo Antônio, s/n. CEP: 64280-000, Campo Maior, PI, Brasil.

\*Autor correspondente: [lucielebrandao19@gmail.com](mailto:lucielebrandao19@gmail.com)

### ABSTRACT

**Objective:** The research aimed to evaluate the distribution of Ephemeroptera diversity throughout the hydrological cycle in an intermittent stream in the Cerrado. **Methods:** Collections were carried out in a 150-meter stretch of a single stream, biweekly, from April to August 2023, covering the rainy, transition and dry seasons. The 150-m stretch was divided into 15 equidistant longitudinal sections of 10 m, where the substrates and specimens were collected with the help of a D-net. The specimens were stored in Eppendorf tubes with 90% ethyl alcohol and identified to the genus level. Simultaneously, the physical and chemical characteristics of the stream, such as pH, dissolved oxygen, conductivity, water temperature, depth and width in each section of the stream, were evaluated. Within four months, there was a significant reduction in stream width and dissolved oxygen, in addition to an increase in conductivity during the dry season. **Results:** A total of 3,473 individuals were collected, belonging to 05 families and 13 genera. *Callibaetis* was the most abundant, with approximately 2,295 individuals, while *Aturbina* and *Traverhyphes* presented only 1 individual each. The genera of the Caenidae Family (*Caenis* and *Brasilocaenis*) were found throughout the study, regardless of the ecosystem dynamics, with greater abundance in the transition period (175 individuals) and the presence of a rare genus, *Cloeon*. **Conclusions:** These animals can survive even when they move from a lotic to a lentic environment for reasons such as the "storage effect", where the temporarily formed pools function as islands that help in the colonization of habitats when the flow resumes, causing the dispersion of both nymphs and adults. The permanence of these genera indicates that they can be used in monitoring intermittent streams in the Cerrado.

**Keywords:** Aquatic insects. Resilience. Habitat colonization. Hydrological Period. Biomonitoring.

## RESUMO

**Objetivo:** A pesquisa teve como objetivo avaliar a distribuição da diversidade de Ephemeroptera ao longo do ciclo hidrológico em um riacho intermitente do Cerrado. **Métodos:** As coletas foram realizadas em um trecho de 150 metros de um único riacho, quinzenalmente, de abril a agosto de 2023, abrangendo os períodos de chuva, transição e seca. O trecho foi dividido em 15 seções longitudinais equidistantes (10 m), onde os substratos e os espécimes foram coletados com o auxílio de uma rede do tipo “D”. Os espécimes foram armazenados em tubos Eppendorf contendo álcool etílico a 90% e posteriormente identificados até o nível de gênero. Simultaneamente, foram avaliadas as características físicas e químicas do riacho, como pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura da água, profundidade e largura em cada seção. Ao longo dos quatro meses de estudo, observou-se uma significativa redução na largura do riacho e nos níveis de oxigênio dissolvido, além de um aumento na condutividade elétrica durante o período seco. **Resultados:** Ao todo, foram coletados 3.473 indivíduos, pertencentes a cinco famílias e 13 gêneros. *Callibaetis* foi o gênero mais abundante, com aproximadamente 2.295 indivíduos, enquanto *Aturbina* e *Traverhypthes* foram os menos representativos, com apenas um indivíduo cada. Os gêneros da família Caenidae (*Caenis* e *Brasilocaenis*) foram registrados durante todo o período de amostragem, independentemente das alterações hidrológicas do ecossistema, com maior abundância no período de transição (175 indivíduos). Também foi registrada a presença de um gênero considerado raro, *Cloeon*. **Conclusões:** Esses insetos demonstraram capacidade de sobrevivência mesmo diante da transição de ambientes lóticos para lênticos, possivelmente em função do chamado “efeito de armazenamento”, no qual as poças temporárias formadas durante a seca funcionam como ilhas que favorecem a colonização de habitats após a retomada do fluxo, promovendo a dispersão de ninhas e adultos. A permanência desses gêneros ao longo de todo o ciclo hidrológico indica seu potencial uso no monitoramento de riachos intermitentes do Cerrado.

**Palavras-chaves:** Insetos aquáticos. Resiliência. Colonização de habitats. Período Hidrológico. Biomonitoramento.

## 1. INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado abriga uma elevada diversidade de ecossistemas aquáticos de água doce, entre os quais se destacam os riachos intermitentes, os quais são caracterizados por períodos alternados de inundação e seca de acordo com os ciclos hidrológicos (chuva e estiagem) (Magalhães et al., 2016). Riachos desse tipo são comuns em regiões tropicais sazonais e exercem funções essenciais, como a manutenção da conectividade hidrológica e o suporte a biodiversidade aquática.

A alternância entre os períodos de chuva e estiagem provoca uma transição rápida de ecossistemas lóticos para condições lênticas (De Freitas et al., 2021), o que impõe estresse significativo aos organismos aquáticos. A principal diferença entre esses dois tipos de ecossistemas está relacionada ao fluxo da água: nos ambientes lóticos, o fluxo é constante da nascente à foz, enquanto nos lênticos a água permanece parada, sem correnteza perceptível (Nunes et al., 2013). Na ausência de precipitação, ocorre redução significativa da lâmina d'água no leito dos riachos devido à evaporação, resultando em poças isoladas ao longo do canal. Essas poças são essenciais para a manutenção da biodiversidade adaptada ao estresse hídrico e dos processos ecológicos do ecossistema aquático durante a estiagem, até a reposição hídrica no período chuvoso (Junior, 2012).

Durante a seca, as conexões laterais entre o canal principal e os habitats ribeirinhos são interrompidas, cessando o fluxo e promovendo a formação de poças. Dessa forma, a conectividade longitudinal (jusante-montante) do ambiente lótico pode ser comprometida, com redução progressiva do volume de água até a completa perda de água superficial (Stubbington et al., 2017). Essas poças frequentemente apresentam temperaturas elevadas e instáveis, aumento na concentração de nutrientes e redução na disponibilidade de oxigênio e microhabitats (Lake, 2011; Gómez et al., 2017; Von Schiller et al., 2017). Em poças menores, observa-se intensificação das interações bióticas, como predação e competição por recursos limitados (Boulton & Lake, 1992; Jackson et al., 1999). Nos riachos intermitentes, essas poças temporárias atuam como “ilhas” que fornecem organismos para a recolonização dos habitats após a retomada do fluxo (Junior, 2012). Esse processo, conhecido como efeito de armazenamento, é fundamental para a recuperação desses ecossistemas (Snyder, 2006), embora o conhecimento sobre a atuação dos organismos nesse processo ainda seja limitado. Os efemerópteros, por exemplo, podem utilizar estratégias de sobrevivência como a oviposição de ovos resistentes à dessecação, adaptados aos períodos secos (Abílio et al., 2007; William, 2006). Alguns insetos aquáticos conseguem persistir por meio de refúgios disponibilizados no ecossistema, os quais funcionam como habitats funcionais para sua sobrevivência (Stubbington

et al., 2017). Refúgios permanentes de água corrente incluem trechos a montante ou a jusante de áreas intermitentes, bem como rios próximos (Boulton, 1989; Chester & Robson, 2011). Além disso, poças persistentes e outros corpos lênticos oferecem microhabitats úmidos, como serapilheira, algas filamentosas, detritos lenhosos e sedimentos sob grandes pedras (Boulton, 1989; Dostine et al., 1997; Robinson et al., 2011). Abaixo da zona bêntica seca, os sedimentos subsuperficiais saturados da zona hiporreica também podem funcionar como refúgios, especialmente quando preenchidos por água fria e bem oxigenada (Stubbington, 2012). Esses refúgios permitem que os invertebrados aquáticos recolonizem os trechos intermitentes após o retorno do fluxo (Daltry et al., 2016).

As estratégias de resiliência dos insetos aquáticos estão fortemente relacionadas à sua capacidade de dispersão (Verberk, Siepel & Esselink, 2008), à resistência à seca e ao uso de microhabitats em poças (Sheldon et al., 2010; Chester & Robson, 2011). Esses organismos podem resistir à seca permanecendo no leito seco do riacho (estratégias de resistência) ou desaparecendo durante a estiagem e retornando com a reativação do fluxo (estratégias de resiliência) (Holling, 1973; Chester & Robson, 2011). Contudo, a intensificação dos períodos de seca pode comprometer essas estratégias e aumentar o risco de extinção local de populações de invertebrados (Larned et al., 2010; Bogan et al., 2015).

Entre os organismos aquáticos mais sensíveis às alterações hidrológicas estão os insetos da ordem Ephemeroptera, amplamente reconhecidos por sua importância ecológica, sua função na cadeia trófica e seu potencial como biodindicadores. Esses insetos podem apresentar adaptações específicas à intermitência, como ovos resistentes à dessecação, o que permite sua sobrevivência durante períodos secos (Abílio et al., 2007; William, 2006). Ainda assim, pouco se sabe sobre como a diversidade de Ephemeroptera responde às variações sazonais e à perda de conectividade hídrica, especialmente em riachos intermitentes do Cerrado, um bioma altamente ameaçado.

Embora existam estudos com outros grupos, como besouros aquáticos (Coleoptera), que demonstraram mecanismos fisiológicos de resistência à dessecação e estratégias eficazes de recolonização de habitats temporários após o retorno da água (Segura, 2012), ainda há uma lacuna de conhecimento sobre a resiliência de Ephemeroptera e outros insetos aquáticos frente à sazonalidade desses ambientes. Considerando que o Brasil abriga uma ampla variedade de riachos intermitentes, especialmente nos biomas Cerrado e Caatinga, caracterizados por clima sazonal e curtos períodos de precipitação concentrados, o país oferece uma oportunidade única para avançar nas investigações sobre o papel desses ecossistemas na manutenção da biodiversidade aquática. Mesmo estudos de caráter local podem contribuir de forma

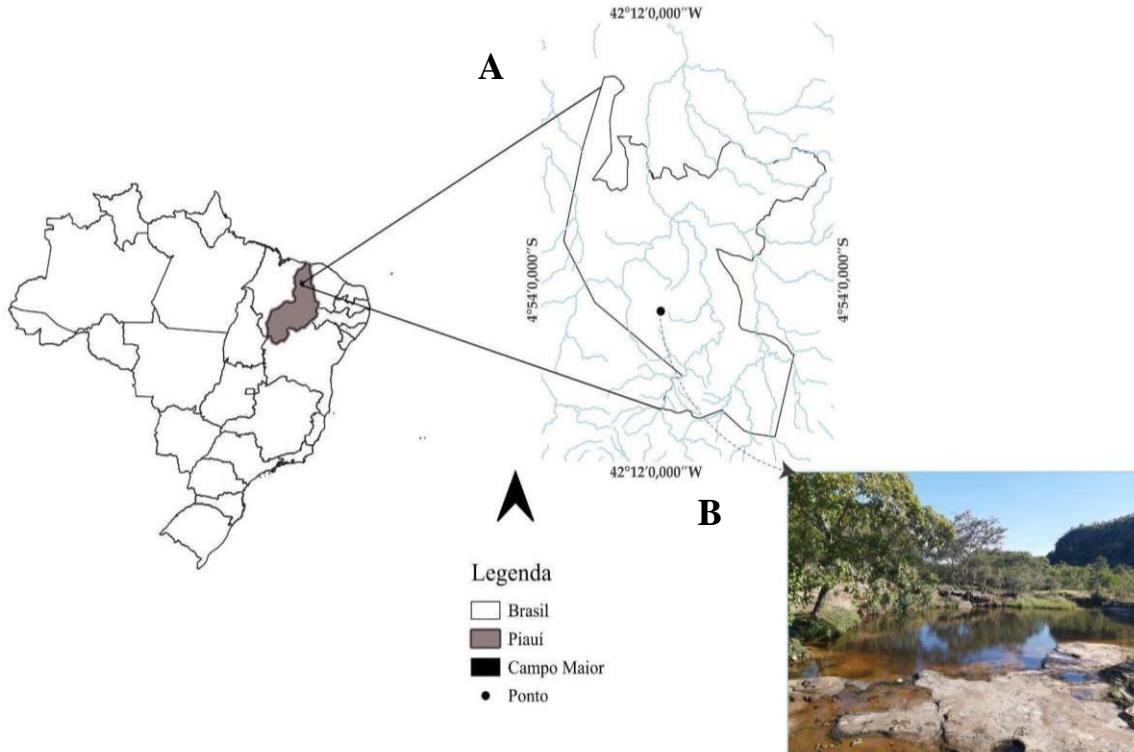
significativa para o entendimento dos processos ecológicos nesses sistemas e para o desenvolvimento de estratégias de conservação.

O estado de conservação dos riachos intermitentes pode ser avaliado por meio da presença e abundância de insetos da ordem Ephemeroptera. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a estrutura temporal da diversidade de Ephemeroptera em um riacho intermitente no Cerrado, buscando compreender os fatores que influenciam sua dinâmica. Para isso, investigamos a influência de variáveis limnológicas e da conectividade do fluxo sobre a abundância, riqueza e composição das espécies desse grupo ao longo de quatro meses, com três períodos hidrológicos distintos: estação chuvosa, período de transição e estiagem. As análises visam contribuir para uma compreensão mais aprofundada dos processos ecológicos em ambientes intermitentes, fornecendo subsídios para estratégias de conservação da biodiversidade nos ecossistemas aquáticos do Cerrado.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

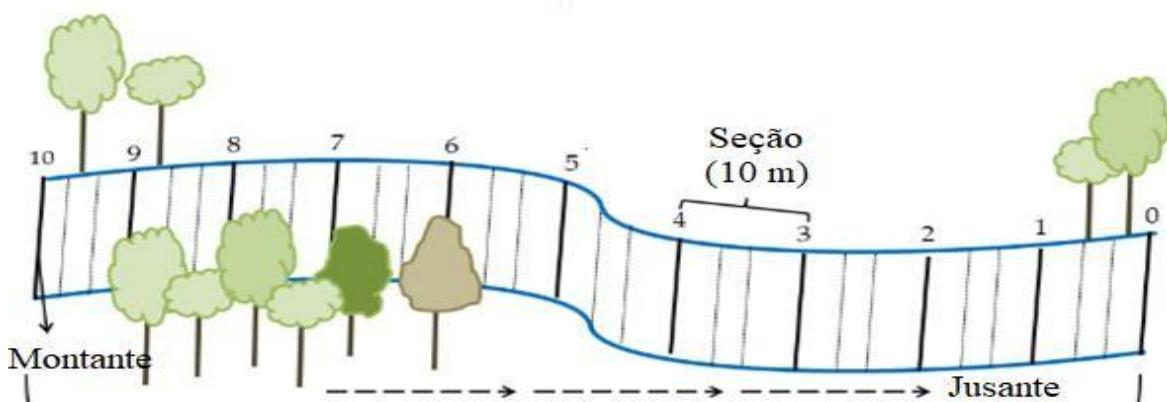
O estudo foi conduzido em um trecho de riacho intermitente localizado no município de Campo Maior, estado do Piauí, Brasil, nas proximidades do Parque Estadual da Serra de Santo Antônio (Fig. 1A), situado a aproximadamente 78 km da capital, Teresina. O riacho está inserido em uma paisagem típica do bioma Cerrado, com predomínio de vegetação savânica composta por espécies arbóreas e gramíneas. Sua nascente localiza-se em áreas de rochas areníticas, e o fluxo hídrico é interrompido anualmente entre os meses de maio e junho, sendo restabelecido entre janeiro e maio (Fig. 1B-C) (PIAUÍ, 2024). Em seu entorno é observado a presença de ocupação humana associada com criação de caprinos, galinhas e suínos em sistema extensivo.



**FIGURA 1:** Área de estudo onde a pesquisa foi realizada. A) Mapa da cidade de Campo Maior indicando ponto de coleta. B) Riacho Pé de Serra, Campo Maior (Fonte: Silva, 2024).

## 2.2 Delineamento amostral

Em cada expedição, a amostragem do riacho foi feita em um trecho fixo de 150 metros, subdividido em 15 seções equidistantes de 10 metros cada uma. A escala temporal do estudo corresponde a quatro meses (abril de 2023 a agosto de 2023) de amostragem, totalizando dez coletas no total. Com base no regime hidrológico local e na observação do fluxo hídrico, os dados foram agrupados em três períodos para análise: estação chuvosa (abril a maio), período de transição (junho a julho) e estiagem (agosto).



**FIGURA 2.** Ilustração do delineamento amostral usado neste estudo, que consiste na delimitação de um trecho longitudinal de 150 m, subdividido em 15 seções equidistantes de 10 m, no sentido jusante à montante.

A coleta dos espécimes foi realizada com o auxílio de uma rede D, por meio da varredura de todos os substratos observados em cada uma das seções do riacho, totalizando 15 subamostras por coleta, uma por cada seção (Fig. 3A). A triagem e separação dos indivíduos da ordem Ephemeroptera foram realizadas imediatamente após a coleta, utilizando bandejas brancas e pinças entomológicas (Fig. 3B). Todos os espécimes foram acondicionados em microtubos Eppendorf de 15 ml contendo solução de álcool etílico a 92%.

Em laboratório, os indivíduos foram identificados até o nível de gênero, com base nas chaves taxonômicas propostas por Dominguez et al. (2006), Dominguez e Fernandez (2009) e Hamada et al. (2019). Após a identificação, os exemplares foram depositados na Coleção Entomológica Heróis do Jenipapo (CEHJ), vinculada ao Laboratório de Zoologia da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Campus Heróis do Jenipapo, no município de Campo Maior – PI.

### 3.3 Caracterização ambiental

Ambientalmente, foram analisados em cada seção os fatores limnológicos (pH, oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura da água) (Fig. 3A) e da estrutura física do riacho (largura, profundidade, velocidade do fluxo e vazão) em cada amostragem (ou seja, quinzenalmente) (Fig. 3B). A profundidade média das seções do riacho foi obtida a partir das medidas de profundidade feitas na margem direita, centro e esquerda de cada seção.

Mediante a interrupção do fluxo, a profundidade era mensurada em três pontos longitudinalmente (montante, centro e jusante) e transversalmente (direita, centro e esquerda) em cada poça formada na seção. A largura da poça também é mensurada nas duas dimensões do canal do riacho (longitudinal e transversal).

Os fatores limnológicos eram mensurados com o auxílio da Sonda Multiparâmetro AKSO 88 no início (seção 1), meio (seção 7) e fim (seção 15) do trecho de 150 m durante o período de fluxo contínuo. Com a formação de poças, esses mesmos fatores eram mensurados em cada poça formada em cada seção do trecho de riacho.



**FIGURA 4.** Caracterização ambiental do riacho. A) Medição dos parâmetros físico-químicos. B) Medição da estrutura física do riacho.

## RESULTADOS

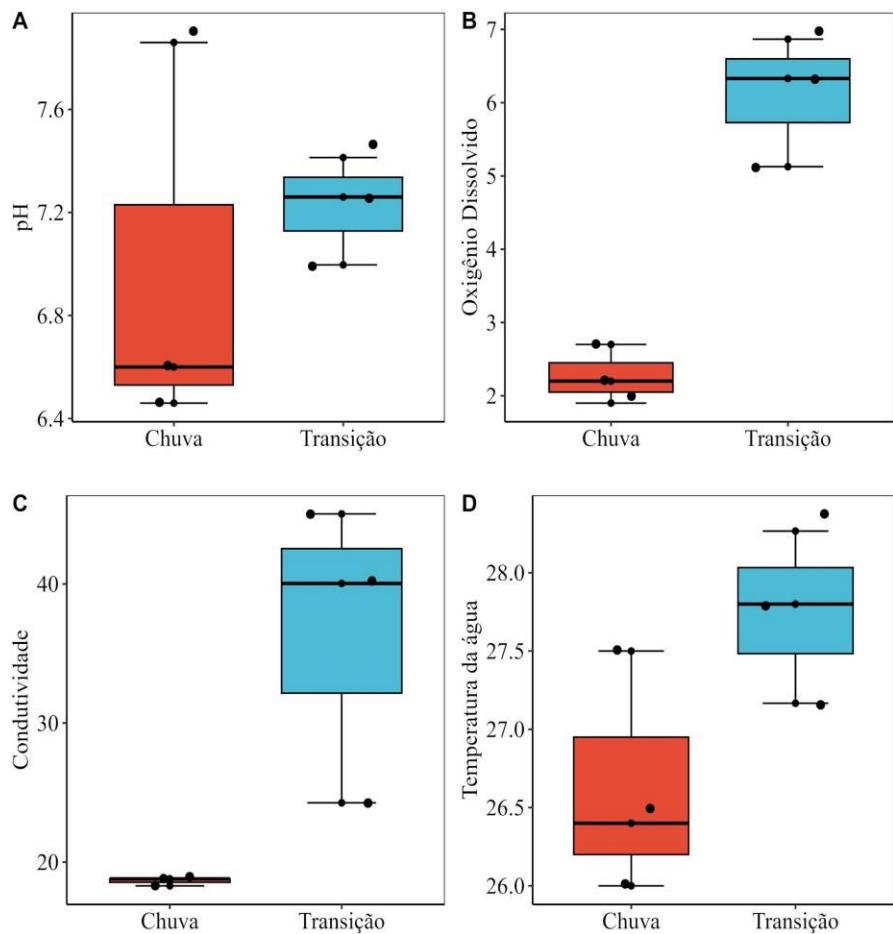
### Condição ambiental

O riacho apresenta fundo predominantemente rochoso, e sua morfologia meandrante contribui para o aumento rápido do fluxo da água durante eventos de chuva. No entanto, essa mesma morfologia favorece o acúmulo de substratos especialmente nas curvas e nas áreas mais profundas criando micro-habitats que beneficiam a biota local.

A formação de poças teve início no final de maio e aumentou progressivamente nos meses seguintes, com o declínio do fluxo hídrico. A única poça que persistiu ao longo de todo o período seco foi observada nas seções 11 e 12, as mais profundas do riacho.

Ao longo do tempo, observou-se uma redução nos valores de oxigênio dissolvido, temperatura da água e pH, enquanto a condutividade elétrica aumentou à medida que o fluxo diminuía (Figura 5).

A análise comparativa dos parâmetros físico-químicos entre os períodos chuvoso e de transição revelou diferenças significativas na qualidade da água. O pH variou ligeiramente entre os dois períodos: durante a estação chuvosa, os valores foram mais baixos e apresentaram maior amplitude (aproximadamente entre 6,4 e 7,3), indicando maior variabilidade. No período de transição, os valores de pH foram mais estáveis e levemente mais altos, com mediana em torno de 7,2. Essa elevação pode estar relacionada à menor entrada de matéria orgânica proveniente do escoamento superficial comum na estação chuvosa, o que reduz a acidificação da água.



**FIGURA 5.** Variáveis limnológicas da água mensuradas ao longo de cinco meses (maio a agosto) no riacho Pé de Serra, Campo Maior, Piauí, Brasil. A pH. B Oxigênio dissolvido. C Condutividade elétrica. D Temperatura da água.

Observou-se um aumento expressivo nos níveis de oxigênio dissolvido durante o período de transição. Na estação chuvosa, os valores de oxigênio dissolvido (OD) foram mais baixos, variando entre aproximadamente 2,0 e 2,8 mg/L. Já no período de transição, os valores ficaram entre 5,8 e 6,8 mg/L, com mediana próxima de 6,5 mg/L. Esse aumento pode estar relacionado à diminuição da matéria orgânica em decomposição e à maior estabilidade térmica da água, fatores que favorecem a dissolução de oxigênio. Além disso, a menor turbidez e a redução da carga orgânica contribuem para o menor consumo de oxigênio por microrganismos decompositores.

A condutividade elétrica apresentou elevação marcante no período de transição, com valores variando entre aproximadamente 30 e 45  $\mu$ S/cm, enquanto durante a estação chuvosa manteve-se baixa e estável, em torno de 18  $\mu$ S/cm. Esse aumento está associado à maior concentração de íons dissolvidos na água, resultado da redução do fluxo hídrico e do aumento da evaporação nos meses mais secos. Essa tendência é típica de ambientes aquáticos

intermitentes do Cerrado, indicando o acúmulo de sais minerais e nutrientes devido à menor renovação da água.

A temperatura da água foi levemente superior no período de transição, com mediana próxima a 27,8 °C, variando de 27,2 a 28,5 °C. Na estação chuvosa, os valores variaram entre 26,0 e 27,2 °C, com mediana em torno de 26,5 °C. O aumento da temperatura durante o período de transição pode ser explicado pela maior incidência solar direta e pelo menor volume de água, o que reduz a capacidade do sistema de dissipar calor. Essa elevação térmica pode impactar diretamente o metabolismo e a distribuição dos organismos aquáticos, como os Ephemeroptera.

### Descrição da Comunidade

Foram coletados, ao todo, 3.473 indivíduos de Ephemeroptera, distribuídos em cinco famílias e 13 gêneros (Tabela 1). Entre os gêneros identificados, destacou-se a presença de uma espécie exótica pertencente ao gênero *Cloeon smaeleni* Lestage, 1924 representada por quatro indivíduos coletados no período chuvoso (Tabela 1), o que sugere uma possível introdução recente dessa espécie na fauna local.

Durante o período de estudo, a família Baetidae apresentou a maior abundância, sendo o gênero *Callibaetis* o mais representativo, com 2.295 indivíduos, seguido por *Americabaetis*, com 459 indivíduos (Tabela 1). A maior quantidade de indivíduos foi registrada durante a estação chuvosa, com 2.021 exemplares. No período de transição, foram contabilizados 1.285 indivíduos, enquanto no período de estiagem houve uma expressiva redução, com apenas 167 indivíduos registrados.

**TABELA 1.** Lista de gêneros de Ephemeroptera coletados no riacho Pé de Serra, Campo Maior, Piauí, durante os períodos de cheia, transição e seca.

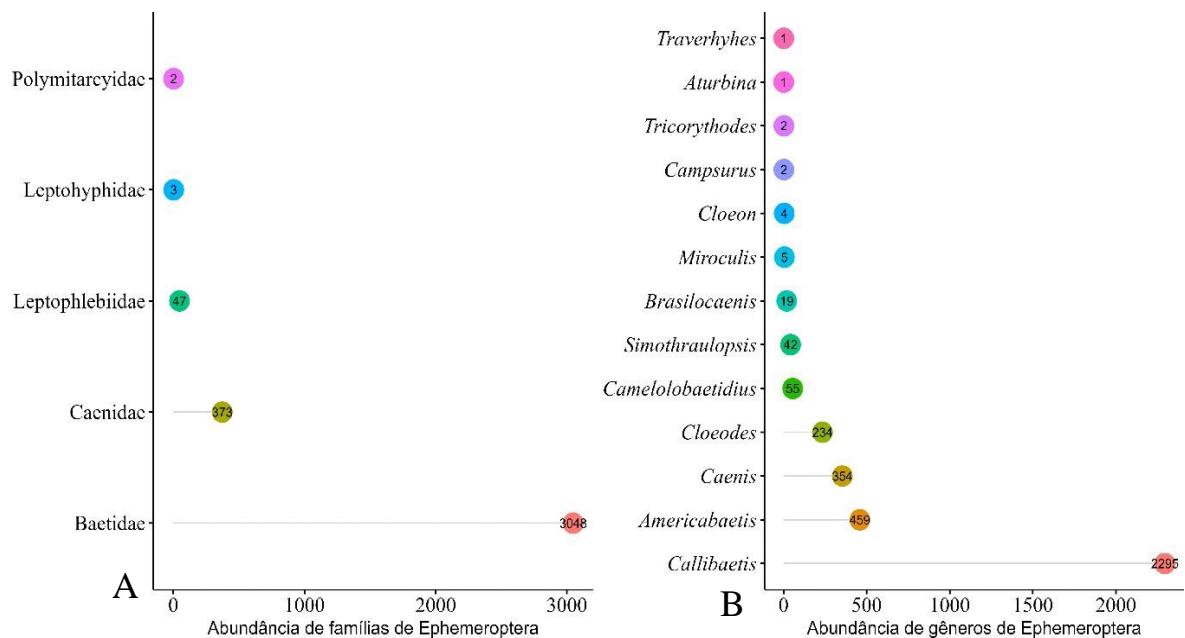
Família	Gênero	Chuva	Transição	Seca	Abundância total
Baetidae	<i>Americabaetis</i> Kluge, 1992	410	49	0	459
	<i>Aturbina</i> Lugo-Ortiz & McCafferty, 1996	0	1	0	1
	<i>Callibaetis</i> Eaton, 1881	1366	929	0	2295
	<i>Camelobaetidius</i> Demoulin, 1966	51	4	0	55
	<i>Cloeodes</i> Traver, 1938	153	81	0	234

	<i>Cloeon smaeleni</i> Lestage, 1924	4	0	0	4
<b>Caenidae</b>	<i>Caenis</i> Stephens, 1835	30	158	166	354
	<i>Brasilocaenis</i> Puthz, 1975	1	17	1	19
<b>Leptohyphidae</b>	<i>Tricorythodes</i> Ulmer, 1920	2	0	0	2
	<i>Traverhyphes</i> Molineri, 2001	0	1	0	1
<b>Leptophlebiidae</b>	<i>Miroculis</i> Edmunds, 1963	2	3	0	5
	<i>Simothraulopsis</i> Demoulin, 1966	1	41	0	42
<b>Polymitarcyidae</b>	<i>Campsurus</i> Eaton, 1868	1	1	0	2

A família Caenidae, representada pelos gêneros *Caenis* e *Brasilocaenis*, predominou em todos os três períodos estudados: chuvoso, transição e estiagem. O gênero *Caenis* apresentou maior abundância no período de estiagem, com um total de 166 indivíduos. Já *Brasilocaenis* teve maior representatividade no período de transição, com 17 indivíduos, enquanto nos períodos de cheia e estiagem foi registrado apenas um indivíduo em cada.

Durante o estudo, alguns gêneros apresentaram baixa abundância, com menos de cinco indivíduos no total, indicando representatividade reduzida nas amostras. O gênero *Aturbina* (Baetidae) foi encontrado exclusivamente no período de transição, com um único indivíduo, assim como *Traverhyphes* (Leptohyphidae), também com um indivíduo nesse mesmo período. O gênero *Campsurus* (Polymitarcyidae) foi registrado com um indivíduo no período chuvoso e outro no período de transição, totalizando dois indivíduos.

O gênero *Cloeon* (Baetidae) destacou-se com quatro indivíduos, todos coletados durante o período chuvoso. Já *Tricorythodes* (Leptohyphidae) foi representado por dois indivíduos no período chuvoso. Por fim, *Miroculis* (Leptophlebiidae) apresentou uma distribuição mais equilibrada, com dois indivíduos no período chuvoso e três no período de transição, somando cinco indivíduos ao todo (Figura 5).



**Figura 6.** Abundância de Ephemeroptera. (A) Abundância das famílias de Ephemeroptera registradas na área de estudo. (B) Abundância dos gêneros de Ephemeroptera identificados na área de estudo.

## DISCUSSÃO

A análise dos parâmetros físico-químicos da água revelou variações significativas entre os períodos de cheia, transição e estiagem, impactando diretamente a diversidade e abundância dos Ephemeroptera. O pH da água variou moderadamente, apresentando valores mais ácidos durante a estação chuvosa e tendendo à neutralidade no período de transição. Essa variação está relacionada à diluição de ácidos orgânicos durante a chuva, enquanto a redução do escoamento superficial e da matéria orgânica estabiliza o pH na seca (Gómez et al., 2017; Von Schiller et al., 2017). Esse padrão pode afetar seletivamente gêneros menos tolerantes à acidificação, favorecendo espécies mais generalistas.

A condutividade elétrica aumentou consideravelmente com a redução do fluxo hídrico, refletindo o acúmulo de íons dissolvidos devido à evaporação e à menor diluição dos sais minerais no período seco (Lake, 2011). Esse parâmetro é um bom indicador de alteração ambiental, pois valores elevados podem estar associados a pressões antrópicas, como aporte de nutrientes e matéria orgânica (Barbosa et al., 2020). A tolerância diferencial dos gêneros de Ephemeroptera a altos níveis de condutividade pode explicar a dominância de *Caenis* durante a estiagem, uma vez que esse gênero é conhecido por sua resistência a ambientes com baixa qualidade da água (Shimano et al., 2010).

A concentração de oxigênio dissolvido apresentou seu pico no período de transição, enquanto os menores valores foram registrados durante a cheia. Esse padrão está relacionado ao aumento da matéria orgânica e turbidez durante as chuvas, que favorecem a respiração microbiana e o consumo de oxigênio dissolvido. No período seco, embora a carga orgânica seja menor, o volume reduzido de água e o aumento da temperatura contribuem para a diminuição da solubilidade do oxigênio (Datry et al., 2016). Como os Ephemeroptera são sensíveis a baixos níveis de oxigênio, isso pode explicar a queda na diversidade geral nesse período, com exceção de gêneros adaptados como *Caenis*.

A temperatura da água também aumentou durante a estiagem, chegando a 28,5 °C, o que impacta diretamente a taxa metabólica dos organismos aquáticos (Boulton et al., 1992). Temperaturas elevadas aceleram o desenvolvimento larval, mas podem reduzir a sobrevivência de espécies menos tolerantes, favorecendo aquelas com ciclos de vida mais curtos e adaptadas à sazonalidade, como *Callibaetis* e *Caenis* (Melo et al., 2002). Além disso, a menor profundidade e volume de água durante a seca facilitam a absorção da radiação solar, intensificando o estresse térmico para espécies sensíveis (Hirota, 2017).

O estudo demonstrou que algumas famílias de Ephemeroptera foram mais abundantes durante os três períodos analisados (chuva, transição e seca): *Callibaetis*, *Americabaetis*, *Caenis* e *Cloeodes*. Uma possível explicação para a permanência desses insetos ao longo desses períodos é a utilização de estratégias de sobrevivência e resistência, como o “efeito de armazenamento” (Snyder, 2006), conforme observado por Hirota (2017) em riachos intermitentes de áreas de Cerrado no Mato Grosso. Em ecossistemas intermitentes, a persistência de poças oferece refúgio para muitos organismos (Sheldon et al., 2010), a exemplo dos Ephemeroptera, que possuem preferência por ambientes semi-lóticos e lênticos (Salles, 2006; Da-Silva et al., 2010).

O aumento expressivo na abundância de *Callibaetis*, *Americabaetis* e *Cloeodes* durante o período de transição, assim como de *Caenis* na estiagem, sugere que essas espécies sejam tolerantes e utilizem estratégias de recolonização local, possivelmente associadas a ciclos de vida mais curtos que lhes permitem resistir aos distúrbios causados pela seca.

A presença de insetos aquáticos, como os Ephemeroptera, indica que a saúde do ecossistema não está comprometida, visto que esses organismos são sensíveis a alterações na qualidade da água, tornando-se bioindicadores eficientes para o monitoramento ambiental. Os resultados obtidos corroboram os achados de Bispo et al. (2006) e Bragan (2015), que identificaram maior abundância desses insetos no período de estiagem, enquanto os dados deste estudo indicam maior abundância no período de transição.

O gênero *Cloeon* é uma espécie invasora no território brasileiro, originária do continente africano, com registros nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, sendo este o primeiro relato para o estado do Piauí (Gillies, 1980; 1985; Salles et al., 2014). A descoberta de uma espécie invasora de Ephemeroptera na América do Sul é significativa, pois altera a dinâmica do ecossistema local e pode gerar competição com as espécies nativas (Salles et al., 2014; Cruz et al., 2023; Cardoso et al., 2024). Até o momento, os registros dessa espécie exótica são esporádicos, o que dificulta a proposição de medidas de controle e a investigação de seus impactos sobre as espécies nativas. Além disso, há uma carência de estudos sobre a dinâmica populacional dessa espécie em relação ao gênero nativo *Callibaetis* (Família Baetidae), que compartilha o mesmo nicho ecológico (Cardoso et al., 2024). Assim, estudos que abordem a interação entre espécies introduzidas e nativas são fundamentais para compreender os possíveis impactos dessa introdução no país. Portanto, é necessário ampliar os estudos sobre espécies invasoras para avaliar as consequências que esses organismos podem causar em ambientes aquáticos do Cerrado brasileiro. Estes primeiros registros no Piauí serão essenciais para o desenvolvimento de planos de manejo de Unidades de Conservação (UCs), avaliação do risco de extinção das espécies nativas e monitoramento da expansão da espécie no Brasil.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a toda a equipe do Laboratório de Zoologia da Universidade Estadual do Piauí (UESPI) e do Núcleo de Pesquisa em Insetos Aquáticos (NUPEIA) pelo apoio logístico e pela infraestrutura disponibilizada para a realização deste estudo.

## REFERÊNCIAS

- Abílio, F.J.P., Ruffo, T. M., Souza, A. H. F. F., Florentino, H. S., Oliveira Júnior, E. T., Meireles, B. N., & Santana, A. C. D., 2007. Benthic macroinvertebrates as bioindicators of environmental quality of caatinga aquatic bodies. *Oecologia Brasiliensis*, 11, 3 ed, 397–409. <https://doi.org/10.4257/oeco.2007.1103.10>
- Amaral, P. H. M. D., Silveira, L. S. D., Rosa, B. F. J. V., Oliveira, V. C. D., & Alves, R. D. G., 2015. Influência do habitat e do uso do solo nas assembleias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em riachos neotropicais. *Journal of Insect Science*, 15, 1 ed. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iev041>
- Barbosa, D. D. A., Brasil, L. S., Azevêdo, C. A. S. D., & Lima, L. R. C., 2020. The role of spatial and environmental variables in shaping aquatic insect assemblages in two protected areas in the transition area between Cerrado and Amazônia. *Biota Neotropica*, 20. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2019-0932>
- Bispo, P. C., & Oliveira, L. G., 2007. Diversidade e estrutura de assembleias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (Insecta) provenientes de corredeiras em riachos montanhosos do Brasil Central. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24, 283–293. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000200015>
- Brasil, L. S., Shimano, Y., Batista, J. D., & Cabette, H. S., 2013. Effects of environmental factors on community structure of Leptophlebiidae (Insecta, Ephemeroptera) in Cerrado streams, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 103, 3 ed. 260–265. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212013000300009>
- Brasil, L. S., Juen, L., & Cabette, H. S., 2014. The effects of environmental integrity on the diversity of mayflies, Leptophlebiidae (Ephemeroptera), in tropical streams of the Brazilian Cerrado. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 50, 4 ed. 325–334. <https://doi.org/10.1051/limn/2014023>
- Boulton, A. J., 1989. Over-summering refuges of aquatic macroinvertebrates in two intermittent streams in central Victoria. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, 113, 23–34.
- Boulton, A. J., Stanley, E. H., Fisher, S. G., & Lake, P. S., 1992. Over-summering strategies of macroinvertebrates in intermittent streams in Australia and Arizona. In R. D. Robarts & M. L.

Bothwell (Eds.), Aquatic ecosystems in semi-arid regions: Implications for resource management . 227–237. Environment Canada.

Cardoso, M. N., Cruz, P. V., Shimano, Y., Salles, F. F., Cunha, E. J., Faria, A. P. J., & Juen, L. 2024. Veio para ficar: A espécie exótica *Cloeon smaeleni* Lestage., 1924 (Ephemeroptera) será um elemento de longo prazo da diversidade sul-americana. *Journal of Insect Conservation*, 28, 3 ed. 427–436. <https://doi.org/10.1007/s10841-024-00469-6>

Chester, E. T., & Robson, B. J., 2011. Refúgios de seca, escala espacial e recolonização por invertebrados em riachos não perenes. *Freshwater Biology*, 56, 10 ed. 2094–2104. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2011.02644.x>

Cruz, P. V., Alencar, J. B. R., Cardoso, M. N., & Baccaro, F. B., 2023. Prevendo as rotas de invasão sul-americanas da efêmera *Cloeon dipterum* Linnaeus 1761 (Ephemeroptera: Baetidae) usando modelos de distribuição de espécies. *Insect Conservation and Diversity*, 16, 4 ed. 521–530. <https://doi.org/10.1111/icad.12632>

Datry, T., Moya, N., Zubierta, J., & Oberdorff, T., 2016. Determinants of local and regional communities in intermittent and perennial headwaters of the Bolivian Amazon. *Freshwater Biology*, 61, 8 ed. 1335–1349. <https://doi.org/10.1111/fwb.12704>

Domínguez, E., & Fernández, H. R., 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología (Vol. 656). Fundación Miguel Lillo. <https://doi.org/10.1603/008.103.0401>.

Domínguez, E., 2006. Ephemeroptera da América do Sul (Vol. 2). Pensoft.

Firmiano, K., Ligeiro, R., & Callisto, M., 2015. Ephemeroptera (Insecta) como bioindicadores de condições ecológicas em riachos a montante de barramentos hidrelétricos. *Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*.

Gillies, M. T., 1980. An introduction to the study of *Cloeon* Leach (Baetidae, Ephemeroptera) in West Africa. *IFAN Bulletin, Série A*, 42, 135–156.

Gillies, M. T., 1985. A preliminary account of the East African species of *Cloeon* Leach and *Rhithrocloeon* gen. n. (Ephemeroptera). *Aquatic Insects*, 7, 1 ed, 1–17. <https://doi.org/10.1080/01650428509361196>.

- Gómez, R., Arce, M. I., Baldwin, D. S., & Dahm, C. N., 2017. Water physico-chemistry in intermittent rivers and ephemeral streams. In *Intermittent rivers and ephemeral streams*. 109–134. Academic Press.
- Holling, C. S., 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1 ed. 1–23. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- Hamada, N., 2014. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: Taxonomia, biologia e ecologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).
- Jackson, J. K., McElravy, E. P., & Resh, V. H., 1999. Long-term movements of self-marked caddisfly larvae (Trichoptera: Sericostomatidae) in a California coastal mountain stream. *Freshwater Biology*, 42, 3 ed. 525–536. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00494.x>
- Júnior, E. S. O., 2012. Invertebrados aquáticos em poças temporárias de um riacho de cerrado. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 12, 2 ed. 29–33.
- Lake, P. S., 2011. *Drought and aquatic ecosystems: Effects and responses*. John Wiley & Sons.
- Larned, S. T., Datry, T., Arscott, D. B., & Tockner, K., 2010. Emerging concepts in temporary river ecology. *Freshwater Biology*, 55, 4 ed. 717–738. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02322.x>
- Magalhães, P. S., Simões, N. R., & Sonoda, S. L., 2016. Limnologia de rios intermitentes: A bacia hidrográfica do rio Jequiezinho como estudo de caso. In *Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas* Vol. 1. 163–181.
- Nunes, M. V., Ferreira, M. J., & do Nascimento, R. R., 2013. Estudo das diferenças das variáveis abióticas de um riacho de pequena ordem e de uma represa. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 9, 2 ed..
- Novais, J. M. P., Ramos, F. T., Dores, E. F. G. D. C., & Maia, J. C. D. S., 2020. Impacto de diferentes técnicas de revegetação nos atributos do solo e da planta em uma zona ciliar. *Revista Caatinga*, 33, 1 ed. 151–159. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n117rc>
- Dostine, P. L., Humphrey, C. L., Paltridge, R. M., & Boulton, A. J., 1997. Macroinvertebrate recolonization after re-wetting of a tropical seasonally-flowing stream (Magela Creek, Northern

Territory, Australia). Marine and Freshwater Research, 48, 7 ed. 633–645. <https://doi.org/10.1071/MF97020>

Governo do Estado do Piauí., 2024. Plano de manejo do Parque Estadual da Serra de Santo Antônio, Município de Campo Maior, Piauí. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Piauí (SEMARTH).

Robson, B. J., Chester, E. T., & Austin, C. M., 2011. Why life history information matters: Drought refuges and macroinvertebrate persistence in non-perennial streams subject to a drier climate. Marine and Freshwater Research, 62, 7 ed. 801–810. <https://doi.org/10.1071/MF10258>

Saunders, D. L., Meeuwig, J. J., & Vincent, A. C., 2002. Freshwater protected areas: Strategies for conservation. Conservation Biology, 16, 1 ed. 30–41. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.99562.x>

Segura, M. O., 2012. Coleoptera (Insecta) em sistemas aquáticos florestados: Aspectos morfológicos, comportamentais e ecológicos [Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná].

Stubbington, R., 2012. The hyporheic zone as an invertebrate refuge: A review of variability in space, time, taxa and behaviour. Marine and Freshwater Research, 63, 4 ed. 293–311. <https://doi.org/10.1071/MF11196>

Stubbington, R., Bogan, M. T., Bonada, N., Boulton, A. J., Datry, T., Leigh, C., & Vander Vorste, R., 2017. The biota of intermittent rivers and ephemeral streams: Aquatic invertebrates. In Intermittent rivers and ephemeral streams . 217–243. Academic Press.

Terra, B. F., Medeiros, E. S. F., Botero, J. I. S., Novaes, J. L. C., & Rezende, C. F., 2021. Ecologia de peixes de riachos intermitentes. Oecologia Australis, 25, 2 ed. 619. <https://doi.org/10.4257/oeco.2021.2502.28>

Verberk, W. C. E. P., Siepel, H., & Esselink, H., 2008. Life-history strategies in freshwater macroinvertebrates. Freshwater Biology, 53, 9 ed. 1722–1738. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.02035.x>

Von Schiller, D., Bernal, S., Dahm, C. N., & Martí, E., 2017. Dinâmica de nutrientes e matéria orgânica em rios intermitentes e córregos efêmeros. In Intermittent rivers and ephemeral streams 135–160. Academic Press.

Williams, D. D., 2006. The biology of temporary waters. Oxford University Press.

<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198528128.001.0001>

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo evidenciou que os riachos intermitentes brasileiros do Cerrado, devido à variabilidade hidrológica e à diversidade de biomas, oferecem uma base única para investigar como esses ecossistemas sustentam a biodiversidade. O Brasil se destaca por possuir paisagens variadas que permitem comparações ecológicas de alta relevância científica. Os resultados deste estudo demonstram claramente que a variação temporal nos parâmetros físico-químicos da água influencia fortemente a estrutura da comunidade de Ephemeroptera em riachos intermitentes do Cerrado. A presença de gêneros como *Callibaetis*, *Americabaetis*, *Cloeodes* e *Caenis* ao longo das diferentes fases do ciclo hidrológico revela estratégias adaptativas distintas que permitem a persistência desses táxons mesmo em condições adversas. A dominância de *Caenis* durante a seca, por exemplo, ilustra a resiliência de espécies tolerantes à baixa disponibilidade de oxigênio e altos níveis de condutividade elétrica, o que reforça seu potencial como bioindicador de ambientes degradados ou submetidos a estresse ambiental.

Outro ponto de destaque é o registro de *Cloeon smaeleni*, uma espécie exótica africana identificada pela primeira vez no estado do Piauí. A ocorrência desta espécie em um ambiente natural do Cerrado levanta preocupações sobre potenciais impactos ecológicos, como competição com espécies nativas, alteração na dinâmica das comunidades aquáticas e riscos à biodiversidade local. A introdução de espécies não nativas pode ocorrer por múltiplas vias, incluindo atividades humanas em áreas ripárias, e seu monitoramento contínuo é essencial para ações preventivas de manejo e conservação.

Por fim, este trabalho reforça a importância dos riachos intermitentes como laboratórios naturais para o estudo da ecologia de insetos aquáticos e como ferramentas para o biomonitoramento ambiental. A riqueza e abundância de Ephemeroptera, aliadas às variações limnológicas, oferecem um panorama robusto sobre a integridade ecológica desses ecossistemas. Estudos como este contribuem de forma significativa para o entendimento dos impactos das mudanças climáticas e da pressão antrópica sobre ambientes de água doce e são essenciais para políticas públicas voltadas à conservação do Cerrado e de sua biodiversidade única.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA, D. F. et al. Spatial and temporal organization of aquatic insects assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river. *Revista Brasileira de Biologia*, São Carlos, v. 61, n. 2, p. 295–304, 2001. DOI: 10.1590/S0034-71082001000200012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbbio/a/XfFP73ZFz4r7jpN4K3g9cCj/> . Acesso em: 20 abril. 2025.
- BARBER-JAMES, H.; SARTORI, M.; GATTOLLIAT, J. L.; WEBB, J. *World checklist of 461 freshwater Ephemeroptera species*. [S.l.]: World Wide Web electronic publication, 2013. 462 DOI: <http://fada.biodiversity.be/group/show/35>
- BRASIL, Leandro S. et al. Aquatic insects in organic and inorganic habitats in the streams on the Central Brazilian savanna. *Revista Colombiana de Entomología*, Bogotá, v. 43, n. 2, p. 286–291, 2017. DOI: 10.25100/socolen.v43i2.5961. Disponível em: <https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co/index.php/SOCOLEN/article/view/5961> . Acesso em: 05 abril. 2025.
- BRITTAINE, J. E. Biology of mayflies. *Annual Review of Entomology*, v.27, p. 119-147, 1982.
- COSTA, Rafaela C. L. da et al. A diversidade de Ephemeroptera e integridade ambiental ao longo de um rio de savana amazônica em Roraima, Brasil. 2022.
- DA-SILVA, E. R.; SALLÉS, F. F. Ephemeroptera Hyatt & Arms, 1891. In: RAFAEL, L. A. et al., **Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos. 2012.
- DOMÍNGUEZ E. et al. **Ephemeroptera of South America**. 2a ed. Moscow: Pensoft Publ. 2006.
- DOMÍNGUEZ, E.; MOLINERI, C.; NIETO, C. Ephemeroptera. In: DOMÍNGUEZ, E.; FERNÁNDEZ, H. R (org.). **Macroinvertebrados bentônicos sudamericanos – Sistemática y biología**. Tucumán: Fundación Miguel Lillo. 2009.
- DUDGEON, D. Alteração global das águas doces: influências no bem-estar humano e ambiental. *Pesquisa ecológica*, v. 26, p. 865-873. 2011.
- ELOUARD, J. M.; GATTOLLIAT, J. L.; SARTORI, M. Ephemeroptera - Mayflies. In: GOODMAN, S. M.; BENSTEAD, J. P (org.). **The Natural History of Madagascar**. Chicago: The University of Chicago Press. 2003.
- EDMUNDS G. F. JR; MCCAFFERTY W. P. The mayfly subimago. *Annu Rev Entomol*, 33, 509–29, 1988.
- FOGAÇA, Fábio N. O. Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) como indicadores dos impactos ambientais da urbanização em riachos neotropicais. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) — Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.
- FRANTZ, Alien M. F. Diversidade e distribuição de Ephemeroptera em riachos de altitude no

Rio Grande do Sul, Brasil. 2020. Disponível em: <https://www.repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/9276/212d073e898548d1546b4d53abb194a2.pdf?isAllowed=y&sequence=1>. Acesso em: 05 abril. 2025.

HIROTA, Andrezza S. V. Efeito da intermitência sobre a dinâmica temporal da metacomunidade de Ephemeroptera em riachos. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) — Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina. 2017.

KAMSOI, O. et al. Regulation of metamorphosis in neopteran insects is conserved in the paleopteran Cloeon dipterum (Ephemeroptera). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 118, n. 34, p. e2105272118, 2021.

MCCAFFERTY, W. P.; PROVONSHA, A. V. **The fishermen's and ecologist illustrated guide to insects and their relatives: Aquatic Entomology**. Jones & Bartlett Learning. p. 448. 1998.

MELO, Sandra M. D.; TAKEDA, Alice M.; MONKOLSKI, Alexandre. Dinâmica sazonal de Callibaetis willineri (Ephemeroptera, Baetidae) associada a Eichhornia azurea (Pontedericeae) na Lagoa Guaraná do Alto Rio Paraná, Brasil. *Hydrobiologia*, São Carlos, v. 470, n. 1, p. 57–62, 2002. Disponível em: [https://www.ephemeroptera-galactica.com/pubs/pub\\_m/pubmelos2002p57.pdf](https://www.ephemeroptera-galactica.com/pubs/pub_m/pubmelos2002p57.pdf). Acesso em: 17 maio. 2025.

MERRITT, R. W., CUMMINS, K. W., & BERG, M. B. Trophic relationships of macroinvertebrates. In *Methods in Stream Ecology*, Volume 1 (pp. 413-433). Academic Press. 2017.

SALLES, F. F. et al. As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. *Biota Neotropica*, v.4, p. 1-34. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032004000200011>.

SALLES, F. F. A ordem Ephemeroptera no Brasil (Insecta): taxonomia e diversidade. Tese (Doutorado em Ciência entomológica, Tecnologia entomológica) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. p. 313. 2006.

SHIMANO, Yulie et al. Composição e distribuição da fauna de Ephemeroptera (Insecta) em área de transição Cerrado-Amazônia, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, Porto Alegre, v. 100, p. 301–308, 2010. Disponível em: [https://www.academia.edu/1982594/Shimano\\_et\\_al\\_2010\\_Composição\\_e\\_distribuição\\_da\\_fauna\\_de\\_Ephemeroptera\\_Insecta\\_em área\\_de\\_transição\\_Cerrado\\_Amazônia\\_Brasil](https://www.academia.edu/1982594/Shimano_et_al_2010_Composição_e_distribuição_da_fauna_de_Ephemeroptera_Insecta_em área_de_transição_Cerrado_Amazônia_Brasil). Acesso em: 17 abril. 2025.

SOUZA, Hilton M. de L.; CABETTE, Helena S. R.; JUEN, Leandro. Baetidae (Insecta, Ephemeroptera) em córregos do cerrado matogrossense sob diferentes níveis de preservação ambiental. *Iheringia. Série Zoologia*, Porto Alegre, v. 101, p. 181–190, 2011. DOI: 10.1590/S0073-47212011000200005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0073-47212011000200005&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212011000200005&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 11 abril. 2025.

YOKOYAMA, Elisa et al. A sazonalidade ambiental afeta a composição faunística de Ephemeroptera e Trichoptera em um riacho de Cerrado do Sudeste do Brasil? *Ambiência, Guarapuava*, v. 8, n. 1, p. 73–84, jan./abr. 2012. DOI: 10.5777/ambiciencia.2012.01.06. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/14232>. Acesso em: 11 abril. 2025.

ZANIRATO, Sílvia H. O patrimônio mundial em território brasileiro: vulnerabilidades à conservação em um cenário de mudanças climáticas. *Percursos*, Florianópolis, v. 22, n. 49, p. 95–123, 2021. DOI: 10.5965/1984724622492021095. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/percursos/article/view/19448> . Acesso em: 17 abril. 2025.