



## Análise da resposta bioindicadora de amebas testáceas ao processo de assoreamento de um lago urbano

Ana Paula Bueno Moreira Tito<sup>1</sup>, Leilane Talita Fatoreto Schwind<sup>2\*</sup>,

<sup>1</sup>Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Estadual de Maringá, Campus Umuarama, Departamento de Meio Ambiente, Brasil.

<sup>2</sup>Doutorado em Ciências Ambientais, Professora da Universidade Estadual de Maringá, Campus Goioerê, Departamento de Ciências, Brasil. (\*Autor correspondente: leschwind@gmail.com)

*Histórico do Artigo:* Submetido em: 16/11/0000 – Revisado em: 20/11/2020 – Aceito em: 30/11/2020

### RESUMO

Impactos antrópicos como a deterioração das áreas de cobertura vegetal em torno dos ambientes aquáticos, tende a provocar a intensificação das taxas erosivas, com consequente aumento no assoreamento. De modo geral, o assoreamento prejudica a fauna e flora lacustre e reduz a qualidade da água. Nesse sentido, para a análise de qualidade e grau de deterioração de um corpo hídrico, por meio de parâmetros físico, químicos e geoquímicos, pode-se associar a utilização de bioindicadores ambientais como organismos-resposta as alterações desses parâmetros. As amebas testáceas apresentam diversas vantagens para investigações ecológicas em escala espacial e temporal, sendo consideradas bioindicadoras da qualidade da água. Diante disso, objetivou-se verificar se a atual condição de assoreamento do lago Aratimbó (Umuarama – Paraná) tem causado alteração nesse ecossistema, mediante a utilização da comunidade bioindicadora de amebas testáceas para obter essa resposta. As amostragens foram realizadas em dois pontos, na região assoreada e não assoreada do lago, respectivamente. Foram registradas 21 espécies de amebas testáceas. Foram observadas diferença nos padrões abióticos entre os pontos analisados. Isto acarretou na mudança da estruturação da comunidade de amebas testáceas (abundância, riqueza e dominância), salientando seu papel bioindicador em ambientes aquáticos e comprovando que o processo de assoreamento tem impactado a biota local. Assim, sugere-se que a resposta bioindicadora das amebas testáceas devem ser consideradas em pesquisas referentes às ações de recuperação de ambientes degradados urbanos, como os que sofrem ação de assoreamento, visando a manutenção da biodiversidade aquática.

**Palavras-Chaves:** Impacto Antrópico. Qualidade da água. Recursos Hídricos.

## Analysis of the bioindicator response of testate amoebae to the seeding process of an urban lake

### ABSTRACT

Anthropogenic impacts such as the deterioration of vegetation cover areas around aquatic environments, tends to cause erosion rates to intensify, with a consequent increase in sedimentation. In general, silting damages the organisms of the lake and reduces the quality of the water. In this sense, for the analysis of the quality and degree of deterioration of a water body, through physical, chemical and geochemical parameters, the use of environmental bioindicators as response organisms can be associated with changes in these parameters. Testate amoeba present several advantages for ecological investigations in spatial and temporal scale, being considered bioindicators of water quality. The objective of this study was to verify if the present silting condition of the Aratimbó lake (Umuarama - Paraná) has caused alteration in this ecosystem, through the use of the bioindicator community of testate amoeba to obtain this answer. The samplings were carried out in two points, in the silted and non-silted region of the lake, respectively. 21 species of testate amoeba were recorded. Differences were observed in the abiotic patterns between the analyzed points. This led to a change in the structuring of the community of testate amoeba (abundance, richness and dominance), emphasizing its bioindicator role in aquatic environments and proving that the silting process has impacted the local biota. Thus, it is suggested that the bioindicator response of the testate amoeba should be considered in research concerning the recovery actions of degraded urban environments, such as those that suffer sedimentation action, aiming at the maintenance of aquatic biodiversity.

**Keywords:** Anthrop Impact, Water quality, Water resources.

Tito, A. P. M., Schwind, L. T. F. (2021). Análise da resposta bioindicadora de amebas testáceas ao processo de assoreamento de um lago urbano. *Meio Ambiente (Brasil)*, v.3, n.1, p.96-111.



## 1. Introdução

A partir da revolução industrial observou-se um acréscimo de processos de aglomeração em comunidades e, o Brasil, particularmente, foi marcado por uma expansão urbana de forma rápida e desordenada (Sposito, 2000). Assim, com o aumento de demanda por alimento e habitação nesses locais, foi observada a intensa supressão do espaço com vegetação natural (Paulo, 2010), a fim de adquirir madeira para construção das residências e lenha, promover cultivo agrícola e criação de animais (Rios, 2014; Paulo, 2010). Segundo Tucci (2008), o desenvolvimento urbano no Brasil iniciou-se aproximadamente no século XX, ocasionando a destruição de parte da biodiversidade natural pela competição dos recursos naturais, devido aos motivos supracitados.

A expansão das áreas sem cobertura vegetal tende a provocar a intensificação das taxas erosivas, com consequente aumento no assoreamento (Porto, 2015). Este efeito ocorre com a ação de precipitações pluviométricas, em que as partículas são desprendidas do solo e tendem a serem lixiviadas atingindo regiões de menor energia potencial e cinética, como por exemplo, corpos hídricos lânticos (Cabral, 2005). De modo geral, o assoreamento prejudica a fauna e flora lacustre e reduz a qualidade da água (Lorenzo, 2011).

De acordo com Tucci (2012), a expansão urbana rápida e desordenada, causam a perda de mananciais, redução da cobertura de água potável para a população, aumento da frequência de inundações, deterioração da qualidade da água nos rios e perda da qualidade de vida da população; tornando o corpo hídrico pouco atraente, dependendo da magnitude do impacto. Segundo Von Sperling (2005), além do aspecto visual, o assoreamento tende a causar aumento dos nutrientes presentes na água, também devido ao processo de lixiviação, alterando o equilíbrio energético do mesmo. Nesse sentido, o excesso de nutrientes pode alterar o grau de trofia do ambiente aquático, acarretando o crescimento excessivo de algas, aumento da turbidez, diminuição da penetração de luz e redução na concentração de oxigênio dissolvido, o que provoca danos irreversíveis a biodiversidade local (Esteves, 2011).

Para análise de qualidade e grau de deterioração de um corpo hídrico, por meio de parâmetros físico, químicos e geoquímicos, pode-se associar a utilização de bioindicadores ambientais como organismos-resposta as alterações desses parâmetros (Mugnai et al., 2010). Conforme Lansac-Tôha et al. (2014) descrevem em seu estudo, os ambientes aquáticos são susceptíveis a mudanças constantes das variáveis ambientais, que influenciam, conseqüentemente, na distribuição e permanência dos organismos.

Nos últimos tempos, diversos estudos têm sido realizados em corpos d'água brasileiros utilizando como bioindicadores ambientais organismos da comunidade zooplânctônica (Thornton et al., 1990; Lansac-Tôha, 2004; Schwind, 2016). Entre as comunidades que vivem no plâncton, importantes na formação e desenvolvimento dos ecossistemas aquáticos, encontram-se as amebas testáceas (Foissner, 1999). Estes são organismos ativos na transferência de energia entre os ciclos de nutrientes, base de cadeia alimentar, apresentam curto tempo de geração e elevada abundância de organismos, e por essas características, apresentam resposta rápida as alterações ambientais (Cammarota, 2013). Diante disso, esses organismos são classificados como eficientes bioindicadores da qualidade d'água (Yokoyama et al., 2012; Jun et al., 2016).

As amebas testáceas ou tecamebas apresentam diversas vantagens para investigações ecológicas em escala espacial e temporal (Schwind et al., 2013). Além disso, de acordo com Bonnet (1975), esses organismos possuem características morfológicas, como composição da carapaça, presença de vacúolo, tamanho, formato do pseudostoma, que servem como caráter taxonômico para identificação de cada espécie. Assim, considera-se essas características diferenciais como aspecto de adaptação ao corpo hídrico de determinadas espécies diante de condições ambientais específicas (Alves et al., 2007).

Os lagos urbanos, em especial, estão sob condições ambientais particulares, tendo em vista que, na maioria dos casos, são provocados nesse tipo de ambiente, alterações devido ao uso e ocupação do solo inapropriados, gerados, por exemplo, pelas próprias condições de drenagem urbana (Souza, 2014). Isso causa um efeito negativo em cascata, provocando um maior volume no escoamento superficial e carregamentos de cargas de poluentes, que por sua vez, provoca acúmulo de resíduos sólidos e erosão (Porto, 2015).

Segundo Kodama (2016), o Lago Aratimbó, localizado no município de Umuarama-PR, é considerado

um sistema lacustre urbano e artificial de grande importância turística, por ser uma área de lazer para toda população do município, entretanto o mesmo apresenta assoreamento acentuado em uma de suas margens, contendo partículas poluentes que ocasionam impactos negativos paisagísticos e comprometimento de todo o ecossistema aquático.

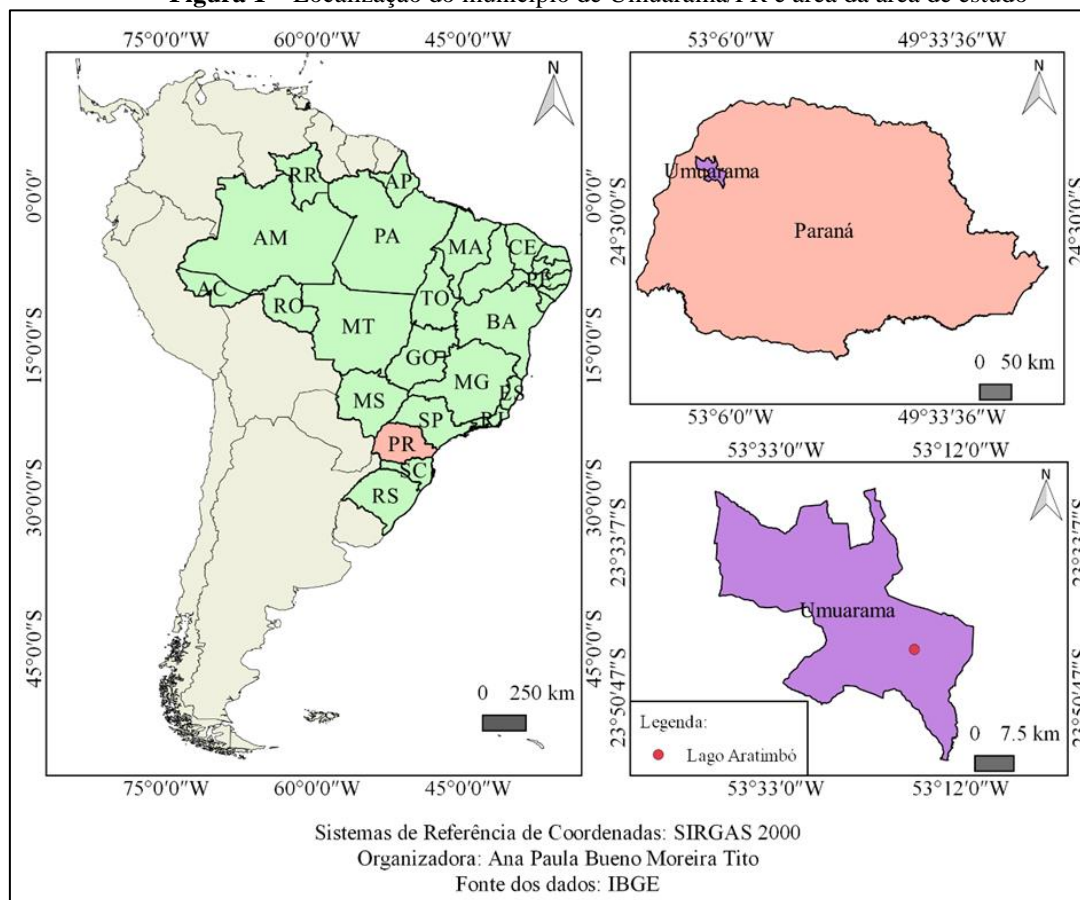
Diante disso, o presente estudo foi desenvolvido no Lago Aratimbó, com intuito de verificar o impacto do assoreamento nesse ambiente, mediante a utilização da comunidade bioindicadora de amebas testáceas para obter essa resposta.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido no Lago Aratimbó, pertencente ao município de Umuarama/PR (Figura 1). Este município apresenta, aproximadamente, 1.236,006 km<sup>2</sup>, localizado no noroeste do estado do Paraná, apresentando posição geográfica com altitude de 442 metros entre a latitude de 23° 45' 59" S e longitude de 53° 19' 30" W. Segundo o censo do ano de 2010 a população do município era de 100.676 habitantes com estimativa para 2017 de 109.955 habitantes (IBGE, 2018).

**Figura 1** – Localização do município de Umuarama/PR e área da área de estudo



Com o intuito de conter um processo erosivo evoluído pelo córrego Figueira, em uma área degradada (sem proteção de mata ciliar) e, ao mesmo tempo, satisfazer a população local do município de Umuarama-PR, o Decreto Municipal nº 080/99 implantou a criação de um projeto de urbanização e paisagismo de fundo de vale para aplicação nesta região; com o represamento do córrego e alagamento da área erodida (formando o lago Aratimbó), e preservando a área circunjacente do córrego, tornando os loteamentos próximos valorizados (limítrofe de um ponto turístico do município) (EIA, 1999). Segundo Takeda et al. (2011), após a execução do projeto, com o alagamento da área, houve a implantação de um ecossistema aquático, adicionando peixes, aves, dentre outros animais no ecossistema recém-formado.

A falta de mata ciliar no entorno do córrego Figueira e a instalação de canalizações de descargas pluviais no projeto do lago (resultantes do escoamento da micro bacia local), fazem com que as partículas de solo, sedimentos e materiais (resíduos descartados incorretamente pela população) sejam carregadas para o mesmo, onde, conseqüentemente, se depositam a montante do lago, ocasionando assoreamento neste ambiente hídrico; modificando a qualidade deste ambiente aquático projetado (Takeda, et al., 2011). Além disso, a geomorfologia do terreno contribui para o escoamento superficial que deflui para o corpo d'água carregando sedimentos arenosos e diferentes materiais acelerando o processo de assoreamento nas margens do lago, assim comprometendo sua qualidade (Kodama, 2016).

A situação atual do lago é considerada crítica, pela falta de monitoramento e controle desde sua implantação, o que acarreta na degradação local (Botari et al, 2016); decorrentes das condições estéticas e sanitárias, onde aparentemente existem despejos de esgotos clandestinos com presença de lixo e resíduos líquidos flutuando sobre a água.

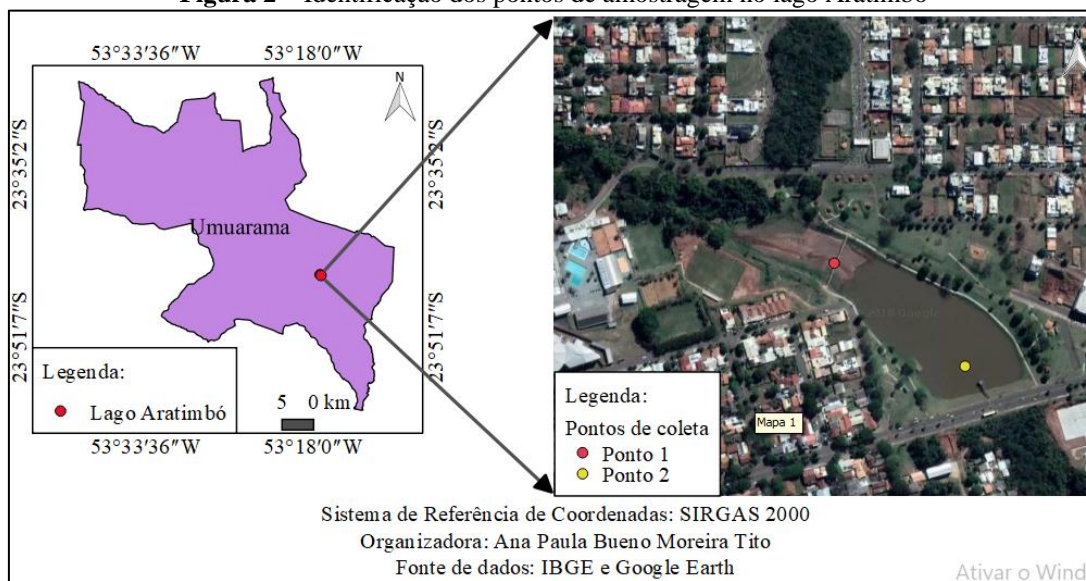
O lago encontra-se em uma zona residencial 3 (ZR3), na qual segundo o artigo 13 da Lei Complementar número 441/2017, caracteriza a área como prioridade de uso residencial adaptando ao ambiente originário do local, possibilitando outras instalações complementares sem ocorrência de implicações na qualidade de vida dos habitantes e meio ambiente. Dentre o artigo 26 do Plano Diretor (Lei Complementar 445/2018) do município, a política de desenvolvimento econômico do lago é considerada um setor turístico com potencialidades culturais, educacionais e naturais.

Além disso, o corpo hídrico é influenciado indiretamente pela Zona De Comércio e Serviço 1 (ZCS1), sendo áreas para atendimento de atividades de produção econômica de pouco impacto ambiental, sem representação em sobrecarga no tráfego (Lei Complementar 441/2017).

A geomorfologia do terreno contribui para o escoamento superficial que deflui para o corpo d'água carregando sedimentos arenosos e diferentes materiais acelerando o processo de assoreamento nas margens do lago, assim comprometendo sua qualidade (Kodama, 2016).

## 2.2 Delineamento amostral

As amostragens deste estudo foram realizadas em 18 de maio de 2018, em dois pontos do lago Aratimbó. O ponto 1 localizou-se próximo à região assoreada com profundidade média de 1,5 (m), possuindo latitude -23,7542 e longitude -53,2888; já o ponto 2 (não assoreado) caracterizou-se como a região com maior profundidade, atingindo 7 metros, com latitude -23,7551 e longitude -53,2875 (Figura 2).

**Figura 2** – Identificação dos pontos de amostragem no lago Aratimbó

**Fonte:** IBGE e Google Earth (2018)

As amebas testáceas foram coletadas na subsuperfície da região limnética do lago, nos respectivos pontos já mencionados, filtrando 100 litros de água, para cada amostra, em uma rede de plâncton (20  $\mu\text{m}$ ) com o auxílio de um balde de polietileno graduado. As amostras de cada ponto foram acondicionadas em frascos de polietileno, fixadas com solução de formaldeído (4%) e, adequadamente, etiquetadas com seus respectivos pontos.

Os organismos foram identificados em laboratório, baseando-se na seguinte bibliografia básica: Deflandre (1928, 1929), Gauthier-Lièvre & Thomaz (1958, 1960), Velho & Lansac-Tôha (1996), Velho et al. (1996), Alves et al. (2007), Souza (2008), Mazei e Warren (2012, 2014) e Lansac-Tôha et al. (2014).

Para a estimativa da abundância dos organismos, obteve-se subamostragens com pipeta tipo Hensen-Stempel (2,5 mL); contando-se, no mínimo, 50 indivíduos de amebas testáceas por amostra, em câmaras de Sedgewick-Rafter, analisando-se sob microscópio óptico, de acordo com a metodologia modificada de Bottrell et al. (1976). A quantificação foi expressa em organismo por  $\text{m}^{-3}$ .

A elaboração dos gráficos de distribuição das amebas testáceas, nos pontos amostrados, considerando a abundância, riqueza e dominância das mesmas, foram realizadas com auxílio do software Statistica 7.0 (Statsoft Inc., 2005).

Concomitantemente às amostragens dos organismos foram tomadas as medidas das variáveis ambientais no local: temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) (termômetro digital), concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ) (Oxímetro digital portátil – YSI 550A), turbidez (NTU) (aparelho turbidímetro), condutividade elétrica ( $\mu\text{s/cm}$ ) (equipamento de medidor multiparâmetros). Foram coletadas alíquotas de água em cada ponto (1L) e analisadas em laboratório para determinação da concentração de nitrato ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e fosfato ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ), de acordo com Mackereth et al. (1978).

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Variáveis ambientais

Os resultados indicaram, de modo geral, diferença nos parâmetros ambientais analisados entre os pontos amostrados (Tabela1). O P1 (assoreado) apresentou os maiores valores de condutividade elétrica (148,5  $\mu\text{s/cm}$ ) e turbidez (48 NTU). Em destaque, observou-se as maiores concentrações dos nutrientes (nitrito: 2,4  $\mu\text{g L}^{-1}$  e fosfato: 0,04  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) no P2 (não assoreado).

Dentre as variáveis analisadas, as que estão relacionadas à produtividade do ambiente e, que são as principais preditoras da diversidade de amebas testáceas (nitrogênio e fosfato), observadas na região não assoreada, pode indicar que esse processo degradador do lago tende a causar o aumento dos nutrientes presentes na água, devido ao processo de lixiviação, carregando os mesmos para o corpo d'água, alterando o equilíbrio energético do mesmo (Barroso & Silva, 1992).

Além disso, vale ressaltar que a falta de mata ciliar no entorno do lago Aratimbó contribui para o assoreamento, fator que se intensifica quando ocorrem grandes precipitações, onde partículas de solo (dentre outros materiais) são carregadas ao lago pelo processo de lixiviação (Takeda et al., 2011). Essa afirmativa pode ser sustentada pela definição da função de APPs nesses sistemas aquáticos, que de acordo com a CONAMA 302 de 20 de março de 2002, artigo 2º, inciso I, possuem “a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2002).

**Tabela 1** Variação espacial das condições ambientais da água nos pontos de amostragem analisados

Variáveis ambientais	P1	P2
Oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ )	4,22	5,39
Condutividade elétrica ( $\mu\text{s/cm}$ )	148,5	142,9
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	22,6	22,8
Turbidez (NTU)	48	39
Nitrato ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	1,6	2,4
Fosfato ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	0,03	0,04
pH ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	7,21	7,32

Fonte: dos autores (2018)

Entretanto, mesmo apresentando as menores concentrações de nutrientes, foram registrados, na região assoreada, os maiores valores de condutividade elétrica e turbidez. A condutividade elétrica da água, devido a facilidade de sua determinação, é um parâmetro utilizado para identificar os sais dissolvidos no ambiente (Almeida, 2010). A turbidez, que corresponde à redução da transparência da água, é promovida pela presença de material em suspensão (Tomanosi et al., 2005).

Além das concentrações dos nutrientes, outras fontes podem ser consideradas geradoras de turbidez nos ambientes aquáticos, como argilas, areias e matéria mineral (Fay & Silva, 2006). Essa condição pode ser observada em ambientes em que a sedimentação, proveniente de processos erosivos e produtos agregados, são carregados através do escoamento superficial, influenciado pelas condições locais e pela granulometria dos sedimentos da região litorânea (Silva Junior et al., 2012).

### 3.2 Estruturação da comunidade de amebas testáceas

Nesse estudo, a comunidade de amebas testáceas foi representada por 21 táxons pertencentes a quatro famílias. Diffugiidae apresentou o maior número de táxons (11 táxons), seguida por Centropyxidae (5 táxons), Arcellidae (quatro táxons) e Trigonopyxidae (um táxon) (Tabela 2). A tabela 2 indica, também, os táxons com registro exclusivo em cada ponto amostral e os que apresentaram registro em comum para os dois pontos analisados.

As famílias mais representativas de amebas testáceas, registradas nesse estudo (Diffugiidae, Centropyxidae e Arcellidae), também têm sido destacadas em outros trabalhos devido à elevada diversidade de táxons encontrada em ambientes lacustres (Leão et al., 2009; Silva, 2016). Por outro lado, Trigonopyxidae apresentou um menor número de espécies registradas por possuírem uma distribuição restrita e baixa ocorrência no compartimento planctônico (Velho et al., 2000). Entretanto, essas famílias são importantes em estudos ecológicos, pois possuem requerimentos específicos que podem caracterizá-las como bioindicadoras das condições ambientais dos locais em que ocorrem (Scott et al., 2001).

**Tabela 2** – Inventário de amebas testáceas e registros nos pontos amostrais (P1 e P2) investigados nesse estudo

Inventário	Registro	
	P1	P2
Arcellidae		
<i>Arcella arenaria</i> Greef, 1866		X
<i>A. discoides</i> Ehrenberg, 1843	X	X
<i>A. megastoma</i> Pénard, 1902	X	X
<i>A. vulgaris</i> f. <i>elegans</i> Deflandre, 1928	X	X
Centropyxidae		
<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrenberg, 1838)	X	X
<i>C. constricta</i> (Ehrenberg, 1841)		X
<i>C. ecornis</i> Deflandre, 1929		X
<i>C. gibba</i> Deflandre, 1929	X	
<i>C. hirsuta</i> Deflandre, 1929		X
Diffugiidae		
<i>Cucurbitella dentata</i> f. <i>trilobata</i> G.L. & Th., 1960	X	X
<i>Diffugia acutissima</i> Deflandre, 1931	X	
<i>D. amphoralis</i> Hopkinson, 1909		X
<i>D. corona</i> Wallich, 1864		X
<i>D. globularis</i> Wallich, 1864	X	X
<i>D. gramen</i> Pénard, 1902	X	X
<i>D. lanceolata</i> Pénard, 1902	X	X
<i>D. limnetica</i> (Levander, 1900)	X	
<i>D. muriformis</i> G.L. & Th., 1958		X
<i>D. pseudogramen</i> G.L. & Th., 1958	X	X
<i>D. urceolata</i> Carter, 1864		X
Trigonopyxidae		

---

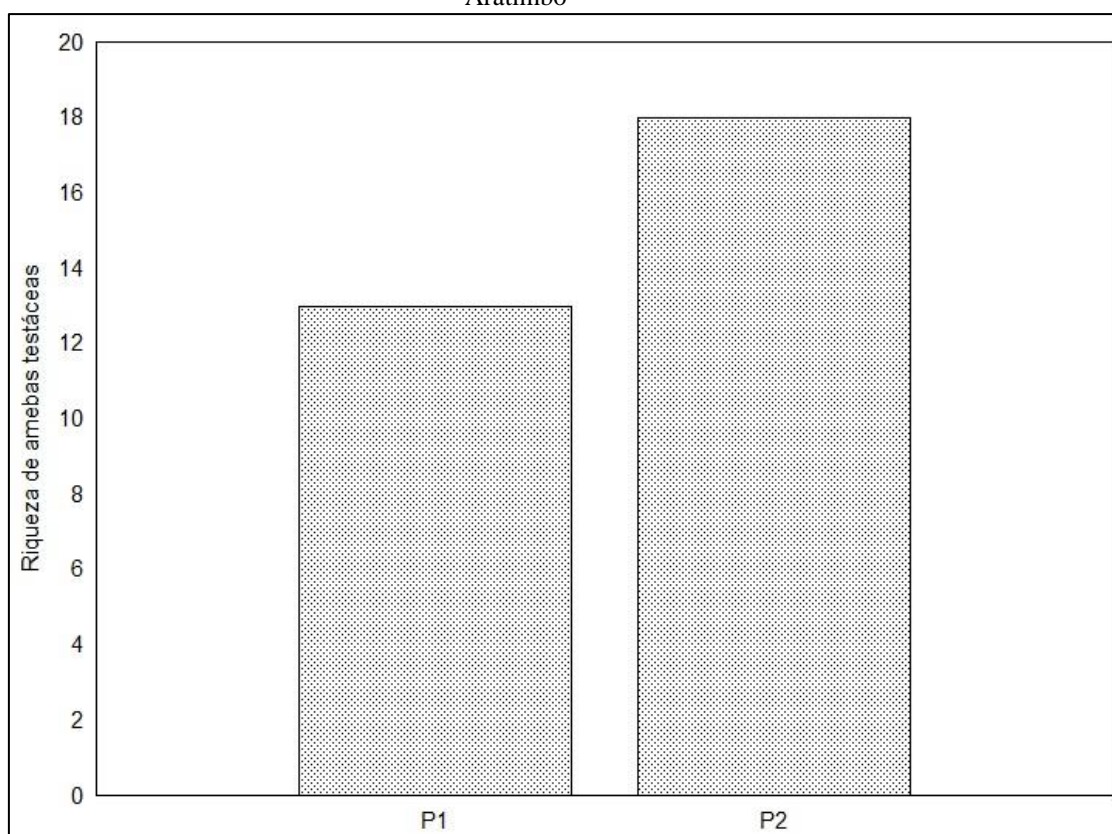
*Trinema* sp.X

---

Fonte: dos autores (2018)

Considerando a riqueza de espécies de amebas testáceas, nos dois pontos amostrados, foi observado uma maior representatividade desse atributo ecológico na região não assoreada (P2), totalizando 18 táxons, enquanto que na região assoreada (P1) quantificou-se a presença de 13 espécies (Figura 3). Estudos realizados por Schwind et al. (2017), apontam que existe um limiar de tolerância das amebas testáceas em relação a variação da concentração de nutrientes nos ambientes aquáticos. A falta dos mesmos ou a concentração em demasia podem afetar o estabelecimento desses protozoários nesses ambientes, afetando, conseqüentemente, o atributo ecológico de riqueza de espécies.

**Figura 3** – Riqueza de amebas testáceas pontos amostrais P1 (assoreado) e P2 (não assoreado) do lago Aratimbó



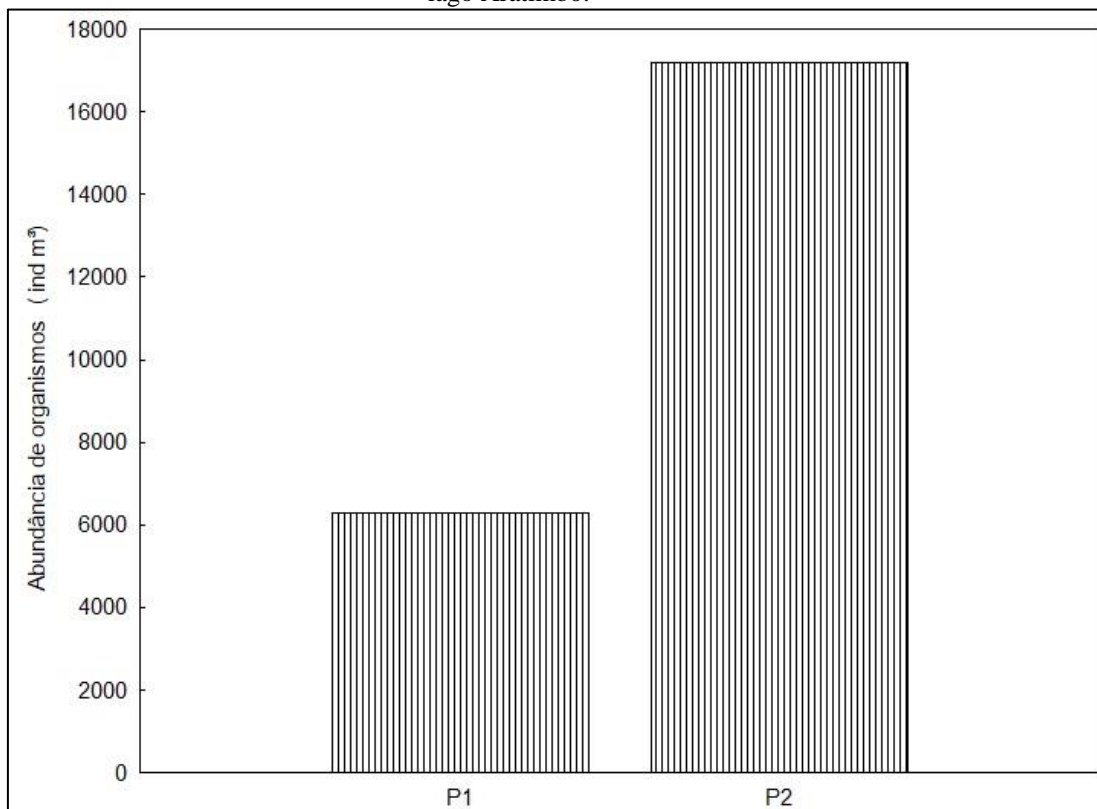
Fonte: dos autores (2018)

Em relação a abundância total dos organismos, foi observada uma expressiva diferença desse atributo entre os pontos amostrais. Em P1, foram contabilizados 6.300 ind.m<sup>3</sup>, enquanto em P2 foi observada uma abundância total de 17.200 ind.m<sup>3</sup> (Figura 4). Corpos hídricos que sofrem interferência antrópicas, ocasionando mudanças abruptas, como o represamento de um corpo hídrico para formação de um lago artificial, interrompem o contínuo fluvial alterando a ciclagem de nutrientes, sendo os mesmos distribuídos de



forma heterogênea em diferentes pontos do ambiente aquático (Ward & Stanford, 1982). Deste modo, de acordo com os resultados supracitados, confirma-se que o processo de assoreamento do lago tem afetado de maneira efetiva a distribuição dos organismos.

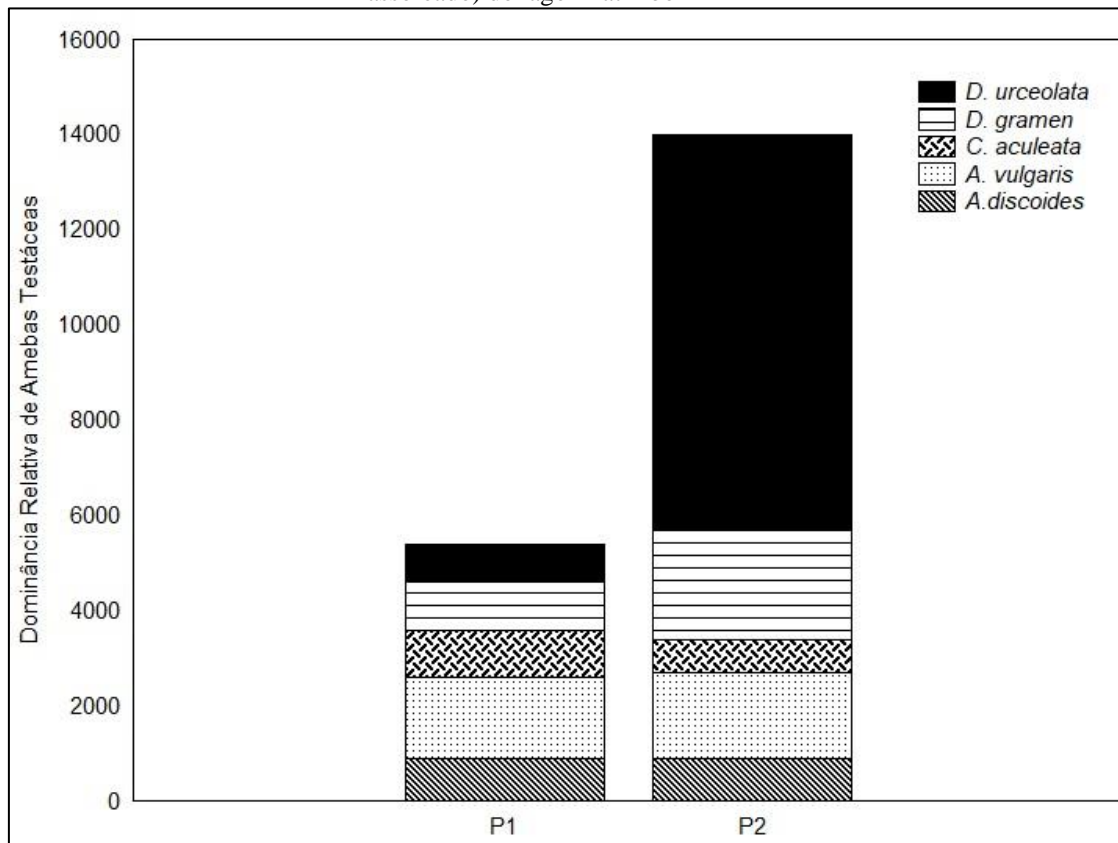
**Figura 4** – Abundância total de amebas testáceas nos pontos amostrais P1 (assoreado) e P2 (não assoreado) do lago Aratimbó.



Fonte: dos autores (2018)

Em relação a dominância relativa das amebas testáceas nos pontos amostrais, observa-se na região não assoreada do lago, uma evidente e predominante dominância de *D. urceolata*, entre as espécies com frequência acima de 60% desta amostra (Figura 5). Já na região assoreada, pode-se observar um equilíbrio entre a dominância das espécies, com frequência acima de 60% na amostra, sendo a *A. vulgaris* a mais dominante entre elas (Figura 5).

**Figura 5** – Dominância relativa de amebas testáceas entre dois pontos amostrais P1 (assoreado) e P2 (não assoreado) do lago Aratimbó



Fonte: dos autores (2018)

O predomínio de espécies pertencentes, por exemplo, a Arcellinidae, em P1, pode ser justificado pelo fato dessas espécies serem consideradas típicas de ambientes lacustres, apresentando adaptações como teca achatada, de baixa densidade e produção de vacúolos gasosos, que permite permanência à deriva no plâncton, além de apresentarem tolerância a ambientes com maiores índices de turbidez (Velho et al. 2004). Além disso, estudos realizados por Schwind et al. (2017), corroboram com o presente estudo, pois também observaram dominância de espécies do gênero Diffugia, como *D. urceolata* e *D. gramen*, em ambientes com aumento da concentração de nutrientes, inferindo, assim, que essa espécie pode ser considerada potencialmente indicadora ambiental de sistemas aquáticos mais produtivos que estejam sofrendo interferência do incremento de nitrato e fosfato, por exemplo.

De acordo com Simões et al. (2012), as respostas dessas espécies de amebas testáceas, frente às alterações ambientais, permitem identificar a amplitude da variação ambiental suportada por esses organismos. Assim como observado nesse estudo, Mieczan et al. (2005) também constatou que determinadas espécies de amebas testáceas apresentam um aumento na abundância de organismos em maiores concentrações de nutrientes, atuando como espécies indicadoras de ambientes produtivos. Ainda nesse contexto, as amebas

testáceas são consideradas importantes bioindicadoras do gradiente de temperatura, concentrações de oxigênio dissolvido e mudanças hidrológicas (Jassey et al., 2011; Song et al., 2014).

Dessa forma, estudos realizados com esses organismos podem ser importantes ferramentas para o diagnóstico e o planejamento ambiental de ambientes aquáticos (Souza, 2008). Com isso, conhecer a biodiversidade desses bioindicadores representa uma oportunidade de implementar ações de recuperação e conservação de ambientes degradados, bem como identificar áreas de preservação e uso sustentável em ambientes aquáticos (Rodrigues et al., 2003).

#### 4. Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo confirmaram a resposta bioindicadora da comunidade de amebas testáceas frente ao processo de assoreamento do lago Aratimbó. Eles demonstraram que este impacto ambiental tem alterado as condições abióticas nesse ecossistema, e, conseqüentemente, influenciando negativamente nos padrões de abundância dos organismos, riqueza e dominância das espécies de amebas testáceas. Além disso, ficou evidenciado que espécies pertencentes a família Diffflugidae são dominantes em condições de maiores concentrações de nutrientes, sinalizando, assim, seu potencial indicador de sistemas aquáticos mais produtivos.

Tendo em vista que as amebas testáceas são organismos base de cadeia alimentar, e que por isso, seu estabelecimento e distribuição no plâncton pode afetar, direta e indiretamente os demais organismos aquáticos, sugere-se que a resposta bioindicadora das amebas testáceas devem ser consideradas em pesquisas referentes às ações de recuperação de ambientes degradados, como os que sofrem ação de assoreamento, visando a manutenção da biodiversidade local.

#### 5. Agradecimentos

Agradecemos ao 6° Subgrupamento de Bombeiros Independente do município de Umuarama/PR, por nos acompanhar na realização da coleta, fornecendo equipamentos para segurança durante as amostragens; e a Universidade Estadual de Maringá – campus Umuarama, por disponibilizar laboratórios, aparelhos, equipamentos e reagentes para realização das análises.

#### 6. Referências

- Almeida, O. (2010). **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA, 277.
- Alves, G.M., Lansac-Tôha, F.A., Velho, L.F.M., Joko, C.Y., Costa, D.M. (2007). New records of testate amoebae (Protozoa, Arcellinida) for the Upper Paraná River floodplain. **Acta Limnológica Brasiliensia**, 19, 175-195.
- Barroso, D. G.; Silva, M. L. N. (1992). Poluição e conservação dos recursos naturais: solo e água. **Informe agropecuário**, 16, 17-24.
- Bonnet, L. (1975). Types morphologiques, écologie et évolution de la thèque chez les thécamoebiens. **Protistologica**, 11, 363-378.
- Bottari, J. C.; Botari, A.; Oliveira, B. C.; Santos, L. N.; Daneluzzi, N.S.; Hatsumura, P.M. (2016). Análise

ambiental urbana e proposta de intervenção nos bairros jardim Harmonia e jardim Aratimbó no município de Umuarama região noroeste do Paraná. **XIV International Conference on Engineering and Technology Education**. Salvador, BA, 5.

Bottrell, H. H.; Duncan, A.; Gliwicz, Z.M.; Grygierek, E., Herizing, A.; Hillbribrich-Ilkoska, A.; Kurazawa, H.; Larsson, P.; Weglenska, T. (1976). A review of some problems in zooplankton production studies. **Norwegian Journal. Zoology**, 24, 419-456.

BRASIL. **Resolução nº 302, de 20 de março de 2002, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005

Cabral, J. B. P. (2005). Estudo do processo de assoreamento em reservatórios. **Caminhos de geografia**, 6, 62-69.

Cammarota, M. C. (2013). **Biologia ambiental**. Rio de Janeiro: [s.n.], 109. Disponível em: <[http://www.eq.ufrj.br/docentes/magalicammarota/2013/apostila\\_eqbB365.pdf](http://www.eq.ufrj.br/docentes/magalicammarota/2013/apostila_eqbB365.pdf)>. Acesso em: 19 out. 2018.

Deflandre, G. (1928). Le genre *Arcella Eherenberg*. **Archiv fur Protistenkunde**, 64, 125-287.

Deflandre, G. (1929). Le genre *Centropyxis Stein*. **Archiv fur Protistenkunde**, 67, 322-375.

EIA – COPOL. (1999). Estudo de impacto ambiental: lago municipal Aratimbó. **Construtora Oshima de projetos e obras**.

ESTEVEVES, F.A. (2011). **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência/FINEP, 826.

Fay, E. F.; Silva, C. M. M. S.(2006). **Índice de uso sustentável da água (ISA – Água) na região do sub médio São Francisco**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 157.

Foissner, W. (1999). Soil protozoa as bioindicators: pros and cons, methods, diversity, representative examples. **Agriculture, ecosystems and environment**, 74, 95-112.

Gauthier-Lievre, L., Thomas, R. (1958). Le genre *Diffugia*, *Pentagonia*, *Marghrebica* et *Hoogenraadia* (Rhizopodes Testacés) em Afrique. **Archiv fur Protistenkunde**, 103, 1-370.

Gauthier-Lievre, L., Thomas, R. (1960). Le genre *Curcubitella Pénard*. **Archiv fur Protistenkunde**, 10, 569-60.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Umuarama. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=412810>>. Acesso em: 15 de Ago. de 2018.

Jassey, V.; Gilbert, D.; Binet, P.; Toussaint, M. L.; Chiapusio, G. (2011). Effect of a temperature gradient on *Sphagnum fallax* and its associated living microbial communities: a study under controlled conditions. **Canadian Journal of Microbiology**. 57, 226-235.

- Kodama, G. S. (2016). **Simulação da quantidade de sólidos carregados por águas pluviais para o lago Aratimbó em Umuarama/PR**. Monografia, Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, PR, 62, Brasil.
- Lansac-Tôha, F. A., Velho, L. F. M., Costa, D. M., Simões, N. R., Alves, G. M. (2014). Structure of the testate amoebae community in different habitats in a neotropical floodplain. **Brazilian Journal of Biology**, 74, 181-190.
- Lansac-Tôha, F.A. Et Al. (2004). Composition, species richness and abundance of the zooplankton community. In: THOMAZ, S.M. et al. (Ed.) **The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Leiden: Backhuys Publishers, 145-190.
- Leão, C. J.; Lepnitz, I. I.; Ferreira, F. (2009). **Levantamento da biodiversidade de amebas testáceas em sedimentos de lagoas artificiais de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de Pós-Graduação em Geologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 12, Brasil.
- Lorenzo, M. P. (2011). **Caracterização dos impactos ambientais negativos e medidas mitigatórias do processo de assoreamento do lago Igapó**. Monografia, Centro Universitário Filadélfia, Londrina, PR, 82, Brasil.
- Mackereth, F.Y.H., Heron, J.R., Tailing, J.F. (1978). Water analysis: some revised methods for limnologists. **Freshwater Biological Association - Scientific Publication**. 36, 120p.
- Mazei, Y., Warren, A. (2012). A survey of the testate amoeba genus *Diffugia* Leclerc, 1815 based on specimens in the E. Penard and C.G. Ogden collections of the Natural History Museum, London. Part 1: Species with shells that are pointed aborally and/or have aboral protuberances. **Protistology**, v. 7, p. 121-171.
- Mazei, Y., Warren, A. (2014). A survey of the testate amoebae genus *Diffugia* Leclerc, 1815 based on specimens in the E. Penard and C.G. Ogden collections of the Natural History Museum, London. Part 2: Species with shells that are pyriform or elongate. **Protistology**, 8, 133-171.
- Mieczan, T.; Adamczuk, M.; Pawlik-Skowronska, B.; Toporowska, M. (2015). Eutrophication of peatbogs: consequences of P and N enrichment for microbial and metazoan communities in mesocosm experiments. **Aquatic Microbiology Ecology**. 74, 121-141.
- Mugnai, R.; Nessimian, J. L.; Baptista, D. F. (2010). **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Technical Books, 174.
- Paulo, R. F. (2010). O desenvolvimento industrial e o crescimento populacional como fatores geradores do impacto ambiental. **Revista veredas do direito**, 7, 13-14, 173-189.
- Porto, M. F. A. (2015). Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas: Impactos sobre a qualidade da água do corpo receptor. In: Tucci, Carlos E. M.; Porto, Rubem L. L.; Barros, Mário T. (Org.). **Drenagem Urbana**. Porto Alegre/RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 387-446.

- Rios, M. B.C. (2014). **Estudo de aspectos e impactos ambientais nas obras de construção do bairro Ilha Pura, Vila dos Atletas**. Monografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 102, Brasil.
- Rodrigues, L.; Bicudo, D. C.; Moschini-Carlos, V. (2003). O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: Thomaz, S. M.; Bini, L. M. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, 211-242.
- Simões, N. R.; Lansac-Tôha, F. A.; VELHO, L. F. M.; Bonecker, C. (2012). Intra and interannual structure of zooplankton communities in floodplain lakes: a long-term ecological research study. **Revista de Biologia Tropical**. 60, 1819-1836, 2012.
- Schwind, L. T. F.; Arrieira, R. L.; Dias, J. D.; Simões, N. R.; Bonecker, C. C.; Lansac-Tôha, F. A. (2016). The structure of planktonic communities of testate amoebae (Arcellinida and Euglyphida) in three environments of the Upper Parana River basin, Brazil. **Journal of Limnology**, 75, 78–89.
- Schwind, L. T. F.; Arrieira, R. L.; Simões, N. R. et al. (2017). Productivity gradient affects the temporal dynamics of testate amoebae in a neotropical floodplain. **Ecological Indicators**, 264– 269.
- Schwind, L.T.F., Dias, J. D., Joko, C. Y., Bonecker, C. C., Lansac-Tôha, F.A. (2013). Advances in studies on testate amoebae (arcellinida and euglyphida): a scientometric approach. **Acta Biological Science**, 35, 549-555.
- Scott, D.B.; Mediolli, F.S.; Schafer, C.T. (2001). *Monitoring in coastal environments using foraminifera and thecamoebian indicators*. Cambridge University Press.
- Silva Junior, V. de P. E et al. (2012, novembro). Calibração de turbidímetro para estimativa da concentração de sedimento em suspensão como parâmetro de qualidade. **Anais do XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, João Pessoa, PB, Brasil.
- Silva, S.S. (2016). **Estrutura e dinâmica da assembleia de amebas testáceas (amoebozoa: rhizopoda) em uma bacia hidrográfica tropical**. Dissertação de Programa de Pós-Graduação, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 62, Brasil.
- Song, L.; Li, H.; Wang, K.; Wu, D.; Wu, H. (2014). Ecology of testate amoebae and their potential use as palaeohydrologic indicators from peatland in Sanjiang Plain, Northeast China. **Frontiers in Earth Science**. 8, 564-572.
- Souza, M.B.G. (2008). **Guia das tecamebas. Bacia do rio Peruaçu - Minas Gerais. Subsídio para conservação e monitoramento da bacia do rio São Francisco**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 159.
- SOUZA, F. P. (2014). **Monitoramento e modelagem hidrológica da sub-bacia do lago Paranoá – Brasília/DF – e avaliação de bacia de detenção**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Brasília: Universidade de Brasília.
- Sposito, M. E. B. (2000). **Capitalismo e urbanização**. São Paulo: Contexto, 80.

- Statsoft Inc. (2005). *Statistica for Windows* (data analysis software system), version 7.1. Tulsa: Statsoft Inc.
- Takeda A. K., Mendes F. M., Marin L. M. (2011). Avaliação da qualidade da água do lago Aratimbó no município de Umuarama (PR). **XIII Encontro Maringaense de Biologia**, Maringá, PR, Brasil, 23.
- Thomann, R. V.; Mueller, J. A. (1987). **Principles of Surface Water Quality Modeling and Control**. New York: Harper & Row, 643.
- Thorton, K.W.; Kimmel, L. B.; Fonest, E. P. (1990). **Reservoir Limnology ecological perspectives**. New York: John Wiley, 246.
- Tomazoni, J. C.; Mantovani, L. E.; Bittencourt, A. V. L.; Rosa Filho, E. F. (2005). Utilização de medidas de turbidez na quantificação da movimentação de sólidos por veiculação hídrica nas bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau – sudoeste do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, 57, 49-56.
- Tucci, C. (2008). Águas urbanas. **Estudos Avançados**, 22, 63, 97-112, 156.
- Tucci, C. E. M. (2012). **Gestão da drenagem urbana**. CEPAL: Brasília, 50.
- Umuarama. **Lei Complementar nº. 441, de 19 de dezembro de 2017, dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo – Zoneamento – e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www.legislador.com.br/LegislatorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=13&inEspecieLei=2&nrLei=437&aaLei=2017&dsVerbete>>. Acesso em: 25 de ago. de 2018.
- Umuarama. **Lei Complementar nº. 445, de 07 de maio de 2018, institui o Plano Diretor Municipal (PDM) de Umuarama**. Disponível em: <<http://www.legislador.com.br/LegislatorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=13&inEspecieLei=2&nrLei=445&aaLei=2018&dsVerbete=>>>. Acesso em: 25 de ago. de 2018.
- Velho L. F. M., Lansac-Tôha F. A., Bonecker C. C., Zimmermann-Callegari M. C. (2000). On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. II. Families Centropyxidae, Trigonopyxidae and Plagiopyxidae. **Acta Biologica Science**, 22, 365-374.
- Velho, L. F. M.; Bini, L. M.; Lansac-Tôha, F. A. (2004). Testate amoeba (Rhizopoda) diversity in plankton of the Upper Paraná River Floodplain, Brazil. **Hydrobiologia**, 523, 103-111.
- Velho, L.F.M., Lansac-Tôha, F.A. (1996). Testate amoebae (Rhizopodea - Sarcodina) from zooplankton of the high Paraná river floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil: II. Family *Diffflugidae*. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 31, 179-192.
- Velho, L.F.M., Lansac-Tôha, F.A., Serafim-Junior, M. (1996). Testate amoebae (Rhizopodea- Sarcodina) from zooplankton of the high Paraná river floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. I. Families Arcellidae and Centropyxidae. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 31, 135-150.
- Von Sperling, M. (2005). **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Departamento

de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte: Editora UFMG, 243.

Ward, J. V.; Stanford, J. A. (1982). Thermal responses in the evolutionary ecology of aquatic insects. **Annual review of entomology**, 27, 97-117.

Yokoyama, E.; Paciência, G. P.; Bispo, P. C.; Oliveira, L. G.; Bispo, P. C. (2012). A sazonalidade ambiental afeta a composição faunística de Ephemeroptera e Trichoptera em um riacho de Cerrado do Sudeste do Brasil. **Revista Ambiência Guarapuava**, 8, 1, 73-84.