

**AVANÇOS NO CONHECIMENTO ECOLÓGICO DE PROTOZOÁRIOS CILIADOS PLANCTÔNICOS DE
ÁGUA DOCE: UMA ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA**

**ADVANCES IN PROTOZOAN ECOLOGICAL KNOWLEDGE CILIATES FRESHWATER PLANKTONIC: A
SCIENTOMETRICAL ANALYSIS**

Renata Tharyanne Alves Moraes^{1*}, Priscilla de Carvalho², Danielle Goeldner Pereira³

¹*Graduada em Ecologia e Análise Ambiental, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO*

²*Doutora em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (UEM), Docente na Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO*

³*Mestre e Doutora em Ecologia de Ambientes Aquáticos e Continentais (UEM) e Pós-Doutorado em Ecologia pela Universidade Federal de Goiás, Docente na Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia-GO*

**Endereço para correspondência: UFG - Universidade Federal de Goiás, Avenida Esperança s/n, Campus Samambaia, CEP: 74690-900, Goiânia – GO; E-mail: tharyanne@gmail.com*

RESUMO

Os protozoários ciliados possuem grande participação na ciclagem de nutrientes e transferência de matéria e energia ao longo das cadeias alimentares dos ecossistemas aquáticos. Entretanto uma visão precisa da produção científica da ecologia desses organismos é ainda incipiente. O objetivo do presente estudo foi identificar as possíveis tendências espaciais e temporais e as lacunas nos estudos ecológicos dos protozoários ciliados planctônicos de água doce. A análise foi baseada em artigos publicados entre 1991 a 2014 do Institute for Scientific Information Thomson (ISI) (www.isiknowledge.com). Foram encontrados 140 artigos de cunho ecológico publicados em 58 revistas, sendo observado um desenvolvimento expressivo na produção científica entre 1991 e 2006. Os países que mais publicaram sobre o tema foram: Alemanha, Argentina e Estados Unidos e os continentes com maiores publicações foram a Europa e as Américas do Sul e do Norte. Os ambientes mais estudados foram os lênticos e a principal abordagem utilizada nesses estudos foi a empírica. Os objetivos mais pesquisados foram a dinâmica de ciliados, considerando a influência das variáveis abióticas em conjunto com bióticas, no total de 45 artigos e as relações tróficas e o fluxo de energia com 37 artigos. A pesquisa cientométrica foi essencial para identificar padrões e lacunas no estudo de protozoários ciliados de água doce, havendo necessidade de estudos, principalmente, de cunhos experimentais e teóricos, essenciais para apoiar os esforços de conservação e para subsidiar novas investigações testando hipóteses ecológicas.

Palavras-Chave: micro-organismos; protozoários; cientometria; ecologia ciliados.

ABSTRACT

Ciliate protozoa are essential elements in nutrient cycling and transfer of matter and energy along the food chain in aquatic ecosystems. However, there is still little known about the ecology of these organisms. This study aimed to identify possible spatial and temporal trends and gaps in ecological studies on freshwater planktonic ciliates. The analysis was made on the basis of scientific articles published between 1991 and 2014 in Thomson Institute for Scientific Information (ISI) (www.isiknowledge.com). We found 140 articles focused on ecology published in 58 journals, with a significant growth in scientific production between 1991 and 2006. The countries that published most on the topic were: Germany, Argentina and the United States. The continents with the highest number of publications were Europe and South and North America. Lentic habitats represented the most studied environments and the main approach used was empirical. The most investigated goals were *ciliate dynamics*, considering the influence of abiotic and biotic factors, amounting to 45 articles, *trophic relationships* and *energy flow*, with 37 articles. The scientometric research was essential to identify patterns and gaps in the study of freshwater planktonic ciliates, indicating the need for experimental and theoretical studies to support conservation efforts and to subsidize further investigations testing ecological hypotheses.

Key Words: microorganisms; protozoa; scientometrics; ciliates ecology.

INTRODUÇÃO

Os micro-organismos aquáticos são conhecidos como importantes decompositores da matéria orgânica, atuando nos ciclos biogeoquímicos globais e regulando a demanda de carbono orgânico, ciclagem de nutrientes e o balanço de gás carbônico e oxigênio nos ecossistemas aquáticos (1). Durante muito tempo, permaneceu a visão de que os micro-organismos atuavam no ambiente apenas como decompositores (2). Nessa visão, o fluxo da matéria é unidirecional e a matéria só retorna na rede alimentar na forma inorgânica, após ter passado pela decomposição bacteriana (2). Entretanto, o paradigma e a conceituação do elo microbiano mudaram essa visão tradicional de fluxo de matéria nos ecossistemas aquáticos ao propor que o carbono dissolvido liberado pelo fitoplâncton é assimilado pelas bactérias e dirigido para os níveis tróficos superiores (3,4).

Dentre os componentes do elo microbiano, os protozoários ciliados se destacam por constituírem uma comunidade diversa, com diferentes papéis funcionais e grande capacidade de ocuparem vários nichos ecológicos (5). Especificamente, possuem variado espectro de tamanho (10 µm até os 3 mm) (14) e diferentes estratégias para obtenção de alimento, podendo ser filtradores, sugadores e raptorais (6). Dessa forma, apresentam importantes relações ecológicas com diferentes organismos dos ecossistemas aquáticos (4,7,9).

Os ciliados são importantes consumidores de bactérias (4) protistas, algas e detritos particulados (7) e ao serem predados pelos metazoários (cladóceros, rotíferos e copépodos) possuem importante participação na transferência de matéria e energia ao longo das cadeias alimentares aquáticas (8). Assim, são considerados eficientes mineralizadores de nitrogênio e fósforo, reciclando os nutrientes e carbono via cadeia alimentar microbiana (16). Dessa forma, a estrutura da comunidade de ciliados pode ser afetada direta ou indiretamente pelos recursos alimentares (12,13) e pela pressão de predação (10).

Estudos em ambientes pelágicos têm demonstrado que características físicas e químicas da água (11), tais como matéria orgânica (9,14,15), nutrientes, oxigênio,

temperatura e pH (9,11), também afetam a estrutura da comunidade de ciliados. Especificamente, as alterações das características físicas e químicas da água decorrentes de variações do período hidrológico (9,11), do aumento da concentração de nutrientes (9,11) e variações espaciais (entre lagos, entre reservatórios) podem afetar a densidade e diversidade de ciliados, indicando mudanças ecológicas nos ecossistemas aquáticos (17).

Apesar dos diversos estudos sobre a importante participação dos ciliados nos ecossistemas aquáticos, uma visão precisa da produção científica considerando as relações ecológicas desses organismos é ainda incipiente. Analisar e mensurar as publicações sobre esse assunto, em particular, indicam suas tendências e auxiliam a identificar onde as atenções e investimentos devem ser focados. A cienciometria é o conjunto de metodologias quantitativas empregadas para estudar as atividades científicas ou técnicas, enfocando a produção ou a comunicação destas (19).

O objetivo do presente estudo foi realizar uma análise cienciométrica buscando avaliar as tendências espaciais e temporais das pesquisas ecológicas sobre protozoários ciliados planctônicos de água doce. Para isso, foram elaboradas as seguintes questões: i) O número de artigos publicados sobre a ecologia de protozoários ciliados planctônicos de água doce variou ao longo do tempo? ii) Em quais países e continentes os estudos foram realizados? iii) Quais tipos de habitats foram estudados? iv) Quais os principais aspectos ecológicos abordados? v) Em quais periódicos estes estudos foram publicados?

METODOLOGIA

A análise do presente estudo foi baseada no título e palavras-chave de artigos publicados entre 1991 e 2014, sendo utilizados conjuntos de dados do Institute for Scientific Information Thomson (ISI) (www.isiknowledge.com). Os trabalhos foram selecionados com a seguinte combinação de palavras no campo de busca: “freshwater planktonic ciliate protozoan”. Após essa pesquisa, foram selecionados os artigos de cunho ecológico e as seguintes informações foram extraídas: i) o ano de publicação, ii) o país e o continente onde o estudo foi

desenvolvido, iii) a revista onde o artigo foi publicado, iv) o tipo de habitat estudado: lêntico, lótico, reservatório, planície de inundação, v) os principais objetivos de cada artigo: diversidade, poluição/distúrbio antrópico, conservação, bioindicadores/monitoramento ambiental, dinâmica da comunidade de ciliados considerando as relações tróficas e o fluxo de energia (estudos envolvendo vários componentes da cadeia alimentar), dinâmica da comunidade de ciliados considerando a influência direta das variáveis bióticas (o efeito da predação de ciliados sobre bactérias, ou o efeito direto dos peixes sobre ciliados), v) dinâmica da comunidade de ciliados considerando a influência das variáveis abióticas e bióticas em conjunto, vi) tipos de estudo (refletem como os dados foram coletados): empírico, experimental, teórico.

Visando reconhecer uma tendência temporal dos objetivos investigados nos artigos publicados entre 1991 e 2014, as variáveis referentes aos objetivos dos estudos, no total de sete, foram ordenadas

pela análise de componentes principais (PCA) (20).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento de dados realizado no presente estudo foram encontrados 140 artigos relacionados à ecologia de protozoários ciliados planctônicos de água doce. A tendência temporal do número de artigos publicados entre 1991 e 2014 Versus o número de artigos publicados pelo Institute for Scientific Information Thomson (ISI) com valores padronizados (x100) revelou três fases distintas (Figura 1). A primeira fase, entre os anos de 1991 e 1998, apresentou o menor número de artigos publicados. A partir de 1999, ocorreu um acréscimo acentuado no número de publicações que, com algumas oscilações, persistiu até 2006. Já a terceira fase, entre 2007 e 2014, registrou um decréscimo nas publicações, entretanto, ressalta-se que, mesmo com esse decréscimo, o número de artigos publicados entre 2007 e 2014 foi maior que o registrado entre 1991 e 1998.

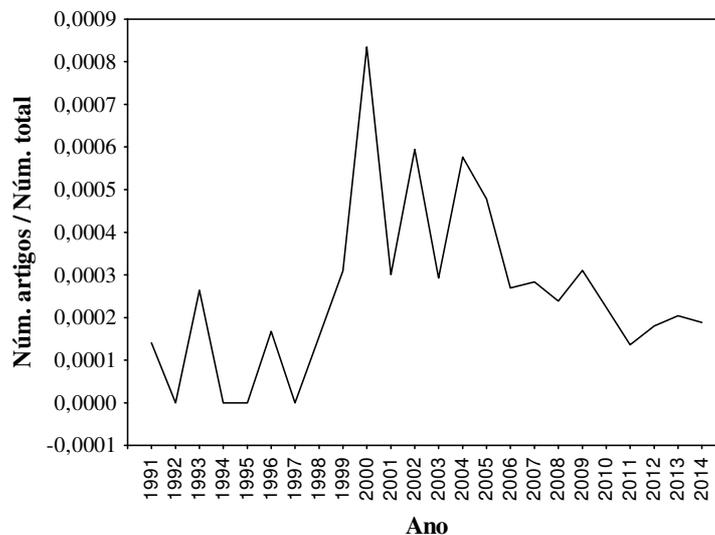


Figura 1. Número de artigos sobre a ecologia de protozoários ciliados planctônicos de água doce publicado entre 1991 a 2014 *versus* o número de artigos indexados pelo Institute for Scientific Information Thomson (ISI) com valores padronizados (x100) ISI.

Muitos aspectos ecológicos a respeito dos ciliados foram explorados entre 1991 e 2014, sendo a influência das variáveis abióticas e bióticas sobre a estrutura da comunidade de ciliados o objetivo mais pesquisado, no total de 45 artigos (32%). As publicações referentes às relações tróficas e ao fluxo de energia contribuíram com 26%

(37 artigos). A influência das variáveis bióticas (24 artigos) e artigos relacionados com a diversidade (22 artigos), bioindicadores/monitoramento ambiental (7 artigos), poluição/distúrbio antrópico (4 artigos) e conservação (1 artigo) também contribuíram para o conhecimento ecológico dos ciliados planctônicos (Figura 2).

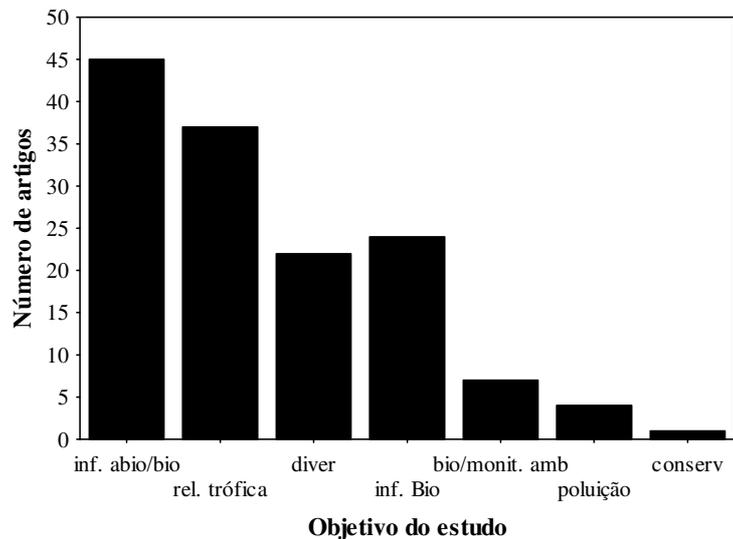


Figura 2. Objetivos abordados pelos artigos relacionados à ecologia de protozoários ciliados planctônicos de água doce publicados entre 1991 e 2014 e indexados pelo Institute for Scientific Information Thomson (ISI) (inf. abiótico= influência abiótica/biótica, rel. trófica= relação trófica e fluxo de energia, diver= diversidade, inf. Bio= influência biótica, bio/mont. amb.= bioindicadores/monitoramento ambiental, poluição= poluição/distúrbio antrópico e conservação).

A variação temporal do interesse dos pesquisadores pelos diferentes aspectos ecológicos relacionados aos ciliados planctônicos de água doce entre 1991 e 2014 foi sintetizada pelos dois primeiros eixos de ordenação da PCA (58,53%). Particularmente, o principal padrão de variação temporal foi sintetizado pelo primeiro eixo da ordenação (35,55%) que

esteve correlacionado negativamente com os objetivos “diversidade”, “relações tróficas” e “influência biótica” (Figura 3). Ou seja, entre 2000 e 2014 a diversidade de espécies e as relações ecológicas entre os ciliados e outras comunidades aquáticas se tornaram as principais linhas de pesquisa em ecologia de ciliados planctônicos de água doce.

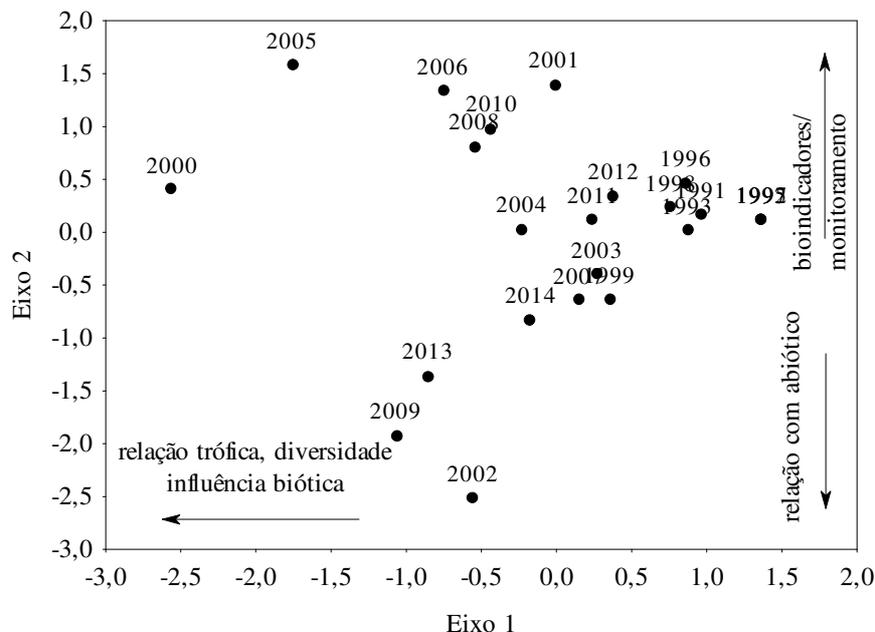


Figura 3. Análise de componentes principais (PCA) considerando o número de artigos relacionados à ecologia de protozoários ciliados planctônicos de água doce publicados entre 1991 e 2014 indexados pelo Institute for Scientific Information Thomson (ISI) e os objetivos desses estudos.

A maioria dos 140 artigos relacionados à ecologia de protozoários ciliados planctônicos de água doce publicados entre 1991 e 2014 utilizou abordagem empírica, 74% (N=104). Os estudos experimentais contribuíram com quase 21% (N=30) e os trabalhos de cunho teórico com 5% (N=6) do total de artigos publicados (Figura 4).

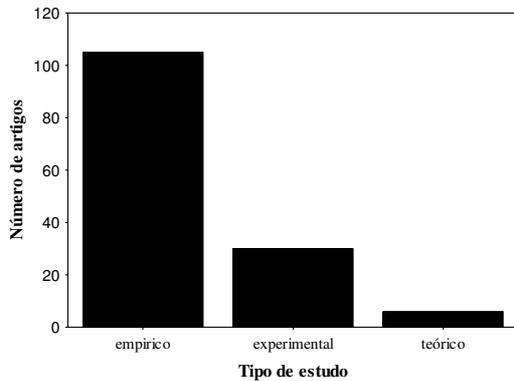


Figura 4. Abordagens utilizadas em artigos relacionados à ecologia de protozoários planctônicos de água doce publicados entre 1991 a 2014 e indexados pelo Institute for Scientific Information Thomson (ISI).

Os ambientes lênticos foram os mais investigados, 75% (N=107), entretanto, ambientes lóticos 15% (N=23), reservatórios e planícies de inundação 10% (N=10) também foram estudados (Figura 5).

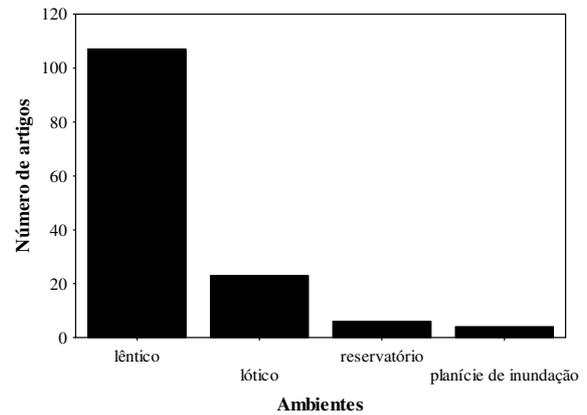


Figura 5. Tipo de ecossistema estudado em artigos relacionados à ecologia de protozoários ciliados planctônicos de água doce publicados entre 1991 e 2014 e indexados pelo Institute for Scientific Information Thomson (ISI).

A Europa foi o continente com o maior número de artigos publicados (84 artigos). Os continentes Norte americano e Sul americano (16 artigos cada um), Asiático (n = 15), Antártico (N=5) e o Africano (N=5) também contribuíram para a publicação de artigos relacionados à ecologia de protozoários planctônicos ciliados de água doce. Nenhum registro foi encontrado no continente da Oceania (Figura 6A). Durante o período analisado, foram registrados 31 artigos publicados na Alemanha, 11 artigos na Argentina, 9 artigos nos Estados Unidos, 7 artigos na Polônia e 5 artigos no Brasil (Figura 6B).

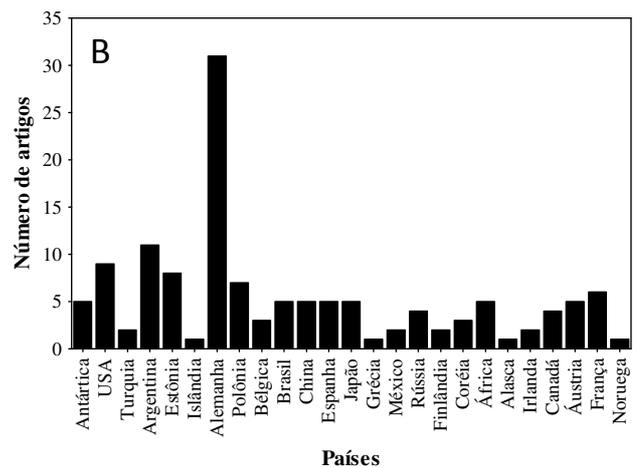
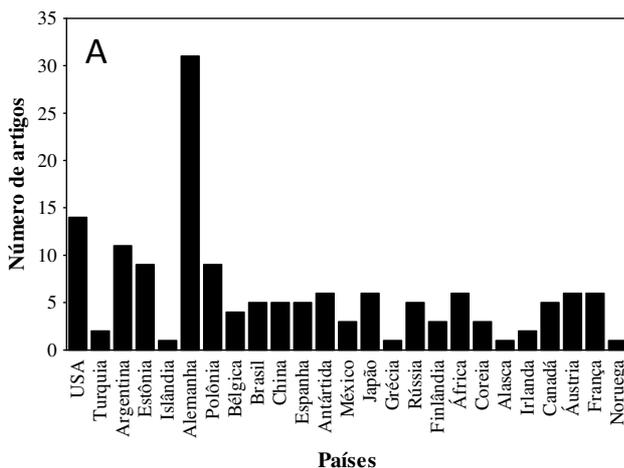


Figura 6. Contribuição dos continentes (A) e de países (B) para as publicações relacionadas à ecologia de protozoários ciliados planctônicos de água doce entre 1991 e 2014 indexadas pelo Institute for Scientific Information Thomson (ISI).

As pesquisas relacionadas aos aspectos ecológicos dos protozoários ciliados planctônicos de água doce foram

publicadas em uma grande variedade de revistas (N=58). A “AQUATIC MICROBIAL ECOLOGY” foi o principal periódico indexado

ao Institute for Scientific Information Thomson (ISI) utilizado para publicar os resultados encontrados (12% das publicações). Outros periódicos como a "HYDROBIOLOGIA" (10% das publicações), FRESHWATER BIOLOGY (8% das

publicações), ARCHIV FUR HIDROBIOLOGIE (7% das publicações), e JOURNAL OF PLANKTON RESEARCH (7% das publicações), também publicaram artigos sobre a ecologia dos protozoários ciliados de água doce (Figura 7).

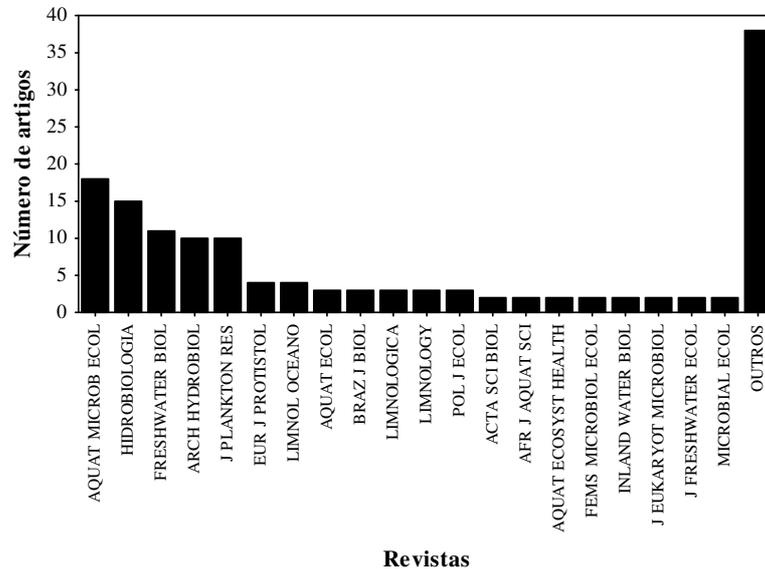


Figura 7. Revistas científicas indexadas pelo Institute for Scientific Information Thomson (ISI) utilizadas para publicação de artigos relacionados à ecologia de protozoários ciliados planctônicos de água doce entre 1991 e 2014.

(AQUAT MICROB ECOL = AQUATIC MICROBIAL ECOLOGY, FRESHWATER BIOL = FRESHWATER BIOLOGY, ARCH HYDROBIOL = ARCHIV FUR HYDROBIOLOGIE, J PLANKTON RES = JOURNAL OF PLANKTON RESEARCH, EUR J PROTISTOL = EUROPEAN JOURNAL OF PROTISTOLOGY, LIMNOL OCEANO = LIMNOLOGY AND OCEANOGRAPHY, AQUAT ECOL = AQUATIC ECOLOGY, BRAZ J BIOL = BRAZILIAN JOURNAL OF BIOLOGY, POL J ECOL = POLISH JOURNAL OF ECOLOGY, ACTA SCI BIOL = ACTA SCIENTIARUM BIOLOGICAL SCIENCES, AFR J AQUAT SCI = AFRICAN JOURNAL OF AQUATIC SCIENCES, AQUAT ECOSYST HEALTH = AQUATIC ECOSYSTEM HEALTH & MANAGEMENT, FEMS MICROBIOL ECOL = FEMS MICROBIOLOGY ECOLOGY, INLAND WATER BIOL = INLAND WATER BIOLOGY, J EUKARYOT MICROBIOL = JOURNAL OF EUKARYOTIC MICROBIOLOGY, J FRESHWATER ECOL = JOURNAL OF FRESHWATER ECOLOGY, MICROBIAL ECOL = MICROBIAL ECOLOGY).

DISCUSSÃO

Apesar dos protozoários ciliados participarem de vários processos biológicos, o papel ecológico que eles desempenham no metabolismo dos ecossistemas aquáticos ainda é pouco compreendido (21). O baixo número de artigos relacionados à ecologia de protozoários ciliados planctônicos de água doce registrado no presente estudo corrobora essa afirmação. Entretanto, vale ressaltar que a literatura científica mundial sobre a ecologia desses organismos se desenvolveu de maneira expressiva entre 1991 e 2006. Tal resultado é, provavelmente, um reflexo do impacto do paradigma e conceituação do "elo microbiano" (3,4). Esse novo paradigma impulsionou as pesquisas ecológicas sobre bactérias e protozoários ao propor uma nova forma de pensar o metabolismo dos ecossistemas aquáticos (22).

Além disso, a tendência natural de desenvolvimento científico e tecnológico conforme é relatado por vários autores (23,24) pode ter sido um importante fator para o aumento no número de publicações de cunho ecológico dos protozoários ciliados de ambientes aquáticos continentais. O contínuo desenvolvimento tecnológico aliado ao desenvolvimento de metodologias mais acuradas de identificação de espécies parece ter estimulado, principalmente, estudos relacionados à biodiversidade dos ciliados planctônicos nos últimos anos. Os microscópios de contraste de fase, por exemplo, fornecem imagens detalhadas de pequenas estruturas que não são de fácil visualização em microscópios binoculares normais (25). O uso de marcadores específicos para o sequenciamento das moléculas, as técnicas de extração de DNA e o aperfeiçoamento de aparelhos de

sequenciamento de moléculas também se tornaram mais acessíveis (25).

Os estudos possuíram, em sua maioria, caráter descritivo, visando levantar valores de referência dos atributos básicos desta comunidade, como abundância, composição e diversidade de espécies sob influência dos fatores abióticos e bióticos, ou seja, os protozoários ciliados foram o objeto principal de estudo. Devido ao conhecimento adquirido acerca da ecologia microbiana os ciliados podem não ter sido mais o objeto principal das pesquisas ecológicas após 2007, mas serem parte integrante das pesquisas acerca da comunidade planctônica. Assim, as palavras chaves e o título dos artigos acerca da ecologia dos protozoários ciliados podem não ter incluído os termos específicos “freshwater planktonic ciliate protozoan”, mas sim “plankton community” “microbial loop” “microbial diversity” “trophic relations” e “freshwater environments”, contribuindo para o decréscimo na publicação de artigos após 2007 registrado no presente estudo.

A grande maioria do conhecimento adquirido acerca da ecologia dos ciliados entre 1991 e 2014 foi proveniente de trabalhos empíricos. A pesquisa empírica é muito importante, pois investiga fenômenos reais, em seu contexto natural, utilizando múltiplas fontes de evidência (26). Entretanto, ressalta-se a importância da análise de questões relacionadas à ecologia experimental e teórica, principalmente, que se vinculam com sua aplicação. Estudos experimentais são empregados para analisar um tratamento, o pesquisador aplica um tratamento (intervenção) e avalia os resultados obtidos com controle total das variáveis (27). Já a pesquisa teórica inclui conceitos e princípios que permitem a fundamentação e o desenvolvimento do trabalho do pesquisador, dando respostas aos problemas e consistência às hipóteses, e ainda, explica e interpreta os resultados obtidos e observados (28).

Dessa forma, o presente estudo revelou a necessidade do aprofundamento da análise de questões relacionadas à ecologia experimental e teórica que se vinculam com sua aplicação. Particularmente, os resultados evidenciaram a necessidade de estudos sobre bioindicadores/monitoramento ambiental, poluição/distúrbio antrópico e conservação

dos ciliados planctônicos de água doce que são essenciais para apoiar os esforços de conservação e para subsidiar novas investigações testando hipóteses ecológicas.

Os países que mais produziram informações científicas sobre os protozoários foram justamente aqueles com maior desenvolvimento econômico, Alemanha, Argentina e Estados Unidos, respectivamente. Segundo Jappe (2007), ultimamente, a atividade científica ainda é altamente concentrada por poucos países desenvolvidos economicamente. Muitos autores têm demonstrado que a América do Norte e a Europa lideram anualmente a produção de informações científicas em todo mundo (23,29,30). Os resultados demonstram essa afirmação ao indicar que os estudos sobre os protozoários ciliados também estão mais concentrados em países da Europa e da América do Norte. O maior número de pesquisas publicadas pelos países desenvolvidos economicamente reflete o grau de investimento financeiro em infraestrutura, equipamentos e remuneração dos pesquisadores para o desenvolvimento da ciência local (30). Embora os países em desenvolvimento recebam menores investimentos financeiros e ainda enfrentem o obstáculo do idioma (31), a produção científica deles cresceu bastante nos últimos 20 anos, especialmente a produção da Argentina, Brasil e México (29).

Em relação aos habitats estudados, os resultados obtidos mostraram que os ambientes lênticos (lagoas e lagos) foram os mais investigados, provavelmente, devido ao fato das comunidades planctônicas se desenvolverem melhor nesses locais (32). Esses ambientes possuem águas quase paradas ou lentamente renovadas (sistema fechado), e em geral, apresentam padrões verticais e horizontais das variáveis físicas, químicas e biológicas que influenciam diretamente a composição, a estrutura e a dinâmica dos micro-organismos (32). Além disso, existe uma tradição de regiões temperadas estudarem lagos e do desenvolvimento de grupos de pesquisa que, regionalmente, concentram suas atividades em determinados tipos de ambientes (33). Esses resultados sugerem que os estudos ecológicos de ciliados são mais realizados nos ecossistemas mais comuns de serem encontrados.

Sobre as revistas com maiores publicações, a “Aquatic microbial ecology”, um periódico específico no campo, apresenta-se como a escolha mais razoável para as publicações nesse tema. Outra revista com grande número de estudos publicados é a “Hidrobiologia”, sendo um jornal que publica artigos em todas as subáreas de Limnologia sem viés sobre organismos (34).

CONCLUSÃO

A pesquisa cienciométrica foi uma ferramenta importante para ajudar a identificar padrões e lacunas no estudo de protozoários ciliados de água doce em todo o mundo entre 1991 e 2014. Houve relativamente baixo número de artigos publicados e a maioria dos estudos estiveram concentrados em poucos países, sendo observada a necessidade de estudos, principalmente, em países em desenvolvimento.

O aperfeiçoamento tecnológico foi de suma importância para impulsionar o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à ecologia dos ciliados. Entretanto, a falta de pesquisadores especialistas e as inúmeras dificuldades durante o processamento e

análise das amostras, pois esses organismos possuem corpo delgado, bastante sensível e pequeno, contribuem para a escassa atenção a esse grupo. Particularmente, essa carência de estudos é evidente sobre a comunidade de ciliados fluviais. O volume de trabalhos realizados nesse tipo de ecossistema é pequeno se considerada a importância destes ambientes e a velocidade com que têm sido alterados por ações antrópicas.

Além de estudos empíricos, revelou-se a necessidade do aprofundamento da análise de questões relacionadas à ecologia experimental e teórica que se vinculam com sua aplicação. Como consequência, estudos com foco preditivo ou objetivando testar hipóteses ecológicas essenciais para o direcionamento da conservação dos ecossistemas foram raros. Assim, nossos resultados evidenciaram a necessidade de estudos sobre bioindicadores/monitoramento ambiental, poluição/distúrbio antrópico e conservação dos ciliados planctônicos de água doce que são essenciais para apoiar os esforços de conservação e para subsidiar novas investigações testando hipóteses ecológicas.

REFERÊNCIAS

- (1) BROCK, T. D. **Biology of the microorganisms**. 1. ed. New Jersey: Editora Prentice Hall. p. 909, 1994.
- (2) COTNER, J. B.; BIDDANDA, B. A. Small players role: microbial influence on biogeochemical processes in pelagic aquatic ecosystems. **Ecosystems**, v. 5, p. 105-121, 2002.
- (3) POMEROY, L. R. Secondary production mechanisms in carbon and energy flow in marine ecosystems. in: **Current Perspectives in Microbial Ecology** (M.J. Klug and C.A. Reddy, eds.), Amer. Soc. Microbial. Washington, D.C., pp. 405-186, 1979.
- (4) AZAM, F. et al. The ecological role of water-column microbes in the sea. **Marine Ecology Progress Series**, n.10, p.257-263, 1963.
- (5) ELLOUMI, J. et al. Composition and distribution of planktonic ciliates from salinity in the solar saltwork of Stax, Tunisia. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 67, p. 21-29, 2006.
- (6) FENCHEL, T. The role of protozoa in nature in terms of functional properties related to size. **Zoology and Science**, v. 7, p. 51-58, 1990.
- (7) CORLISS, J. O. Biodiversity and biocomplexity of the protists and an overview of their significant roles in maintenance of our biosphere. **Acta Protozoologica**, n.41, 199-219, 2002.
- (8) WETZEL, R. G. Death, detritus, and energy flow in aquatic ecosystems. **Freshwater Biology**, n.33, p.83-89, 1985.
- (9) MADONI, P.; BRAGHIROLI, S. Changes in the ciliate assemblage along a fluvial system related to physical, chemical and geomorphological characteristics. **European Journal of Protistology**, v. 43, n. 2, p. 67-75, 2007.
- (10) EADIE, M. Inter-relationships between rumem ciliate protozoa. **Journal General Microbiology** v.49, p.175-194, 1962.

- (11) ANDRUSHCHSHYN, O.; MAGNUSSON, K.; WILLIAMS, D. D. Ciliate populations in temporary freshwater ponds: seasonal dynamics and influential factors. **Freshwater Biology**, v. 48, n. 3, p. 548-564, 2003.
- (12) BIYU, S. A. Comparative study on planktonic ciliates in two shallow mesotrophic lakes (China): species composition, distribution and quantitative importance. **Hydrobiologia**, v. 427, n. 1, p. 143-153, 2000.
- (13) VELHO, L. F. M. et al. Abundance, biomass and size structure of planktonic ciliates in reservoirs with distinct trophic states. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 17, n. 4, p. 361-371, 2005.
- (14) BLATTERER, H. Some conditions for the distribution and abundance of ciliates (Protozoa) in running waters – Do we really find every species everywhere **Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**, v. 28, n. 2, p. 1046-1049, 2002.
- (15) DIAS, R. J. P.; WIELOCH, A. H.; D'AGOSTO, M. The influence of environmental characteristics on the distribution of ciliates (Protozoa, Ciliophora) in an urban stream of southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 2, p. 287-295, 2008.
- (16) PACE, M. L.; ORCUTT, J. D. The relative importance of protozoans, rotifers, and crustaceans in freshwater zooplankton community. **Limnol. Oceanogr.**, n.26, p.822-830, 1981.
- (17) PAERL, H. W. et al. Microbial indicators of aquatic ecosystem change: current applications to eutrophication studies. **FEMS Microb. Ecol.**, n.46, p.233-246, 2003
- (18) CAIRNS JR., J.; PRATT, J. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, D. M.; Resh, V. H. **Freshwater bimonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall. p. 10-27. 1993.
- (19) BUFREM, L.; PRATES, Y. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 34, n. 2, p. 9-25, 2005.
- (20) LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**, 2nd edn. Elsevier, Amsterdam. 1998.
- (21) CAMARGO, J. C. Padrões ecológicos da comunidade de protozoários flagelados (Protista: Mastigophora) no plâncton de um sistema rio-planície de inundação tropical. 2013. 118f. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Núcleo de Pesquisas em Limnologia Ictiologia e Aquicultura, Universidade Estadual de Maringá, 2014.
- (22) AUER, B.; ARNDT, H. Taxonomic composition and biomass of heterotrophic flagellates in relation to lake trophy and season. **Freshwater Biol.**, n.46, v.7, p.959-972, 2001.
- (23) KING, D. A. The scientific impact of nations. **Nature**, n.430,v.15, p.311-316, 2004.
- (24) JAPPE, A. Explaining international collaboration in global environmental change research. **Scientometrics**, n.71,v.3, p.367-390, 2007.
- (25) PERBICHE-NEVES, G. et al. Rediscovered after 78 years: *Odontodiptomus thomseni* (Brehm, 1933) - a rare species of calanoid (Crustacea: Copepoda) from South America. **Revista Brasileira de Zoologia**, n. 29, p.172-179, 2012.
- (26) ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, p.62-70, 2004.
- (27) MOHER, D.; SCHULZ, K. F.; ALTMAN, D. G. For the Consort Group: The Consort Statement: revised recommendations for improving the quality of reports of parallel-group randomized trials. **Ann Intern Med** n.134, p.657-665, 2001.
- (28) SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 22. ed. São Paulo: Cortez. p.162. 2004.
- (29) HILL, D. L. Latin America shows rapid rise in S&E articles. **Info Brief-NSF**, n.04, v.336, p.19. 2004.
- (30) HOLMGREN, M.; SCHNITZER, S. A. Science on the rise in developing countries. **Plos Biology**, n.2, v.1, p.10-13, 2004.

- (31) FAZEY, I.; FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. What do conservation biologists publish? **Biological Conservation**, n.124, v.1, p. 63-73, 2005.
- (32) OLIVEIRA, E. F.; GOULART, E. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. **Acta Scientiarum**. Maringá, n.2, v.22, p. 445-453. 2000.
- (33) BOZELLI, R. L.; HUSZAR, V. L. M.. Comunidades fito e zooplanctônicas continentais em tempo de Avaliação. **Limnol.**, Rio de Janeiro, SBL, v. 3, p. 3-32. 2003.
- (34) MELO, A. S.; BINI, L. M.; CARVALHO, P. Brazilian articles in international journals on Limnology. **Scientometrics**, v.2,n.67, p.187-199. 2006.

Enviado: 15/02/2016
Revisado: 08/11/2016
Aceito: 08/08/2017