

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Arthur Aguiar Oliveira

Radiophryidae (Ciliophora, Astomatia): uma revisão histórica e cienciométrica

Juiz de Fora

2025

ARTHUR AGUIAR OLIVEIRA

Radiophryidae (Ciliophora, Astomatia): uma revisão histórica e cienciométrica

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentada ao Bacharelado em Ciências
Biológicas da Universidade Federal de
Juiz de Fora como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas. Área de
concentração: Zoologia Geral

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Aguiar Oliveira, Arthur.

Radiophryidae (Ciliophora, Astomatia): uma revisão histórica e
cienciométrica : - / Arthur Aguiar Oliveira. -- 2025.
39 p.

Orientador: Roberto Júnio Pedroso Dias

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas, 2025.

1. Protozoa. 2. Radiophryidae. 3. Ciliophora. 4. Revisão histórica.
5. Cienciometria. I. Júnio Pedroso Dias, Roberto, orient. II. Título.

Arthur Aguiar Oliveira

Radiophryidae (Ciliophora, Astomatia): uma revisão histórica e cienciométrica

Monografia de Conclusão de Curso
apresentada ao Bacharelado em Ciências
Biológicas da Universidade Federal de Juiz de
Fora como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Ciências Biológicas.
Área de concentração: Protozoologia.

Aprovada em 25 de agosto de 2025

BANCA EXAMINADORA



Dr. Roberto Júnio Pedroso Dias - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Documento assinado digitalmente



MARTA TAVARES D'AGOSTO

Data: 26/08/2025 12:46:10-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dra. Marta Tavares D'Agosto
Universidade Federal de Juiz de Fora

Documento assinado digitalmente



PEDRO MENDES DE SOUZA

Data: 26/08/2025 10:29:34-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

MSc. Pedro Mendes de Souza
Universidade Federal de Juiz de Fora

RESUMO

Os ciliados da subclasse Astomatia vivem como endossimbiontes de vários metazoários aquáticos e terrestres e possui uma ordem e nove famílias. Dentro na ordem Astomatia, destacamos a família Radiophryidae, um grupo de ciliados simbiontes que portam um complexo sistema de fibras esqueléticas e a organização ciliar em um sistema apical em "V". No presente estudo foi realizada uma revisão histórica e uma análise cienciométrica de publicações que envolveram família Radiophryidae (Astomatia), com intuito de compilar informações e abordagens sobre essa família. Para obter artigos científicos que envolvam informações sobre a família Radiophryidae, foram usadas diversas palavras-chave (nome da família, subfamílias e gêneros) nos bancos de dados do Google Acadêmico, PubMed, Web of Science e Scopus. A partir dos resultados obtidos pela revisão histórica e análise cienciométrica sobre a família Radiophryidae, é perceptível a evolução do conhecimento científico ao longo dos anos. A análise morfológica segue útil para delimitar certos grupos, porém não deve ser o único atributo analisado. Dada a variedade de características de evolução convergente, a subordem Astomatia permanece sem clareza no padrão da sua composição morfológica. Em contrapartida, as análises moleculares indicam a subordem Astomatia como polifilética. A família Radiophryidae é sustentada como um clado monofilético por características morfológicas e genéticas. A taxonomia básica utilizou as descrições de estruturas corporais, como o sistema apical em "V" e o aparato de fixação, para estabelecer o grupo. Esta estratégia permanece válida no nível de gênero, porém enfrenta maiores desafios para classificar no nível de espécie. Para solucionar tal questão, a abordagem integrativa é efetiva na combinação de técnicas morfológicas e moleculares, provendo novas hipóteses para compreender os táxons e sua evolução. Os dados da revisão e ciencimetria sugerem a clara necessidade do uso de uma abordagem integrativa para descrever e redescrever ciliados desse grupo.

Palavras-chave: Microeucariotos; Simbiontes; Bibliometria; Revisão; Filogenia; Taxonomia.

ABSTRACT

Ciliates of the subclass *Astomatia* live as endosymbionts of various aquatic and terrestrial metazoans and comprise one order and nine families. Within the order *Astomatia*, the family *Radiophryidae* stands out as a group of symbiotic ciliates characterized by a complex system of skeletal fibers and a ciliary organization forming an apical “V” system. In the present study, we conducted a historical review and a scientometric analysis of publications concerning the family *Radiophryidae* (*Astomatia*), with the aim of compiling available information and approaches related to this taxon. To retrieve scientific articles addressing *Radiophryidae*, several keywords (family, subfamilies, and genera names) were searched across Google Scholar, PubMed, Web of Science, and Scopus databases. The results of the historical review and scientometric analysis highlight the progressive development of scientific knowledge on the family over time. Morphological analyses remain useful for delimiting certain groups, although they should not be employed as the sole criterion. Given the diversity of convergent evolutionary traits, the suborder *Astomatia* still lacks a clear morphological framework. Conversely, molecular analyses indicate that *Astomatia* is polyphyletic. The family *Radiophryidae* is supported as a monophyletic clade based on both morphological and genetic evidence. Traditional taxonomy relied primarily on descriptions of body structures, such as the apical “V” system and attachment apparatus, to establish the group. This approach remains valid at the genus level but poses greater challenges at the species level. To address this issue, an integrative approach combining morphological and molecular techniques has proven effective, offering new hypotheses for understanding taxa and their evolutionary relationships. The review and scientometric data strongly suggest the need for integrative approaches in the description and redescriptions of ciliates within this group.

Keywords: Microeukaryotes; Symbionts; Bibliometrics; Review; Phylogeny; Taxonomy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Resultados da busca por palavras-chave relacionadas à família Radiophryidae e suas nomenclaturas.	14
Figura 2: Resultados da busca por palavras-chave relacionadas aos gêneros da família Radiophryidae	14
Figura 3 Distribuição percentual da produção científica sobre a família Radiophryidae, por país de origem do artigo, no período de 1933 a 2025	15
Figura 4: Contribuição percentual de revistas científicas na divulgação de trabalhos sobre os ciliados da família Radiophryidae, no período de 1933 a 2025	16
Figura 5: Distribuição percentual da produção científica sobre a família Radiophryidae, por país de origem do artigo, no período de 1933 a 2025	16
Figura 6: Distribuição geográfica do país de origem das publicações sobre a família Radiophryidae	17
Figura 7: Distribuição percentual da origem geográfica das amostras utilizadas em estudos sobre a família Radiophryidae	18
Figura 8: Distribuição geográfica dos países de origem das amostras sobre a família Radiophryidae	18
Figura 9: Indicativo da relação entre o país de origens das amostras dos ciliados da família Radiophryidae e o local de desenvolvimento dos trabalhos científicos	19
Figura 10: Padrão de ocorrência dos gêneros de ciliados endossimbiontes da família Radiophryidae, revelado por uma análise cienciométrica	20
Figura 11: Padrão de ocorrência dos gêneros hospedeiros da família Radiophryidae, revelado por uma análise cienciométrica	20
Figura 12: Variação temporal do percentual de publicações científicas sobre a família Radiophryidae no período de 1933 a 2025	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. METODOLOGIA	12
3. RESULTADOS e DISCUSSÃO	13
3.1 Análise cienciométrica	13
3.2 Abordagem temporal	24
4. CONCLUSÃO	33
5. REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

Dentre a imensa diversidade de microeucariotos unicelulares conhecidos, o filo Ciliophora (Alveolata) Doflein, 1901 constitui um agrupamento monofilético, com relativa diversidade (~8.000 espécie) e que ocupam os mais variados nichos ecológicos e ecossistemas. Os ciliados possuem morfologia corporal complexa, sendo os cílios as estruturas responsáveis pelas funções alimentares e de locomoção (Lynn, 2008; Lynn, 2017). As autoapomorfias para o grupo são: dimorfismo nuclear, onde a presença de um macronúcleo de funções somáticas e um micronúcleo de funções germinativas, reprodução por conjugação e uma infraciliatura particular do grupo (Lynn, 2008; Ahsan et al, 2022). Embora o dimorfismo nuclear seja a organização mais habitual a ser encontrada, são relatadas espécies amiconucleadas (Gong et al., 2020), fruto de uma perda secundária. O fenômeno reprodutivo da conjugação é exclusivo do grupo, havendo troca de material genético entre os pares de uma espécie. O processo conjugativo revela uma cadeia de reações que obedecem a um padrão reprodutivo complexo, originado com a união temporária das células reprodutivas e subsequentes eventos de divisões zigóticas até a gênese de células filhas (Jiang et al., 2019).

A literatura científica aponta que cerca de 8.000 espécies passaram pelo processo de descrição e validação taxonômica. Em meio a tamanha diversidade morfológica, acredita-se que isto represente apenas 10% da biodiversidade total de ciliados dos mais variados habitats ao redor do globo (Foissner et al., 2008). Estes microrganismos são reportados em ambientes terrestres, atuando como bioindicadores da qualidade do solo (Foissner et al., 2005), como em diferentes tipos de habitat aquático. São vistos em água doce ou marinha, contemplando os mais variados gêneros dentro de Ciliophora (Wang et al, 2022; Liu et al., 2017) e participando de diferentes relações ecológicas nas dinâmicas tróficas do meio (Velho et al., 2013). Além destes habitats, os ciliados são encontrados em ambientes de condições extremas, como nas temperaturas extremas da região antártica (Mieczan et al, 2014), e nos meios com alto índice de parâmetros de acidez ou basicidade (Hu, 2014). A condição simbiótica é um traço conhecido no filo

Ciliophora. Os diferentes tipos de interação são vistos em ampla variedade de hospedeiros, onde relações mutualísticas e parasitárias são encontradas (Mayén-Estrada et al., 2022). Essas relações são responsáveis pelo aumento da biodiversidade dos ciliados, visto

serem uma característica de evolução independente (Costa et al., 2021). Entre os mais diversos tipos de hospedeiros que ciliados habitam, vemos ocorrências em insetos (Corliss & Coats, 1976), peixes (Liu et al., 2023) ou moluscos (Haïtes et al., 2021). Entre oligoquetos e poliquetos, inúmeros casos de ciliados da subordem Astomatia Schewiakoff, 1896 são encontrados (de Puytorac, 1994).

Dentre as 16 classes de ciliados, a mais diversa é a classe Oligohymenophorea. Dentre dessa classe, a subclasse Astomatia é conhecida pelo modo de vida endossimbiótica no intestino de anelídeos e pela condição da “astomata”, ou seja, sem aparato bucal (Kudo, 1954). Embora a ausência do aparato bucal não seja exclusivo e nem condição de todas as espécies do grupo, é um atributo habitualmente usado para designar os ciliados astomatídeos (Lynn, 2008). São ciliados de formato ovóide a alongado, com corpo frequentemente achatado. Outras condições morfológicas possuem alto valor taxonômico para o grupo, como a organização do endoesqueleto infraciliar (de Puytorac, 1959; Corliss, 1979) e a composição do aparato de fixação, relatado na forma de ventosas, espinhos ou espículas (Rees, 1961; Dixon, 1975; Hausmann et al., 2016). Os ciliados astomatídeos alimentam-se por osmotrofia e são exclusivamente endossimbiontes, vivendo dentro de variados hospedeiros anelídeos (Lynn, 2008). As relações com hospedeiros apresentam forte influência do ambiente externo, além da coinfeção com outros organismos (Nana et al., 2012 e 2014; Fokam et al., 2015a, b e c). A subclasse Astomatia apresenta uma ordem única, Astomatida, dividida em 9 famílias: **Anoplophryidae** Cépède, 1910 (*Almophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969, *Anoplophrya* Stein, 1860, *Corlissiella* de Puytorac, 1960, *Herpetophrya* Siedlecki, 1902, *Lomiella* de Puytorac & Rakotoarivelo, 1965, *Lubetiella* Jankowski, 2007, *Metastomum* Georgévitch, 1941, *Njinella* Ngassam, 1983, *Paranoplophrya* Rohrbach, 1936, *Perseia* Rossolimo, 1926, *Prototravassosia* Artigas & Unti, 1938, *Sigmophrya* de Puytorac, 1971); **Buetschliellidae** de Puytorac & Corliss, 1979 (*Anoplophryopsis* de Puytorac, 1954, *Buetschliella* Awerinzew, 1908, *Herpinella* de Puytorac, 1954, *Rhizocaryum* Caullery & Mesnil, 1907); **Clausilocolidae** de Puytorac & Corliss, 1979 (*Clausilocola* Lom, 1959, *Haptophryopsis* de Puytorac, 1971,

Proclausilocola Lom, 1959); **Contophryidae** de Puytorac, 1972 (*Contophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969, *Dicontophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969); **Haptophryidae** Cépède, 1923 (*Annelophrya* Lom, 1959, *Cepedietta* Kay, 1942,

Haptophrya Stein, 1867, *Lachmannella* Cépède, 1910, *Steinella* Cépède, 1910); **Hoplitophryidae** Cheissin, 1930 (*Akidodes* Lom in Aescht, 2001, *Anglasia* Delphy, 1936, *Buetschliellopsis* de Puytorac, 1954, *Delphyella* de Puytorac, 1969, *Hoplitophrya* Stein, 1860, *Jirovecella* Lom, 1957, *Juxtamesnilella* de Puytorac, 1969, *Juxtaradiophrya* de Puytorac, 1954, *Mesnilella* Cépède, 1910, *Mixtophrya* de Puytorac, 1969, *Protoradiophryopsis* Georgévitch, 1950, *Radiophryoides* Lom, 1956); **Intoshellinidae** Cépède, 1910 (*Intoshellina* Cépède, 1910, *Monodontophrya* Vejdovsky, 1892, *Spirobuetschliella* Hovasse, 1950); **Maupasellidae** Cépède, 1910 (*Acanthophrya* Heidenreich, 1935, *Buchneriella* Heidenreich, 1935, *Georgevitchiella* de Puytorac, 1957, *Maupasella* Cépède, 1910); **Radiophryidae** de Puytorac, 1972 (*Acanthodiophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969, *Anthonyella* Delphy, 1936, *Cheissiniophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969, *Coelophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969, *Desmophrya* Raabe, 1933, *Dicoelophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969, *Durchoniella* de Puytorac, 1954, *Eudrilophrya* de Puytorac, 1971, *Helellophrya* Aescht, 2001, *Hovasseiella* de Puytorac, 1955, *Metaracoelophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969, *Metaradiophrya* Heidenreich, 1935 [nomen nudum], *Mimophrya* de Puytorac, 1969, *Mrazekiella* Kijenskij, 1926, *Ochridanus* Georgévitch, 1941, *Paracoelophrya* de Puytorac, 1969 [nomen nudum], *Radiophrya* Rossolimo, 1926, *Radiophryopsis* Georgévitch, 1941). A organização de Astomatia gera debates quanto a sua classificação, principalmente no que tange a abordagem de delimitação morfológica (Rataj & Vd'áčný, 2019). Pesquisas indicaram o grupo como um clado monofilético (Salvadet et al., 2017; Obert & Vd'áčný, 2020), embora novas evidências revelem uma ocorrência de polifilia (Obert & Vd'áčný, 2021; Obert et al., 2025).

Dentro da ordem Astomatida, destacamos a família Radiophryidae, que necessita revisão taxonômica e dados moleculares. Na diagnose desta família uma das principais características listadas são um complexo e assimétrico sistema em forma de "V" na porção apical do corpo, onde numerosas fibras e linhas ciliares convergem (Puytorac, 1994; Lynn, 2008). Esse sistema, juntamente com o desenvolvimento de fibras esqueléticas ectoplasmáticas, é empregado na

delimitação de gêneros (de Puytorac, 1959). Além disso, os ciliados desta família possuem estruturas de fixação como ganchos ou sulcos adesivos. São organismos de morfologia ovalada e achatada e parasitos de anelídeos, como poliquetas e

oligoquetas, em ambientes aquáticos e terrestres (de Puytorac, 1994; Lynn, 2008). A organização morfológica do grupo se mostrou válida nas delimitações para gênero destes ciliados, entretanto, em nível de espécie, a semelhança nos atributos morfológicos aponta maiores desafios (Rataj & Vd'áčný, 2019). Os estudos que envolvem abordagem integrativa (morfologia, filogenia molecular e dados ecológicos) apontam fragilidades na organização da família Radiophryidae. Os gêneros dessa família possuem origem monofilética evidente e com clara associação evolutiva com o hospedeiro relacionado, porém a alocação de alguns gêneros dentro do grupo exige maior investigação para fomentar a monofilia de Radiophryidae (Obert & Vd'áčný, 2021b).

Com o objetivo de compreender as discussões sobre a família Radiophryidae e contextualizar o estado da arte do grupo, este trabalho percorreu o método da revisão histórica para avaliar a natureza das publicações. Almejando a clareza sobre as principais questões e debates desta família de ciliados, o processo de investigação cienciométrica também foi utilizado. Ao aplicar um filtro cienciométrico na busca de informações em diferentes bancos de dados, novos olhares quantitativos foram organizados de modo a obter uma análise robusta e ampla do que diz respeito da trajetória científica da família Radiophryidae.

2. Metodologia

Para obter os trabalhos referentes à família Radiophryidae, o uso de palavras-chave foi empregado nos bancos de dados do Google Acadêmico, PubMed, Web of Science e Scopus. Como critério de classificação, apenas artigos científicos foram considerados. Artigos de revisão não estão inclusos no grupo. Todos os possíveis outros nomes do táxon (subfamílias e gêneros) foram investigados. De acordo com Lynn (2008), as possíveis subfamílias para família são: Acanthodiophryinae, Anthonyellinae, Durchoniellinae, Eudrilophryinae, Metarocoelophryinae, Metaradiophryinae e Radiophryinae. Adicional a esta busca, todos os gêneros de Radiophryidae foram analisados. A busca ocorreu por meios dos nomes:

Acanthodiophrya; Anthonyella; Cheissiniophrya; Desmophrya; Dicoelophrya;
Durchoniella; Eudrilophrya; Helellophrya; Hovasseiella; Metaracoelophrya

Metaradiophrya; Mimophrya; Mrazekiella; Ochridanus; Paracoelophrya; Radiophryopsis.

Os critérios de seleção das respostas da busca foram: (1) artigos originais; (2) não usar citações; (3) não usar artigo de revisão e (4) remover duplicatas. A base de dados dos retornos bibliográficos foi organizado pela extração das seguintes variáveis: Ano, Autor, Título, Revista de Publicação, País da Publicação, Local de Amostragem, Ciliado, Hospedeiro. O software e os pacotes utilizados no presente estudo foram R: Language and Environment for Statistical Computing, versão 4.4.2, Tidyverse para manipulação dos dados e plotagem dos gráficos.

3. RESULTADOS

3.1 Análise cienciométrica

A análise cienciométrica sobre a família Radiophryidae obteve trabalhos para o período de 1933 a 2025. Em termos totais, as respostas indicaram 48 resultados para palavras-chave de família e 233 respostas para palavras-chave para gênero. A primeira busca por artigos científicos sobre as palavras-chave para a família Radiophryidae está listada conforme a **Figura 1**. A coluna “retornos” mostra o número total de respostas para a busca, a coluna “válidos” são os resultados aprovados pelo filtro cienciométrico. A palavra-chave com maiores resultados é Radiophryidae com 26 respostas totais, sendo 24 válidas. Radiophryinae é o segundo resultado com mais respostas, apresentando 12 totais e 4 válidos. Acanthodionophryinae, Durchoniellinae, Eudrilophryinae e Metaradiophryinae retornaram com 2 ocorrências, nenhum válido. Anthonyellinae e Metarocoelophryinae responderam 1 vez nas buscas, ambos os casos com 1 resposta válida. Após filtro cienciométrico, Radiophryidae, Anthonyellinae e Metarocoelophryinae apresentam 100% de aproveitamento das buscas. Radiophryidae mostra 92,3% do retorno das buscas de acordo com os critérios avaliativos. Apenas 33,3% das respostas para a busca por Radiophryinae são válidas. Os resultados da busca pelas palavras-chave Metaradiophryinae, Eudrilophryinae, Durchoniellinae e Acanthodionophryinae não corresponderam com

resultados válidos.

Figura 1: Resultados da busca por palavras-chave relacionadas à família Radiophryidae e suas nomenclaturas. A tabela apresenta o número de respostas obtidas e o número de resultados válidos após a filtragem metodológica.

Família	Retornos	Válidos
Radiophryidae	26	24
Acanthodiophryinae	2	0
Anthonyellinae	1	1
Durchoniellinae	2	0
Eudrilophryinae	2	0
Metarocoelophryinae	1	1
Metaradiophryinae	2	0
Radiophryinae	12	4

Fonte: Elaborado pelo autor.

A busca por ciliados da família Radiophryidae através de palavras-chave referente aos gêneros do grupo é mostrada na **Figura 2**. A análise revelou que os gêneros *Metaradiophrya* (48 retornos, 19 válidos), *Radiophryia* (26 retornos, 9 válidos) e *Durchoniella* (23 retornos, 8 válidos) foram os mais encontrados. Por outro lado, o gênero *Mrazekiella* revela 48 retornos, porém nenhum deles foi considerado válido. Apenas quatro palavras-chave obtiveram resposta válida superior a 50%: *Paracoelophrya* (62,50%), *Metaracoelophrya* (58,82%), *Desmophrya* (50%) e *Acanthodiophrya* (50%)

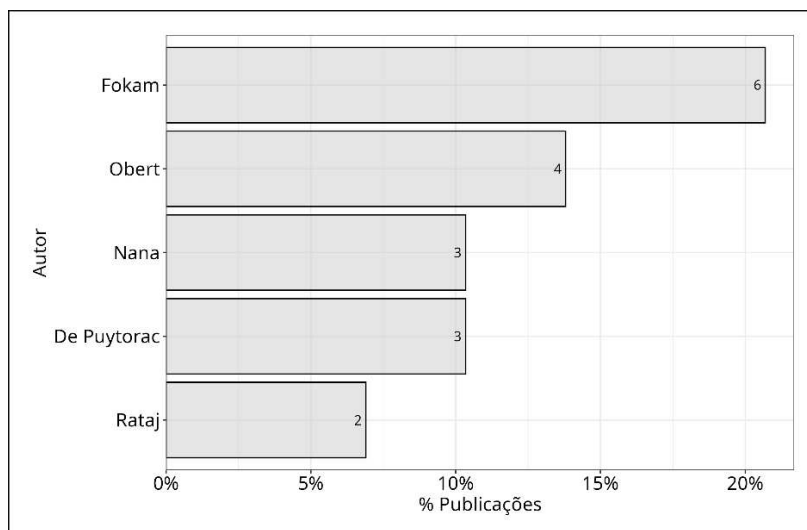
Figura 2: Resultados da busca por palavras-chave relacionadas aos gêneros da família Radiophryidae. A tabela apresenta o número de respostas obtidas e o número de resultados válidos após a filtragem metodológica.

Gênero	Retornos	Válidos
<i>Acanthodiophrya</i>	2	1
<i>Anthonyella</i>	5	2
<i>Cheissiniophrya</i>	0	0
<i>Coelophrya</i>	22	9
<i>Desmophrya</i>	4	2
<i>Dicoelophrya</i>	19	9
<i>Durchoniella</i>	23	8
<i>Helellophrya</i>	0	0
<i>Hovasseiella</i>	6	2
<i>Metaracoelophrya</i>	17	10
<i>Metaradiophrya</i>	48	19
<i>Mimophrya</i>	3	1
<i>Mrazekiella</i>	48	9
<i>Paracoelophrya</i>	16	10
<i>Radiophryrosis</i>	0	9
<i>Radiophrya</i>	26	9

Fonte: Elaborado pelo autor.

A **Figura 3** apresenta a contribuição dos autores principais na produção científica sobre a família Radiophryidae. A análise dos dados revela a predominância de Fokam, que contribuiu com 21% dos artigos (6 publicações), seguido por Obert, com 14% (4 artigos). Nana e de Puytorac apresentaram a mesma participação, com 10% cada (3 publicações).

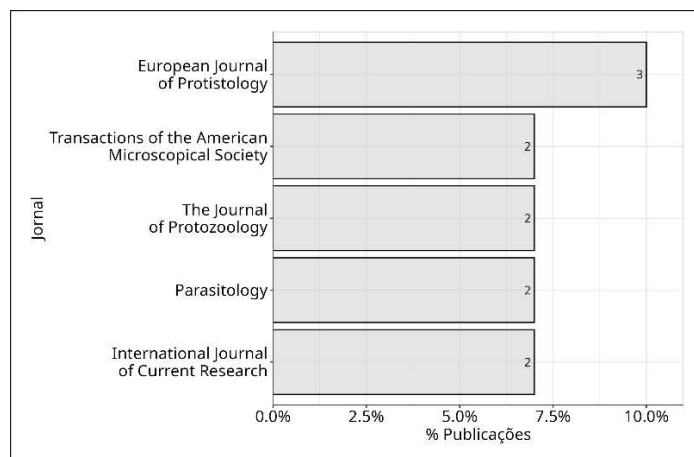
Figura 3: Contribuição percentual dos autores principais na produção científica sobre os ciliados da família Radiophryidae, no período de 1933 a 2025. O gráfico destaca a predominância de Fokam (21%), seguido por Obert (14%), e a participação equivalente de Nana e de Puytorac (10% cada).



Fonte: Elaborado pelo autor.

A contribuição percentual de periódicos científicos na literatura sobre a família Radiophryidae é apresentada na **Figura 4**. A pesquisa demonstrou que European Journal of Protistology foi o principal canal de publicação, responsável por 10% (3 artigos) das publicações analisadas. Outras revistas de destaque, com 7,5% de participação cada (2 artigos), incluem Transactions of the American Microscopical Society, The Journal of Protozoology, Parasitology e International Journal of Current Research.

Figura 4: Contribuição percentual de revistas científicas na divulgação de trabalhos sobre os ciliados da família Radiophryidae, no período de 1933 a 2025. O gráfico mostra uma distribuição relativamente equilibrada, com destaque para o European Journal of Protistology (10%), seguido por Transactions of the American Microscopical Society, The Journal of Protozoology, Parasitology e International Journal of Current Research, todas com 7.5%.

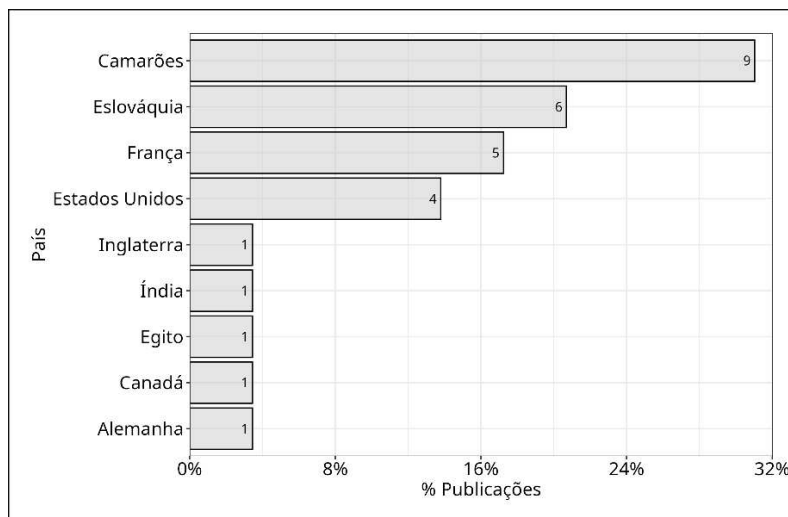


Fonte: Elaborado pelo autor.

A **Figura 5** indica os países com maior produção de artigos científicos referentes à família Radiophryidae ao longo do tempo. A República dos Camarões contribui com 31% (9 artigos) do total de produções acadêmicas, seguido com 23% da Eslováquia (6 artigos) e 17% da França (5 artigos). Complementar a estes resultados, a **Figura 6** aponta a localização destes trabalhos no Globo. A maior concentração de trabalhos se localiza na África, com foco na produção dos Camarões, seguida por ocorrências na Europa e América do Norte. O mapa evidencia a completa ausência de publicações na América Central, América do Sul e

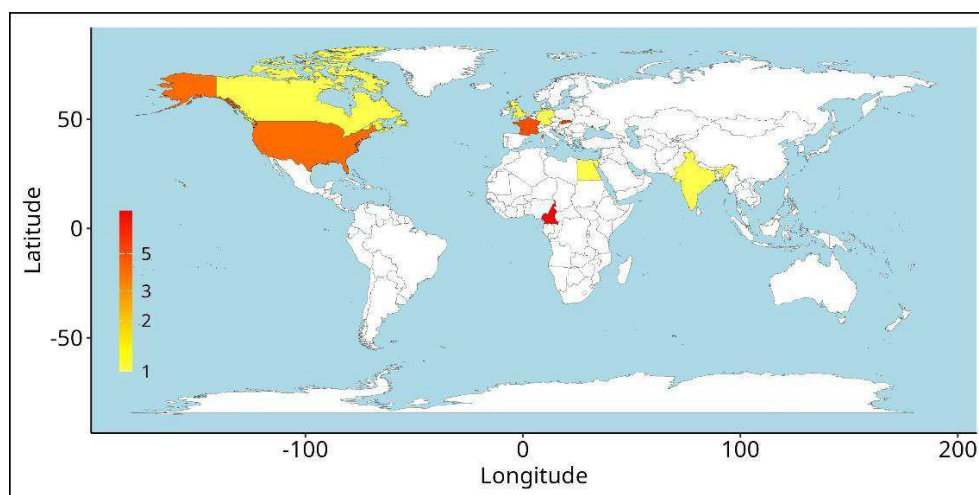
Oceania.

Figura 5: Distribuição percentual da produção científica sobre a família Radiophryidae, por país de origem do artigo, no período de 1933 a 2025. O gráfico destaca a liderança da República dos Camarões (32%), seguida pela Eslováquia (23%) e, com igual contribuição, pela França e pelos Estados Unidos (9% cada).



Fonte: Elaborado pelo autor.

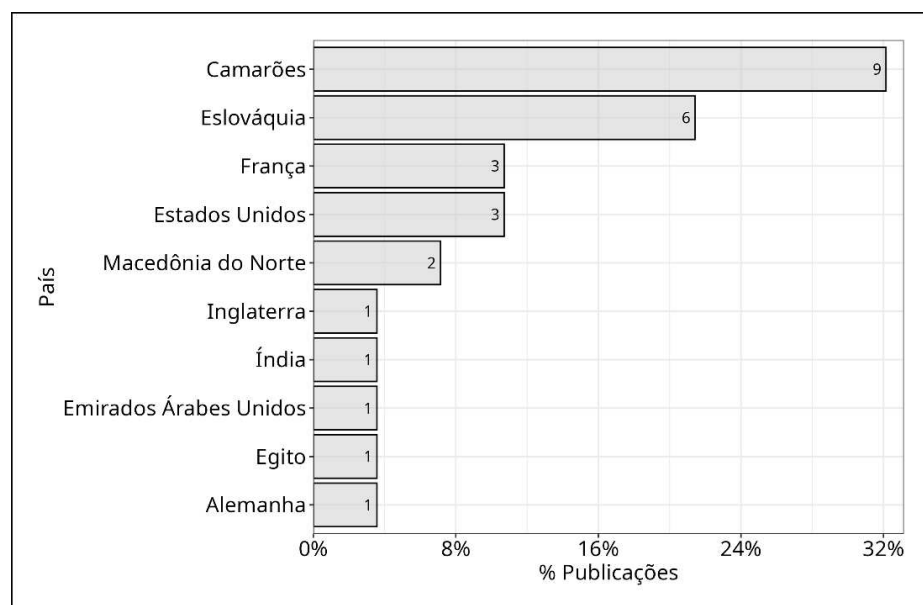
Figura 6: Distribuição geográfica do país de origem das publicações sobre a família Radiophryidae. O mapa global ilustra os países onde ocorreu a produção dos trabalhos acadêmicos, com categorização do percentual de trabalhos via escala de cor contínua: tons mais claros (amarelo) refletem o menor número de registros, tons mais escuros (vermelho) conectam-se ao maior volume de produção. O mapa evidencia uma alta concentração de publicações na República dos Camarões, com contribuições menores em outras nações. A figura também demonstra a ausência de estudos publicados em grandes áreas geográficas, como América Central, América do Sul, Ásia e Oceania.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A **Figura 7** aponta os países de origem do material de amostragem para a realização dos trabalhos da família Radiophryidae. A República dos Camarões representa 31% (9 artigos) do total de amostras, seguido com 23% da Eslováquia (6 artigos) e, em igual patamar, Estados Unidos e França com 10% cada (3 artigos). Complementar a estes resultados, a **Figura 8** aponta a localização destes trabalhos no Globo. A maior concentração de trabalhos se localiza na África, com foco na produção dos Camarões, seguida por resultados da Europa e América do Norte. O mapa evidencia a completa ausência de publicações na América Central, América do Sul e Oceania.

Figura 7: Distribuição percentual da origem geográfica das amostras utilizadas em estudos sobre a família Radiophryidae. O gráfico destaca a predominância de amostras coletadas na República dos Camarões (32%) e na Eslováquia (23%). França e Estados Unidos contribuem com 9% cada, enquanto a Macedônia do Norte representa cerca de 8%. Países como Inglaterra, Índia, Emirados Árabes Unidos, Egito e Alemanha aparecem com menor representatividade (aproximadamente 4% cada).

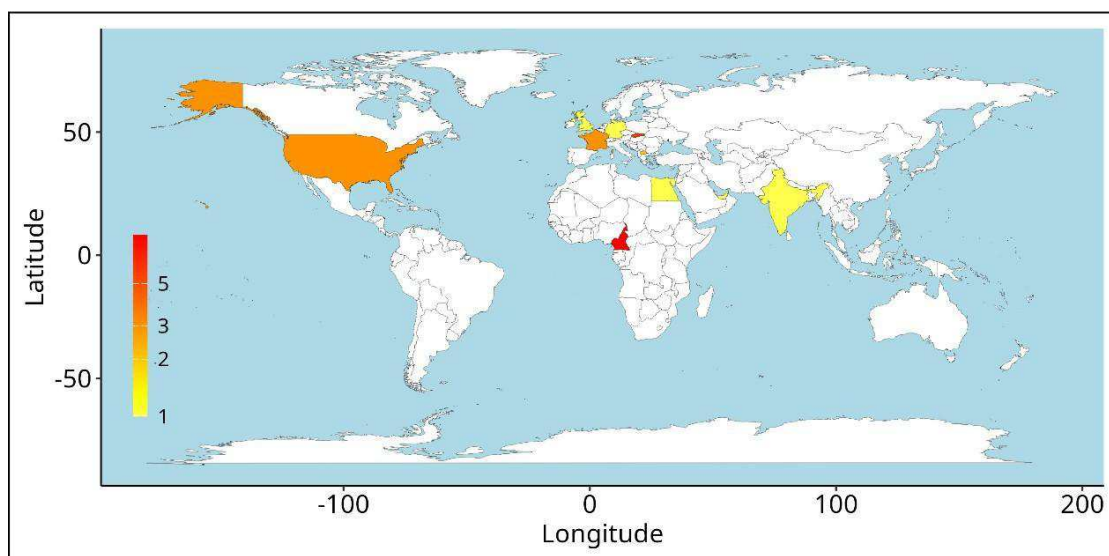


Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8: Distribuição geográfica dos países de origem das amostras sobre a família Radiophryidae. Categorização do percentual de trabalhos via escala de cor contínua: tons mais claros (amarelo) refletem ao menor número de registros, tons mais escuros (vermelho) conectam-se a

maior volume de produção. A figura ilustra a predominância de amostras coletadas na República dos Camarões, com registros também notáveis na Europa e América do Norte. O mapa destaca a

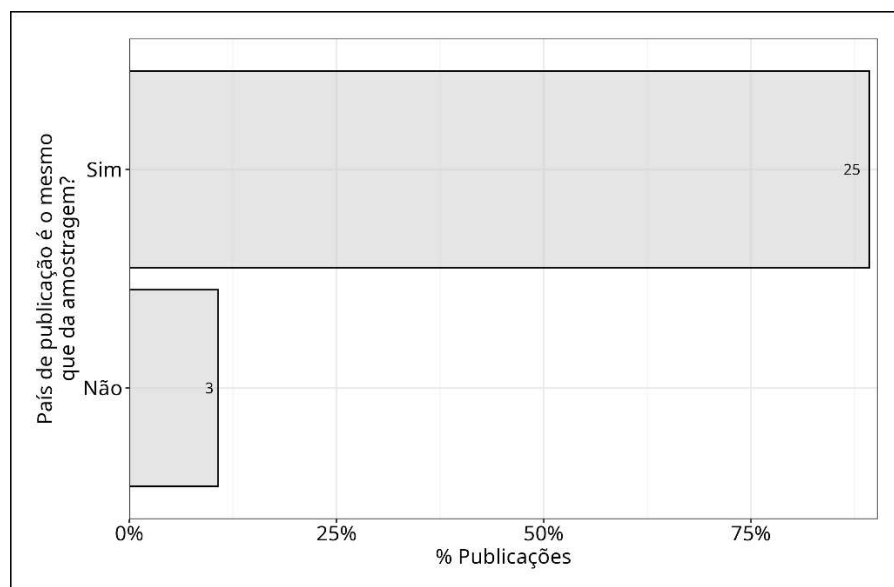
ausência de estudos de amostragem em várias regiões, incluindo América Central, América do Sul e Oceania.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A **Figura 9** avalia a relação dos resultados das **Figuras 5 e 7**. A maior parte dos países tem suas pesquisas realizadas em seu território, ocorrendo em 75% dos casos.

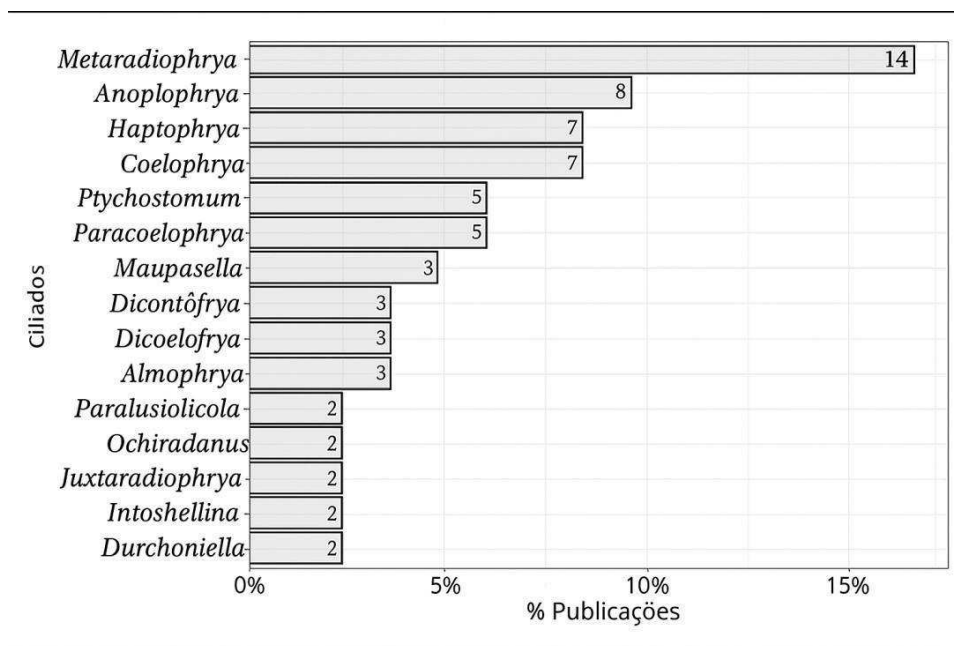
Figura 9: Indicativo da relação entre o país de origens das amostras dos ciliados da família Radiophryidae e o local de desenvolvimento dos trabalhos científicos. O gráfico mostra que a maioria dos trabalhos publicados tem seu local de amostragem e análise na mesma nação (75% mesmo local vs 25% localidades distintas).



Fonte: Elaborado pelo autor.

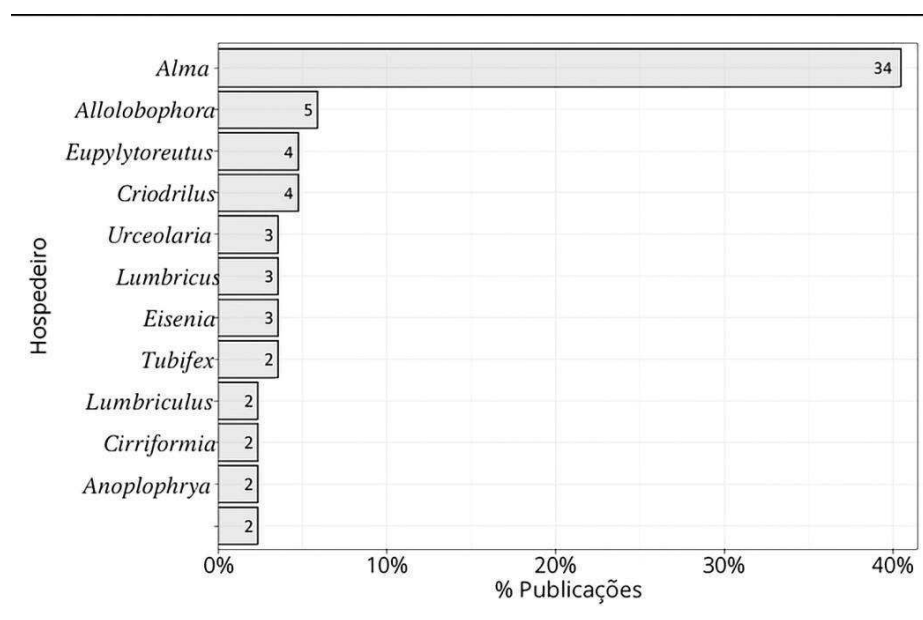
A **Figura 10** apresenta o percentual de ocorrência dos gêneros de ciliados nas pesquisas sobre a família Radiophryidae. O gênero *Metaradiophrya* representa a maior frequência, com 16% dos casos (14 artigos), seguido por *Anoplophrya* com 10% (8 artigos) e por *Haptophrya* e *Coelophrya*, ambos com 9% (7 artigos cada). Em relação aos hospedeiros, a Figura 13 ilustra os gêneros mais encontrados nas pesquisas. O gênero *Alma* demonstra uma forte predominância, representando 40% do total (34 artigos), seguido por *Allolobophora* com 9% (5 artigos). Os gêneros *Criodilus* e *Eupolytoreutus* apresentam a mesma contribuição, com 8% cada (4 artigos).

Figura 10: Padrão de ocorrência dos gêneros de ciliados endossimbiontes da família Radiophryidae, revelado por uma análise cienciométrica. A visualização destaca os principais táxons de ciliados na literatura científica, sugerindo quais gêneros são mais representativos nas publicações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 11: Padrão de ocorrência dos gêneros hospedeiros da família Radiophryidae, revelado por uma análise cienciométrica. A visualização destaca os principais táxons hospedeiros na literatura científica, sugerindo quais interações parasitárias são mais investigadas ou mais comuns dentro desse grupo.



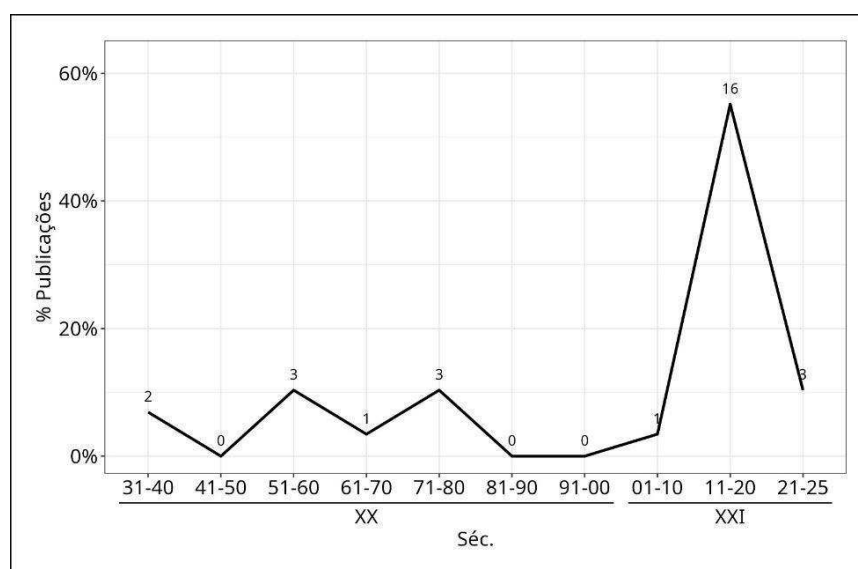
Fonte: Elaborado pelo autor.

A variação temporal do número de publicações científicas sobre a família Radiophryidae entre 1933 e 2025 é detalhada na **Figura 12**. A análise do século XX

demonstra uma baixa frequência de artigos, com a produção se mostrando

inconstante e chegando a zero nos períodos de 1941-1950 e 1981-2000. Já no século XXI, a frequência de publicações aumenta significativamente, atingindo um pico notável entre 2011 e 2020. Após este pico, observa-se um declínio acentuado na produção a partir de 2021.

Figura 12: Variação temporal do percentual de publicações científicas sobre a família Radiophryidae no período de 1933 a 2025. Observa-se um padrão de flutuações nas décadas de 1930 a 1980, seguido por um declínio até 2010. A produção atinge seu pico na década de 2010, com uma queda notável a partir de 2021.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.1 Discussão

A busca pela nomenclatura da família Radiophryidae demonstrou os melhores resultados para o nome oficial da família, com a mais alta precisão de validação (92,3%). A palavra-chave Radiophryinae também apresentou respostas válidas, mas com uma baixa taxa de aproveitamento (33,3%), de acordo com o filtro cienciométrico aplicado. Metarocoelophryinae e Anthonyellinae retornaram apenas um resultado válido cada. De acordo com Lynn (2008), a nomenclatura oficial para a família é Radiophryinae. As demais nomenclaturas não se alinharam aos critérios de busca para esta análise, o que sugere uma necessidade de reavaliação da validade de sua utilização como referência para esta família. As futuras classificações devem ser otimizadas, de modo a eliminar nomenclaturas em desuso e evitar ambiguidades

na identificação de trabalhos sobre Radiophryidae.

O gênero com maior número de retornos totais é *Metaradiophrya* (48), embora a sua taxa de validação seja inferior a 50% (39,58%). Essa relação, no entanto, não reflete a contribuição efetiva da busca, visto que o alto número de artigos válidos (19) é superior ao de todos os outros gêneros do grupo. Os gêneros com a maior quantidade de publicações científicas validadas pelo filtro da pesquisa são: *Metaradiophrya*, conforme apresentado, *Metaracoelophrya* com 10 artigos válidos, *Paracoelophrya* com 10 e *Coelophrya* com 9 respostas validadas. O percentual total de validação é, respectivamente: 39,58%, 58,82%, 62,50% e 40,91%. Embora *Mrazekiella* seja considerado um gênero válido dentro da família Radiophryidae, os resultados da busca cienciométrica por este nome não foram validados. Nota-se um caso de homonímia. A busca por *Mrazekiella* retornou artigos referentes a um gênero de crustáceos, e não de ciliados (Özdikmen, 2006; Reid, 1987). Este resultado ressalta a necessidade de desambiguação da nomenclatura taxonômica deste gênero.

Uma análise integrada dos dados é fundamental para uma interpretação robusta do conjunto. Ao relacionar as **Figuras 1 e 2**, uma nova interpretação dos dados é revelada. Uma alta taxa de validação não necessariamente corresponde a uma contribuição efetiva para o conjunto total de dados. A variação observada nos dados evidencia uma fragilidade na sensibilidade dos algoritmos de busca das plataformas, o que sugere limitações na formulação dos filtros de pesquisa. A conferência dos retornos, aliada a um senso crítico apurado, é essencial para a formulação de uma base sólida para a pesquisa cienciométrica.

A análise do escopo dos periódicos é fundamental para compreender a natureza dos trabalhos listados na **Figura 4**. O European Journal of Protistology possui alta relevância para os artigos aqui publicados, dada sua especificidade elevada para o tema (EUROPEAN JOURNAL OF PROTISTOLOGY, s. d.). A Transactions of the American Microscopical Society, hoje conhecida como Invertebrate Biology, tem como foco a microscopia e a biologia de invertebrados, o que inclui protozoários ciliados (INVERTEBRATE BIOLOGY, s.d.). Conforme seu próprio nome indica, a Parasitology é focada em parasitologia, o que abrange

perfeitamente os ciliados endosimbiontes astomatídeos (PARASITOLOGY, s. d.). O International Journal of Current Research possui um escopo muito amplo, que não necessariamente reflete a precisão dos trabalhos relatados (INTERNATIONAL

JOURNAL OF CURRENT RESEARCH, s. d.). Já o The Journal of Protozoology, hoje The Journal of Eukaryotic Microbiology, apresenta seus fundamentos em trabalhos realizados em protozoologia, relacionado aos estudos de ciliados (THE JOURNAL OF EUKARYOTIC MICROBIOLOGY, s. d.). O The Journal of Protozoology foi descontinuado e sucedido pelo The Journal of Eukaryotic Microbiology (The Journal of Eukaryotic Microbiology, s. d.). O mesmo ocorreu com a Transactions of the American Microscopical Society, agora conhecida como Invertebrate Biology (INVERTEBRATE BIOLOGY, s. d.). A análise cienciométrica revela a importância histórica de ambas as revistas científicas, porém as novas versões dos antigos jornais não são relatadas. A ausência de retornos atuais na busca questiona a orientação dos novos trabalhos para a comunidade científica, dada a descontinuação das publicações nos novos modelos.

Há uma relação expressiva entre o polo de produção científica e o local de amostragem da pesquisa, conforme visto no compilado das **Figuras 5, 6, 7 e 8**. Conforme indicado pela **Figura 9**, 75% do total de artigos foi produzido no mesmo local de origem de sua amostragem. Este panorama reflete ao entendimento da biodiversidade local e pode favorecer propostas de conservação da região (Reddy & Dávalos, 2003)

A **Figura 10** traz o questionamento quanto a especificidade das buscas. Embora o escopo desta pesquisa estivesse orientado para a família Radiophryidae e seus gêneros, uma porção expressiva dos resultados não se enquadram dentro do grupo. A necessidade da revisão sistêmica do grupo se dá diante deste panorama, de forma a otimizar as nomenclaturas para a devida classificação taxonômica e facilitar a busca de artigos com maior especificidade dentro dos ciliados astomáteos. Dado a natureza endossimbiótica destes ciliados, relacioná-los a hospedeiros é fundamental para compreender mais desta relação (Park & Leander, 2024). Conforme visto na literatura (de Puytorac, 1994; Lynn, 2008), Radiophryidae é comum em anelídeos oligoquetos e este padrão é refletido nesta análise cienciométrica (**Figura 11**), visto os principais gêneros de hospedeiros pertencem à

subclasse Oligochaeta (Schmelz, 2021).

A linha do tempo da **Figura 12** exhibe um primeiro momento no séc. XX, com publicações voltadas à taxonomia em baixa constância. No séc. XXI, a partir do

trabalho de Fokam et al., em 2011, a maioria dos trabalhos apresentaram análises moleculares (Obert & Vd'ačný, 2021 e 2025; Rataj & Vd'ačný, 2018 e 2019; Nana et al., 2012 e 2014; Hausmann et al., 2016; Nigm, 2019; Salvadet et al., 2017; Fokam et al., 2011, 2014 e 2015; Bhandari et al., 2012). Há um crescimento das publicações em igual período, o que indica a tendência dos estudos de reconstruções filogenéticas. Embora em declínio, ainda existe o padrão nesse tipo de trabalho.

3.2 Abordagem temporal

O trabalho de revisão histórica e cienciométrica foi elaborado com o objetivo de analisar a evolução temporal da taxonomia e da produção científica da família Radiophryidae, utilizando a subclasse Astomatia para um contexto mais amplo. A metodologia utilizada não se limitou à busca em bancos de dados de produções acadêmicas, mas também incluiu a análise dos principais livros de Protozoologia, o que permitiu captar as mudanças de classificação ao longo do tempo.

O retorno da busca pelo tema indica como trabalho mais antigo a pesquisa de Bush (1933), que descreve a morfologia do ciliado *Haptophrya michiganensis*, com ênfase no aparato de fixação e no sistema neuromotor. As conclusões reforçam a perda do aparato oral em decorrência do hábito de vida simbiote.

Beers (1938) descreve novo representante para o gênero *Metaradiophrya*: *M. asymmetrica*. Encontrado no intestino de *Eusenia lönnbergi*, o trabalho descreve a morfologia deste ciliado de maneira minuciosa, bem como executa a comparação com as espécies irmãs do gênero.

De Puytorac analise o processo de conjugação nos ciliados astomos (1952). O autor observou organismos dos gêneros *Mausapella*, *Anoplophrya* e *Mesnilella*, endoparasitas de oligoquetas. Seus resultados mostram que a ocorrência da conjugação é rara e sem efetividade, visto não relatar a troca efetiva de núcleos. Para este processo dá o nome de "falsa conjugação".

Em 1954, Kudo apresenta o grupo Astomata como uma subordem de ciliados parasitas de invertebrados terrestres e aquáticos, definidos pela ausência de

citóstoma, ciliatura corporal uniforme e reprodução assexuada por fissão ou brotamento. São divididos em dois grupos, conforme a presença ou ausência de

estruturas de fixação, abrangendo quatro famílias: Anoplophryidae, Opalinopsidae, Haptophryidae e Intoshellinidae.

Em 1959, de Puytorac descreve quatro novas espécies de ciliados astomos do intestino de oligoquetos: *Juxtaradiophrya ohridana*., *J. ocevskii*., *Radiophrya ohridana* e *Ochridanus kozarovii*. Cada nova espécie passa por extensa descrição morfológica. O autor também informa a presença de *O. ocellatus* e *Metaradiophrya lituiformis* nas amostras analisadas. Conclui-se que, após interpretações de caracteres morfológicos, que as famílias Radiophryinae e Hoplitophryidae são grupos homogêneos em que seus gêneros são delimitados pela estrutura do citoesqueleto celular e do elemento em V. O autor mostra que certas espécies são organismos de transição entre famílias.

No ano seguinte, em 1960, de Puytorac faz novos relatos morfológicos de ciliados astomos. Junto disso, o autor descreve a nova espécie *Intoshellina ochridana* e propõe o novo gênero *Corlissiella*, juntamente com descrição da espécie

C. criodrili. O estudo apresenta características de transição entre distintos taxons, o que remete as proximidades morfológicas encontradas no grupo Radiophryinae-Hoplitophryinae-Mesnilellinae,

Em 1961, Rees descreve a espécie *Metaradiophrya gardneri*, além de relatar dois outros ciliados astomos em hospedeiros oligoquetos. As descrições morfológicas ressaltam a importância do aparato de aderência como característica delimitadora para o gênero. Já em 1971, Boscquet relata mais três espécies de ciliados astomos no levantamento feito em Roscoff.

Os trabalhos realizados por Dixon (1975) trazem uma listagem de hospedeiros para três gêneros de ciliados astomos (*Anoplophrya*, *Maupasella* e *Metaradiophrya*). Ademais, é sugerido utilizar do número de cinétides totais e do tipo de aparato de adesão como caractere taxonômico para estes organismos. Em contrapartida, o emprego do número e arranjo de vacúolos contráteis mostrou-se como um item de alta variação, que dificuldade ser utilizado na delimitação das espécies.

Corliss (1979) apresenta Astomata como uma ordem polifilética de ciliados sem boca, sendo essa condição resultado de convergência evolutiva. São

organismos geralmente grandes, de corpo ovoide a alongado e achatado, encontrados principalmente no trato digestivo de anelídeos e também em moluscos, poliquetos, turbelários, lesmas e anfíbios caudados. Destacam-se pela formação de endoesqueleto infraciliar em diferentes graus de complexidade, presença de estruturas de fixação (ganchos, espinhos, espículas ou ventosas) derivadas da ciliatura tigmotática ou de organelas especializadas, além de padrões característicos de ciliatura somática, considerados úteis na taxonomia. Alimentam-se por osmotrofia, podem manter associações simbióticas com bactérias, possuem macronúcleo alongado associado a micronúcleo lenticular, reproduzem-se por fissão direta formando colônias catenoides e apresentam raros registros de conjugação, sendo desconhecida a formação de cistos. A ordem é dividida em três grupos: o Grupo 1, com representantes simples que utilizam apenas ciliatura tigmotática para fixação (família Anoplophryidae); o Grupo 2, que reúne famílias como Radiophryidae, Hopliutophryidae, Intoshennilidae, Maupasellidae e Contophryidae, caracterizadas por grande variação morfológica, especialmente no citoesqueleto e na zona ciliar em “V” apical; e o Grupo 3, formado pela família Haptophryidae, marcada por maior desafio de organização taxonômica, mas geralmente com ciliatura anterior em forma de casco de cavalo.

A subordem Astomatia, classificada por de Puytorac (1994), é um grupo de nove famílias de ciliados endocomensais, encontrados predominantemente no tubo digestivo de anelídeos e, em certas ocasiões, em batráquios. Esses organismos se distinguem pela ausência de boca e pela presença de estruturas de fixação que se originam de dispositivos esqueléticos complexos (como ganchos, espinhos e ventosas) ou de zonas ciliares adaptadas. A disposição de suas cinétides em séries longitudinais ou meridionais é uma característica marcante. Estruturalmente, o macronúcleo é alongado e associado a um micronúcleo pequeno, enquanto os vacúolos contráteis se organizam em séries longitudinais. A reprodução pode ser por divisão equatorial, subequatorial ou posterior, embora o ciclo de vida e o modo de transmissão permaneçam desconhecidos. Entre as famílias que compõem a subordem, a Radiophryidae se destaca, dividida em sete subfamílias: Radiophryinae

Rossolimo, 1927 emend de Puytorac, 1972 (*Radiophryia* Rossolimo, 1926;
Mrazekiella Kijenskij, 1925; *Helella* Kaczanowski, 1961; *Desmophrya* Raabe, 1933;
Mimophrya de Puytorac, 1969); Anthonyellinae de Puytorac, 1972 (*Anthonyella*

Delphy, 1936); *Ochridanus* Georgévitch, 1941; *Radiophryopsis* Georgévitch, 1941); Metaradiophryinae de Puytorac, 1972 (*Metaradiophrya* Heidenreich, 1935; *Cheissinophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969); Acanthodiophryinae de Puytorac, 1972 (*Acanthodiophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969); Metaracoelophryinae de Puytorac, 1972 (*Metaracoelophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969; *Paracoelophrya* de Puytorac, 1969; *Coelophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969; *Dicoelophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969); Durchoniellinae de Puytorac, 1972 (*Durchoniella* de Puytorac, 1954; *Hovasseiella* de Puytorac, 1955); Eudrinophryinae de Puytorac, 1971 (*Eudrilophrya* de Puytorac, 1970). Seus representantes têm corpo achatado e ovalado, com fibras esqueléticas ectoplasmáticas na face inferior. A disposição das cinécias acompanha o eixo anteroposterior. A família é caracterizada por um sistema infraciliar complexo e assimétrico em forma de “V” e por estruturas de fixação como ganchos e sulcos adesivos. Eles também apresentam um elevado número de cinécias, que se conectam anteriormente em sistemas de interseção, um macronúcleo alongado com micronúcleo e uma a duas fileiras de vacúolos contráteis. A divisão é subequatorial ou distal, e seus membros são parasitas de poliquetas marinhos e terrestres, refletindo a diversidade morfológica e adaptativa que caracteriza a subordem Astomatia.

Para Lynn (2008), a subclasse Astomatia compreende a ordem única Astomatida, polifilética devido à ausência de boca (astomia), considerada uma convergência evolutiva em Ciliophora. Os astomatos variam de pequenos a grandes, com corpo cilíndrico, ovoide ou achatado, ciliatura holótrica densa e, frequentemente, zona tigmotática; podem apresentar endoesqueleto infraciliar e organela anterior de fixação. Reproduzem-se por fissão, muitas vezes anisotômica e catenulada, possuem macronúcleo alongado, micronúcleo presente, uma ou duas linhas de vacúolos contráteis, ausência de citoprocto e, em algumas espécies, cistos. São osmotróficos e endossimbiontes do trato digestivo de invertebrados aquáticos e terrestres, especialmente oligoquetos, poliquetos, moluscos, lesmas, turbelários e anfíbios. Dentro de Astomatida, vemos sete famílias: Anoplophryidae Cépède, 1910 (*Almophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969; *Anoplophrya* Stein, 1860;

Corlissiella de Puytorac, 1960; *Herpetophrya* Siedlecki, 1902; *Lomiella* de Puytorac & Rakotoarivelo, 1965; *Lubetiella* Jankowski, 2007; *Metastomum* Georgévitch, 1941; *Njinella* Ngassam, 1983; *Paranoplophrya* Rohrbach, 1936; *Perseia* Rossolimo, 1926;

Prototravassosia Artigas & Unti, 1938; *Sigmophrya* de Puytorac, 1971); Buetschliellidae de Puytorac in Corliss, 1979 (*Anoplophryopsis* de Puytorac, 1954; *Buetschliella* Awerinzew, 1908; *Herpinella* de Puytorac, 1954; *Rhizocaryum* Caullery & Mesnil, 1907); Clausilocolidae de Puytorac in Corliss, 1979 (*Clausilocola* Lom, 1959; *Haptophryopsis* de Puytorac, 1971; *Proclausilocola* Lom, 1959); Contophryidae de Puytorac, 1972 (*Contophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969; *Dicontophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969); Haptophryidae Cépède, 1923 (*Annelophrya* Lom, 1959; *Cepedietta* Kay, 1942; *Haptophrya* Stein, 1867; *Lachmannella* Cépède, 1910; *Steinella* Cépède, 1910); Hoplitophryidae Cheissin, 1930 (*Akidodes* Lom in Aescht, 2001; *Anglasia* Delphy, 1936; *Buetschliellopsis* de Puytorac, 1954; *Delphyella* de Puytorac, 1969; *Hoplitophrya* Stein, 1860; *Jirovecella* Lom, 1957; *Juxtamesnilella* de Puytorac, 1969; *Juxtaradiophrya* de Puytorac, 1954; *Mesnilella* Cépède, 1910; *Mixtophrya* de Puytorac, 1969; *Protoradiophryopsis* Georgévitch, 1950; *Radiophryoides* Lom, 1956); Intoshellinidae Cépède, 1910 (*Intoshellina* Cépède, 1910; *Monodontophrya* Vejdovsky, 1892; *Spirobuetschliella* Hovasse, 1950); Maupasellidae Cépède, 1910 (*Acanthophrya* Heidenreich, 1935; *Buchneriella* Heidenreich, 1935; *Georgévitchiella* de Puytorac, 1957; *Maupasella* Cépède, 1910); Radiophryidae de Puytorac, 1972 (*Acanthodiophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969; *Anthonyella* Delphy, 1936; *Cheissiniophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969; *Coelophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969; *Desmophrya* Raabe, 1933; *Dicoelophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969; *Durchoniella* de Puytorac, 1954; *Eudrilophrya* de Puytorac, 1971; *Helellophrya* Aescht, 2001; *Hovasseiella* de Puytorac, 1955; *Metaracoelophrya* de Puytorac & Dragesco, 1969; *Metaradiophrya* Heidenreich, 1935 [nomen nudum]; *Mimophrya* de Puytorac, 1969; *Mrazekiella* Kijenskij, 1926; *Ochridanus* Georgévitch, 1941; *Paracoelophrya* de Puytorac, 1969 [nomen nudum]; *Radiophrya* Rossolimo, 1926; *Radiophryopsis* Georgévitch, 1941).

Vemos que na família Radiophryidae seus representantes apresentam corpo pequeno a grande, ovoide ou achatado, ciliatura somática holótrica com dois a três sistemas secantes anteriores, fibras citoesqueléticas ventrais e, em algumas espécies, organela apical em forma de “V”. Estruturas de fixação como ganchos ou

espinhos são comuns. O macronúcleo é alongado, o micronúcleo presente, e vacúolos contráteis dispõem-se em uma ou duas linhas. Os organismos vivem como

endossimbiontes em água doce, marinha e habitats terrestres, parasitando principalmente anelídeos oligoquetos e poliquetos.

Grandes colaborações de Fokam et al. diante dos ciliados astomos foram analisadas. Em 2008, os autores descrevem três novas espécies do gênero *Coelophrya*: *C. coronata*, *C. ovaes* e *C. ebebdensis*. Descrições minuciosas são feitas das três espécies, bem como a comparação de suas características. As diferenças morfológicas são claras, porém é possível observar um padrão na organização esquelética do gênero.

Para o ano de 2011, Fokam et al. descrevem novo gênero: *Paraclausilocola* e duas novas espécies: *P. constricta* e *P. elongata*. Além da descrição morfológica, os autores apresentam dados moleculares destes e outros ciliados. Utilizando o gene SSU rRNA, Fokam et al. efetuam reconstruções filogenéticas, que indicam a subclasse Astomatia como um grupo monofilético. Em contrapartida, as subdivisões do grupo, como em ordem e família, não apresentam a mesma correlação. Para 2012, Fokam et al. descrevem cinco novas espécies de ciliados astomos: *Paracoelophrya falcifera*, *P. polymorphus*, *P. ebebdensis*, *Dicoelophrya nkoldensis* e *D. mediovaculolata*. Além da descrição morfológica detalhada, os autores propõe a estabilidade dentro da subfamília Metaracoelophryidae e reforça a necessidade de um aprofundamento quanto à ordem Hoplitophryida.

A nova espécie *Metaradiophrya pheretimi* é descrita por Bhandari et al. Uma extensa descrição morfológica é feita, prosseguido da comparação das características taxonômicas das demais espécies do gênero para justificar a inclusão deste novo representante (2012). Seguindo o ano de 2012, Nana et al. apontam novo resultado quanto a relação de parâmetros físico-químicos diante dos ciliados astomos de oligoquetos terrestres. Dada os diferentes fatores envolvidos e as respostas de cada ensaio, o trabalho indica que cada região do intestino do hospedeiro atua como um micro hábitat natural, passível da influência dos parâmetros externos ao organismo. Cada setor pode gerar condições favoráveis a certas espécies de ciliado, o que retoma a presença/ausência destes organismos

nas diferentes áreas intestinais.

Nana et al. retomam suas análises da influência de aspectos físico-químicos do solo diante dos ciliados comensais de oligoquetos (2014). Tal como em seu

trabalho anterior (Nana et al., 2012), a relação destes parâmetros ambientais com a fisiologia dos hospedeiros gera nichos ecológicos que favorecem distintas espécies de ciliados astomos.

Em 2015, Fokam et al. analisam as possíveis influência dos fatores físico-químicos do solo em ciliados simbiossiontes de oligoquetos terrestres (2015a). Este trabalho mostra a correlação negativa entre a abundância de ciliado e fósforo disponível. Por sua vez, ocorre correlação positiva entre magnésio, cálcio e a capacidade de troca catiônica para os ciliados que habitam a porção média do intestino. Os autores relatam a presença de múltiplas espécies de ciliados no mesmo organismo hospedeiro. Ainda em 2015, os autores descrevem duas novas espécies: *Dicontophrya minus* e *D. ebebdaensis* (2015b). Ambas passam por detalhada descrição morfológica, que leva a uma discussão taxonômica quanto a alocação no gênero *Dicontophrya*. As informações revelam dois tipos morfológicos dentro do gênero, que sugere um índice de diversificação. Fokam et al. seguem com pesquisa sobre fatores físico-químicos do solo e sua influência nos ciliados astomos (2015c). Neste trabalho, *D. nkoldaensis* é especificamente investigado e mostra que correlações positivas e negativas são encontradas nas diferentes porções do intestino em relação aos diferentes parâmetros do solo.

A estrutura do gancho é questionada por Hausmann et al., em 2016. Segundo a pesquisa, a microanatomia deste aparato de fixação não demonstra capacidade alicerçar o ciliado na parede intestinal do hospedeiro. A composição morfológica não remete ao atributo fixador, porém o autor sugere ser uma estrutura auxiliar na locomoção do ciliado.

O gênero *Durchoniella* foi o objeto de estudo de Salvadet et al. (2017). O grupo passou por análise descritiva, em que a autoria reitera os caracteres descritivos do grupo. Junto disso, análises moleculares foram executadas via técnicas de reconstrução filogenética com o uso do gene SSU rRNA. Os resultados filogenéticos sugerem que a subfamília *Durchoniellinae* pode representar uma nova ordem, diferindo da literatura científica até o momento. A análise filogenética

apontou o clado dos ciliados astomados simbiontes de oligoquetos terrestres como grupo irmão de *Durchoniella*, bem como reforça a subclasse Astomatia como monofilética.

O estudo também revela a presença de bactérias como endossimbiontes dos ciliados.

Duas novas espécies são descritas por Nana et al. (2018): *Anoplophrya simplex* e *Hoplitophrya polymorphus*. As descrições morfológicas minuciosas mostram que *A. simplex* não possui aparelho esquelético e *H. polymorphus* consta com duas formas celulares distintas, alongada e robusta. Seguindo o ano de 2018,; Rataj & Vd'ačný propõem nova descrição para *Haptophrya planariarum*, combinando técnicas morfológicas e filogenéticas. Através de reconstruções filogenéticas com a análise de sequência do gene SSU rRNA e calibrações temporais, foi notado que *Haptophrya* é o clado mais basal entre os astomos, o que indica sua posição ancestral dentro do grupo. O processo evolutivo destes organismos revela que os ciliados astomos originaram-se dentro da classe Scuticoliatia. As técnicas de reconstrução mostram que estes ciliados expandiram seus hospedeiros para oligoquetos terrestres concomitantemente com a irradiação destes anelídeos.

Em 2019, Obert & Vd'ačný executam novos estudos de descrição morfológica e reconstruções filogenéticas via gene SSU rRNA. Além de contribuir com detalhes da morfologia de ciliados astomos de oligoquetos terrestres, o autor aponta que o clado formado por astomos de anelídeos formam um grupo de alto nível de suporte. Os diferentes tipos de hospedeiros, como entre oligoquetos e poliquetos, formam novas divisões. Há clara delimitação entre gêneros, com distância genética adequada para espécies cogenéricas. Para a distância entre gêneros, fica claro a distinção entre tais organismos.

Rataj & Vd'ačný (2019) concluem que a identificação por caracteres morfológicos é útil até o nível de gênero. Neste ponto os atributos podem apresentar semelhança que dificulta a ideia de delimitar organismos. Para a devida classificação, o autor propõe o uso de técnicas moleculares. Novas sequências de SSU rRNA para ciliados astomos foram obtidas, tal como a reconstrução filogenética do grupo. O trabalho mostra pouca divergência genética para espécies

cogenéricas e grande distância para gêneros diferentes. As árvores mostram associação entre ciliados endosimbiontes e hospedeiros, que aponta para um processo evolutivo. A classificação de Astomatia como uma subclasse monofilética é vista na organização destes resultados.

Uma abordagem de taxonomia integrativa é feita por Obert & Vd'áčný (2020), os quais análises morfométricas e filogenéticas foram empregadas. Os resultados mostraram a diferença entre os adereços de fixação dos ciliados astomos analisados. O autor aponta que a morfometria é uma técnica plausível de erros, visto a grande proximidade estrutural destes organismos. Para as análises filogenéticas, o gene 28S rRNA é empregado. Os resultados reforçam a monofilia da subordem Astomatia. Ciliados possuem alta associação com seu tipo de hospedeiro, algo visto pela posição filogenética destes organismos na árvore de reconstrução. Ocorre baixa divergência genética em espécies cogenéricas, onde a distância da similaridade aumenta consideravelmente diante de outros gêneros. Este resultado fomenta o uso de técnicas moleculares na delimitação de ciliados astomos, onde o autor sugere o uso de taxonomia integrativa para otimizar as pesquisas destes organismos.

A nova espécie *Metaradiophrya speculorum* é descrita por Obert & Vd'áčný (2021a) com sua devida descrição morfológica. O estudo também redescreveu *Maupasella mucronata*, que não era observada há quase 50 anos. Por meio do uso de sequências de variados genes, as análises filogenéticas mostraram que o gênero *Metaradiophrya* é um clado monofilético, próximo de *Anoplophrya*, e que os táxons se agrupam de acordo com o hábitat de seus hospedeiros. Tais resultados questionam a classificação tradicional desses organismos, visto que o posicionamento dos grupos e a polifilia de famílias como Anoplophryidae e Radiophryidae não são refletidos nas árvores filogenéticas. Neste mesmo ano, Obert & Vd'áčný mostram uma revisão taxonômica e redescrição de várias espécies de ciliados astomos.(2021b). Ao analisar filogeneticamente os dados moleculares da subclasse Astomatia, o autor revela a polifilia do grupo, visto a irradiação de seus representantes. A evolução destes ciliados convergiu com seus hospedeiros, um sinal claro de coevolução. Os resultados mostram um ancestral comum poliqueto marinho, com transição de hospedeiros para oligoquetos de água doce e oligoquetos terrestres.

Park & Leander (2024) apresentam a nova espécie de ciliado, *Pennarella*

elegantia, que é descrita morfolologicamente e analisada filogeneticamente. Na reconstrução, *P. elegantia* posiciona-se como grupo irmão de *Penardiella*, formando um clado monofilético. O trabalho também revela a coexistência de dois organismos

distintos no mesmo hospedeiro, um ciliado astomo e um gregarino, que foram observados no lúmen intestinal de um verme marinho. Por fim, o autor aponta que os ciliados astomos do gênero *Pennarella* habitam o intestino de poliquetas marinhas, enquanto o gênero *Penardiella* habita oligoquetas terrestres.

Em 2025, Obert et al. efetuam nova interpretação filogenética dos ciliados astomos. Ao utilizar de variados genes para as inferências, o autor pode observar que os ciliados habitam hospedeiros anelídeos formam um grupo monofilético. A subclasse Astomaria mostra-se polifilética. A coevolução entre ciliado simbiote e hospedeiro é relatada via reconstrução do estado ancestral. Diversos genes foram empregados nas análises, onde COI destaca-se por sua alta sensibilidade na delimitação de espécies e grupos.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pela revisão histórica e análise cienciométrica sobre a família Radiophryidae, é perceptível a evolução do conhecimento científico ao longo dos anos. As indagações taxonômicas quanto à morfologia dos ciliados astomáteos mostraram-se úteis para propor novas metodologias e classificações. A análise morfológica segue útil para delimitar certos grupos, porém não deve ser o único atributo analisado. Dada a variedade de características de evolução convergente, a subordem Astomatia permanece sem clareza no padrão da sua composição morfológica. Em contrapartida, as análises moleculares têm demonstrado sucesso na classificação deste grupo, ao indicarem a subordem Astomatia como polifilética.

A família Radiophryidae é sustentada como um clado monofilético por características morfológicas e genéticas. A taxonomia básica utilizou as descrições de estruturas corporais, como o sistema apical em “V” e o aparato de fixação, para estabelecer o grupo. Esta estratégia permanece válida no nível de gênero, porém enfrenta maiores desafios para classificar no nível de espécie. Para solucionar tal

questão, a abordagem integrativa é efetiva na combinação de técnicas morfológicas e moleculares, provendo novas hipóteses para compreender os táxons e sua evolução.

7. REFERÊNCIAS

- AHSAN, R.; BLANCHE, W.; KATZ, L. A. Macronuclear development in ciliates, with a focus on nuclear architecture. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, v. 69, e12898, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jeu.12898>.
- BEERS, C. D. Structure and division in the astomatous ciliate *Metaradiophrya asymmetrica* n. sp. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, v. 54, n. 1, p. 111–125, 1938.
- BHANDARI, J. C.; NIKAM, S. V.; KANSE, V. S. Report of new species of ciliate from the genus *Metaradiophrya* (Heidenrich, 1935) in *Pheretima elongata* from Aurangabad district (MS) India. *Journal of Experimental Sciences*, v. 3, n. 5, p. 5–7, 2012.
- BOCQUET, C. Espèces nouvelles décrites de la région de Roscoff entre 1945 et 1970. *Cahiers de Biologie Marine*, v. 12, P. 381–404, 1971,
- BUSH, M. The morphology of the ciliate *Haptophrya michiganensis* Woodhead and its relation to the other members of the Astomatea. *Transactions of the American Microscopical Society*, v. 52, n. 3, p. 223–232, 1933. DOI: <https://doi.org/10.2307/3222257>.
- CORLISS, J. O. Annotated assignment of families and genera to the orders and classes currently comprising the Corlissian scheme of higher classification for the phylum Ciliophora. *Transactions of the American Microscopical Society*, v. 96, n. 1, p. 104–140, 1977. DOI: <https://doi.org/10.2307/3225971>.
- DE PUYTORAC, P. D. Observations de couples de conjugués chez les Infusoires astomes. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne*, v. 18, n. 1, p. 10–15, 1952.
- DE PUYTORAC, P. Observations sur Quelques Ciliés Astomes des Oligochètes du lac d'Ohrid (Yougoslavie). I. Famille des Radiophryinae. *The Journal of Protozoology*, v. 6, n. 2, p. 157–166, 1959. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1550->

7408.1959.tb03943.x.

DE PUYTORAC, P. Observations sur quelques ciliés astomes des oligochètes du lac d'Ohrid (Yougoslavie). II. Families des Hoplitophryidae (Hoplitophryinae et Maupasellinae), des Intoshellinidae et des Anoplophryidae. The Journal of

- Protozoology, v. 7, p. 278–289, 1960. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.1960.tb00742.x>
- DIXON, R. F. The astomatous ciliates of British earthworms. *Journal of Biological Education*, v. 9, n. 1, p. 29–39, 1975. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.1975.9653990>.
- FOISSNER, W.; BERGER, H.; XU, K.; ZECHMEISTER-BOLTENSTERN, S. A huge, undescribed soil ciliate (Protozoa: Ciliophora) diversity in natural forest stands of Central Europe. *Biodiversity and Conservation*, v. 14, p. 617–701, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-004-3923-6>
- FOISSNER, W.; CHAO, A.; KATZ, L. A. Diversity and geographic distribution of ciliates (Protista: Ciliophora). *Biodiversity and Conservation*, v. 17, p. 345–363, fev. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9254-7>
- FOKAM, Z.; NANA, P. A.; MOCHE, K. et al. Influence of soil physicochemical parameters on the abundance of *Paracoelophrya polymorphus* (Ciliophora: Radiophryidae) commensal of earthworms (Annelida: Glossoscolecidae) collected in Bambui (North-West Cameroon). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, v. 6, n. 2, p. 376–389, 2015.
- FOKAM, Z.; NANA, P. A.; NGASSAM, P. et al. Morphological characterization of two new species of *Dicontophrya* (Ciliophora: Astomatia: Contophryidae) commensal of earthworms (Oligochaeta: Annelida) of Ebebda and Nkolbikogo (Cameroon). *International Journal of Biosciences*, v. 7, n. 1, p. 49–57, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/7.1.49-57>.
- FOKAM, Z.; NANA, P. A.; NGASSAM, P. et al. Soil physicochemical parameters affecting abundance and distribution of *Dicoelophrya nkoldaensis* (Ciliophora: Radiophryidae) living in the gut of earthworms (Annelida: Glossoscolecidae) collected in Bambui (Nord-West Cameroon). *International Journal of Current Research*, v. 7, n. 6, p. 17164–17173, 2017.
- FOKAM, Z.; NGASSAM, P.; NANA, P. A.; BRICHEUX, G.; BOUCHARD, P.;

SIME-NGANDO, T. Trois espèces nouvelles de Coelophrya, ciliés Astomes

endocommensaux d'*Alma nilotica* (Oligochète terricole) du Cameroun. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, n. 144, p. 27–33, 2008.

FOKAM, Z.; NGASSAM, P.; NANA, P. A.; BRICHEUX, G.; BOUCHARD, P.; SIME NGANDO, T. Révision de la sous-famille des Metaracoelophryinae de Puytorac 1972 (Oligohymenophora: Hoplitophryida: Hoplitophryidae), ciliés astomes du tube digestif d'oligochètes terricoles d'Afrique : description de cinq espèces nouvelles. Parasite, v. 19, art. 1041, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1051/parasite/2012191041>

FOKAM, Z.; NGASSAM, P.; STRÜDER-KYPKE, M. C. et al. Genetic diversity and phylogenetic position of the subclass Astomatia (Ciliophora) based on a sampling of six genera from West African oligochaetes (Glossoscolecidae, Megascolecidae), including description of the new genus *Paraclausilocola* n. gen. European Journal of Protistology, v. 47, n. 3, p. 161–171, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2011.02.002>.

GONG, R.; JIANG, Y.; VALLESI, A.; GAO, Y.; GAO, F. Conjugation in *Euplotes raikovi* (Protista, Ciliophora): new insights into nuclear events and macronuclear development from micronucleate and amiconucleate cells. Microorganisms, v. 8, 2020. Disponible em: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8020162>.

GRASSÉ, P. P.; DE PUYTORAC, P. Traité de Zoologie : Anatomie, Systématique, Biologie - Infusoires, Ciliés. Tomo 2 Fascículo 2 : Systématique. Paris: Masson, 1994.

HAUSMANN, K.; GÜNTHER, G.; LEHMANN, D. et al. On the enigmatic hook of the Metaradiophryids (Alveolata, Ciliophora). Acta Protozoologica, v. 55, n. 1, p. 1–5, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4467/16890027AP.16.001.4042>.

HU, X. Ciliates in extreme environments. The Journal of Eukaryotic Microbiology, v. 61, n. 4, p. 410–418, jul./ago. 2014. DOI: 10.1111/jeu.12120

JIANG, Y.; ZHANG, T.; VALLESI, A. et al. Time-course analysis of nuclear events during conjugation in the marine ciliate *Euplotes vannus* and comparison with

other ciliates (Protozoa, Ciliophora). *Cell Cycle*, v. 18, p. 288–298, 2019.
Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15384101.2018.1558871>.

- LIU, W.; JIANG, J.; XU, Y. et al. Diversity of free-living marine ciliates (Alveolata, Ciliophora): faunal studies in coastal waters of China during the years 2011–2016. *European Journal of Protistology*, v. 61, part B, p. 424–438, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2017.04.007>
- LYNN, D. H. Ciliophora. In: ARCHIBALD, John M.; SIMPSON, Alastair G. B.; SLAMOVITS, Claudio H.; MARGULIS, Lynn; MELKONIAN, Michael; TAYLOR, Michael F. J. R.; GRADSTEIN, S. Robbert (ed.). *Handbook of the Protists*. Cham: Springer, 2017. p. 679–730. DOI: 10.1007/978-3-319-28149-0
- LYNN, D. H. *The Ciliated Protozoa: Characterization, Classification, and Guide to the Literature*. New York: Springer, 2008.
- MIECZAN, T.; GÓRNIK, D.; ŚWIĄTECKI, A. et al. The distribution of ciliates on Ecology Glacier (King George Island, Antarctica): relationships between species assemblages and environmental parameters. *Polar Biology*, v. 36, p. 249–258, 2013. DOI: 10.1007/s00300-012-1256-6
- NANA, P. A.; FOKAM, Z.; NGASSAM, P. et al. Distribution of Astomatia Schewiakoff, 1896 and Hysterocinetidae Diesing, 1866 (Ciliophora, Oligohymenophora) along the digestive tract of Alma emini (Oligochaete, Glossoscolecidae) is correlated with physico-chemical parameters. *Protistology*, v. 7, n. 4, p. 193–202, 2012.
- NANA, P. A.; FOKAM, Z.; NGASSAM, P. et al. Influence of ionic contents on the stratification of Astomatia and Hysterocinetidae (Ciliophora, Oligohymenophora) along the digestive tract of Alma emini (Oligochaete, Glossoscolecidae) from the center region of Cameroon. *International Journal of Current Research*, v. 6, n. 1, p. 4468–4474, jan. 2014.
- NANA, P. A.; FOKAM, Z.; VIGUÈS, B. et al. Morphology and infraciliature of two new earthworm ciliates, *Hoplitophrya polymorphus* sp. nov. and *Anoplophrya simplex* sp. nov. (Ciliophora: Oligohymenophorea: Astomatia). *Zootaxa*, v. 4392, n. 1, p. 169–178, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4392.1.9>

NIGM, A. H. *Metaradiophrya egyptiaca* n. sp. an astomatous ciliate from the alimentary canal of *Allolobophora caliginosa* (Annelida: Oligochaeta). Journal of the Egyptian Society of Parasitology, v. 49, n. 3, p. 563–570, 2019.

OBERT, T.; VĚAČNÝ, P. Delimitation of five astome ciliate species isolated from the digestive tube of three ecologically different groups of lumbricid earthworms, using the internal transcribed spacer region and the hypervariable D1/D2 region of the 28S rRNA gene. *BMC Evolutionary Biology*, v. 20, p. 37, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12862-020-1601-2>.

OBERT, T.; VĚAČNÝ, P. Integrative taxonomy of five astome ciliates (Ciliophora, Astomatia) isolated from earthworms in Central Europe. *European Journal of Taxonomy*, n. 559, p. 1–37, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5852/ejt.2019.559>.

OBERT, T.; VĚAČNÝ, P.. Multi-gene phylogeny of the subclass Astomatia (Protista: Ciliophora) refreshed with two rare astome ciliates from the digestive tube of endogeic earthworms. *Organisms Diversity & Evolution*, v. 21, n. 1, p. 59–77, mar. 2021.

OBERT, T.; ZHANG, T.; RURIK, I.; et al. Rediscovery and morpho-molecular characterization of three astome ciliates, with new insights into eco-evolutionary associations of astomes with their annelid hosts. *Marine Life Science & Technology*, v. 7, p. 231-255, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42995-024-00275-5>.

PARK, E.; LEANDER, B. Coinfection of slime feather duster worms (Annelida, Myxicola) by different gregarine apicomplexans (Selenidium) and astome ciliates reflects spatial niche partitioning and host specificity. *Parasitology*, v. 151, p. 400–411, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182024000209>.

RATAJ, M.; VĚAČNÝ, P. Dawn of astome ciliates in light of morphology and time-calibrated phylogeny of Haptophrya planariarum, an obligate endosymbiont of freshwater turbellarians. *European Journal of Protistology*, v. 64, p. 54–71, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2018.03.004>.

RATAJ, M.; VĚAČNÝ, P. Living morphology and molecular phylogeny of oligohymenophorean ciliates associated with freshwater turbellarians. *Diseases of Aquatic Organisms*, v. 134, n. 2, p. 147–166, 2019.

REES, B. Three British species of the genus *Metaradiophrya* including one new species *M. gardneri*. *Parasitology*, v. 51, n. 1-2, p. 227-232, 1961. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182000068608>.

- SAUVADET, A.-L. et al. Redescription and phylogenetic analyses of *Durchoniella* spp. (Ciliophora, Astomatida) associated with the polychaete *Cirriformia tentaculata* (Montagu, 1808). *European Journal of Protistology*, v. 61, p. 265–277, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2017.06.007>
- VELHO, L. F. M.; LANSAC-TÔHA, F. M.; BUOSI, P. R. B. et al. Structure of planktonic ciliates community (Protist, Ciliophora) from an urban lake of southern Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, v. 35, n. 4, p. 531–539, out./dez. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsoci.v35i4.18579>.
- WANG, Z.; CHI, Y.; LI, T. et al. Biodiversity of freshwater ciliates (Protista, Ciliophora) in the Lake Weishan Wetland, China: the state of the art. *Marine Life Science & Technology*, v. 4, n. 4, p. 429–451, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42995-022-00154-x>