Daniel J. G. Lahr

Taxonomia dos Arcellinida Kent, 1880
(Protista:Ramicristates) do Parque
Ecológico do Rio Tietê

São Paulo
2006

Daniel J. G. Lahr

Taxonomia dos Arcellinida Kent, 1880
(Protista:Ramicristates) do Parque Ecológico
do Rio Tietê

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade de São Paulo, para a
obtenção de Título de Mestre em Ciências, na Área
de Zoologia.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Sônia G. C. B. Lopes

São Paulo
2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Lahr, Daniel J. G.

Taxonomia dos Arcellinida Kent,
1880 (Protista:Ramicristates) do Parque
Ecológico do Rio Tietê
169

Dissertação (Mestrado) - Instituto
de Biociências da Universidade de São
Paulo. Departamento de Zoologia.

1. Arcellinida 2. Tecameba -
Taxonomia 3. Tecameba - Rio Tietê 4.
Tecameba – Ultraestrutura 5. Tecameba
– Ecologia I. Universidade de São Paulo.
Instituto de Biociências. Departamento de
Zoologia.

Comissão Julgadora:

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr.(a). Sônia G. B. C. Lopes
Orientadora

DEDICATÓRIA

Aos meus avós, Ignez B. Lahr e
Antonio P. Lahr (*in memoriam*).

"DIE KONTINUITÄT DES LEBENS WIRD IN GLEICHER FORM GEWAHRT."

<<A CONTINUIDADE DA VIDA É CONSERVADA DE FORMA IDÊNTICA.>>

UEBER DIE DAUER DES LEBENS (WEISMANN 1882)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, à minha família (Antonio Roberto Lahr, Maria de Lourdes Galafasse Lahr, Marcela Lahr e Ignez B. Lahr) pelo apoio que sempre me deram, foram fundamentais para que este trabalho fosse feito.

À Professora Sônia G. B. C. Lopes, que desde minha iniciação científica abraçou a causa dos Protistas e me ajudou sempre a superar o que viesse pela frente. Sua intocável ética e compromisso são modelos que sempre me inspirarão. Suas lições jamais serão esquecidas.

Ao Professor Osmar Domaneschi, também uma fonte de inspiração pela sua garra e determinação nesta fase difícil, e por sempre continuar a ver a maravilha na Zoologia. O pouco que pude absorver de seu conhecimento extremamente profundo e diligência para realizar o trabalho são ensinamentos que levarei comigo para sempre.

À Paulinha, pelo incentivo e ajuda durante a confecção deste trabalho. Seu apoio e carinho foram essenciais.

Aos colegas de Laboratório de Malacologia que acolheram o “estranho no ninho” como igual. Dr. Flávio Dias Passos, Dr. Maurício Leme da Fonseca, Dr. Maurício Moriya, MSc. Maria Júlia Chelini e José Eduardo Marian (ainda teremos o Laboratório de Estudos de Organismos que Ninguém Estuda!). Agradeço vocês por todas as discussões e ajudas logísticas.

Aos colegas de casa, Tropeço, Pererê, Maçarico e Gaúcho. Os momentos de diversão ajudaram a nunca estressar no trabalho.

À Prof. Dra. Edna Haroim, pelo apoio e pela acolhida em seu laboratório em 2004.

Ao Prof. Dr. David J. Patterson (MBL-Massachusetts), que acompanhou e apoiou o projeto desde o início.

Ao Dr. Alan Warren (NHM-Londres) pelo fornecimento das Micrografias Eletrônicas de *Diffugia*.

Aos técnicos Enio Mattos e Eduardo Mattos, pela ajuda na coleta e imprescindível perícia ao Microscópio Eletrônico de Varredura.

Ao Prof. Dr. Alberto de Freitas Ribeiro, responsável pelo Laboratório de Microscopia Eletrônica do IBUSP.

Ao PROAP, Programa de Apoio à Pós-Graduação da CAPES, pelo apoio financeiro ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Zoologia do IBUSP.

Ao Chefe do Departamento de Zoologia Prof. Dr. Miguel T. Rodrigues, e ao Coordenador e Vice-Coordenador da Pós-Graduação do DZ-USP Prof. Dr. Pedro Gnaspini e Prof. Dr. Fábio L. da Silveira.

À administração do Parque Ecológico do Rio Tietê, por ter permitido a coleta do material para o trabalho.

À CAPES por conceder a Bolsa de Mestrado.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
<i>A PRÁTICA TAXONÔMICA EM PROTISTAS</i>	1
<i>RELAÇÕES FILOGENÉTICAS ENTRE AS "AMEBAS"</i>	5
<i>CONSIDERAÇÕES ECOLÓGICAS E BIOGEOGRÁFICAS</i>	8
<i>DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE TECAMEBAS</i>	12
<i>OBJETIVOS</i>	18
 MATERIAIS E MÉTODOS	 19
 RESULTADOS E DISCUSSÃO	 26
<i>SECÇÃO 1. FAMÍLIA DIFFLUGIIDAE WALLICH, 1864</i>	28
<i>Diffugia corona</i> Wallich, 1864	29
<i>Diffugia gramen</i> Pénard, 1902	34
<i>Diffugia lanceolata</i> Pénard, 1890	38
<i>Diffugia claviformis</i> Pénard, 1899	40
<i>Diffugia gigantea</i> Chardez, 1967	43
Discussão Secção 1	45
<i>SECÇÃO 2. FAMÍLIA CENTROPYXIDAE JUNG, 1942</i>	47
<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrenberg, 1838)	50
Discussão Secção 2	57
<i>SECÇÃO 3. FAMÍLIA LESQUEREUSIIDAE JUNG, 1942</i>	59
<i>Netzelia wailesi</i> (Ogden, 1980)	61
<i>Lesquereusia modesta</i> Rhumbler, 1895	65
Discussão Secção 3	67

<i>SECÇÃO 4. FAMÍLIA ARCELLIDAE EHRENBORG, 1843</i>	68
<i>Arcella hemisphaerica</i> Perty, 1852	70
<i>Arcella gibbosa</i> Pénard, 1890	73
<i>Arcella discoides</i> Ehrenberg, 1871	76
<i>Arcella brasiliensis</i> Cunha, 1913	79
Discussão Secção 4	80
 DISCUSSÃO	 83
 TABELAS	 87
 FIGURAS	 112
 RESUMO	 150
 ABSTRACT	 151
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 152

Introdução

INTRODUÇÃO

A PRÁTICA TAXONÔMICA EM PROTISTAS

A classificação de grandes grupos de eucariotos unicelulares tem sido uma das maiores preocupações da Protistologia Evolutiva nesta última década (SOGIN *et al.* 1993, CAVALIER-SMITH 1998, PATTERSON 1999, BALDAUF *et al.* 2000, BALDAUF 2003, CAVALIER-SMITH *et al.* 2004, NIKOLAEV *et al.* 2005, RICHARDS & CAVALIER-SMITH 2005, SMIRNOV *et al.* 2005), e os protistologistas avançaram em direção a esquemas de classificação mais objetivos e abrangentes. Entretanto, existe pouca discussão em relação à taxonomia e nomenclatura em grupos menos inclusivos, os blocos de construção para edifícios classificatórios – gêneros e espécies (PATTERSON 1999).

A área da Protistologia Evolutiva se desenvolveu fortemente nos últimos 30 anos, principalmente com o advento do Microscópio Eletrônico, que permitiu aos pesquisadores encontrar fortes evidências de uma “identidade ultra-estrutural” para diversos grupos de protistas (PATTERSON, 1999). Este foi um grande salto na prática taxonômica protistológica, pois até então, uma série de inconsistências na maneira como espécies foram descritas impediam que relações fossem inferidas entre os grupos de protistas. Os principais impedimentos são as descrições incompletas e o uso inconsistente das regras estabelecidas pelos códigos de nomenclatura zoológica, como será mostrado neste trabalho.

A prática taxonômica em protistologia é fundamentalmente diferente daquela aplicada a outros grupos de organismos, principalmente porque o estudo e preservação da maioria dos protistas não são tão simples e de costume quanto em

plantas ou animais. Outro fator importante é a falta de uma prática padronizada para toda a protistologia. Na literatura tradicional, poucos táxons foram descritos objetivamente, isto é, utilizando afirmações que permitam distinguir claramente o que é observação direta e o que é dado interpretado. Poucos descritores costumavam designar tipos, ou mesmo localidades-tipo (PATTERSON & LARSEN 1992).

Ao longo do tempo, no entanto, alguns aspectos sofreram modificações positivas. A aplicação da microscopia eletrônica na protistologia, datada do início dos anos 60, melhorou a descrição e clarificou a identidade de protistas (PATTERSON 1994, 1999; PATTERSON & BRUGEROLLE, 1988). Mais especificamente, nos estudos taxonômicos em Arcellinida Kent, 1880, o uso do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) permitiu análises mais detalhadas de muitos caracteres em tecamebas e definições mais consistentes no nível específico (OGDEN & ŽIVKOVIĆ 1983, OGDEN 1983, MEISTERFELD 2000).

Diffugia Leclerc, 1815 foi o gênero que mais se beneficiou desta abordagem (OGDEN 1979a, 1980a, 1980b, 1983, 1990; OGDEN & FAIRMAN 1979, Ogden & HEDLEY 1980; OGDEN & MEISTERFELD 1989; OGDEN & ŽIVKOVIĆ 1983; DEKHTYAR 1993). Finalmente, a análise estatística da biometria vem sendo usada cada vez mais na caracterização de espécies (SCHÖNBORN *et al.* 1983; BOBROV *et al.* 1999, BOBROV & MAZEI 2004).

Surge então, um problema adicional quando realizamos estudos a partir do Microscópio Eletrônico: a incompatibilidade entre os dados obtidos e os dados previamente publicados a partir de observações em Microscópio Óptico (MO). Esta incompatibilidade nos impede de designar sinônimos de forma objetiva, com isso, a inovação taxonômica pode ajudar a manter a estabilidade dos nomes, desta

maneira, permitimos inferências para pesquisadores em outras áreas (molecular, ecologia, filogenia).

Apesar de taxonomistas contemporâneos empregarem novas tecnologias na descrição das espécies, registrando novos caracteres, a identidade dos organismos estudados por pesquisadores pioneiros pode facilmente se tornar confusa, uma vez que, em muitos casos, é impossível a referência ou o estudo de material-tipo. Poucos foram os trabalhos que buscam resolver problemas deixados pelas contribuições tradicionais, ou resolver conflitos levantados por novas pesquisas. Além disso, o “conceito taxonômico” é uma questão raramente abordada pelos protistologistas. Uma vez que um dos objetivos da nomenclatura taxonômica é a estabilidade (CORLISS 1972, PATTERSON & LARSEN 1992, RIDE *et al.* 1999), esta falha fundamental está fadada a criar confusão.

Um problema adicional deixado pelas contribuições passadas é a descrição de muitos táxons infrasubespecíficos. De acordo com o ICZN (RIDE *et al.* 1999) táxons descritos como forma, variedade, entre outros, em período anterior a 1961 (artigo 45.6.4) estão destinados a ser subespecíficos a não ser que o autor cite expressamente o ranking infra-subespecífico, o que raramente ocorre. Adicionalmente, o Princípio da Coordenação (Artigo 46) afirma que um táxon estabelecido em qualquer ranking no grupo de espécie está destinado a ser estabelecido, simultaneamente para as outras categorias do grupo. Portanto, as variedades e formas descritas antes de 1961 podem (e devem) ser consideradas como espécies. Desta maneira será necessário analisá-las e estabelecer se são espécies distintas ou estão em sinonímia com a espécie dentro da qual foram descritas.

Os problemas taxonômicos que surgem da existência de muitas variedades e formas, das práticas tradicionais de protistologia, e da falta de compatibilidade entre pesquisas prévias e contemporâneas são bastante evidenciados em vários grupos de protistas (PATTERSON & LARSEN 1992), corroborando assim a necessidade de pesquisas que comparem explicitamente os “insights” obtidos por pesquisadores prévios com dados revelados a partir de tecnologia recente. Este estudo deve ser feito sempre levando em conta os regulamentos do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (RIDE *et al.* 1999) de maneira a estabilizar os conceitos taxonômicos de espécies de protistas, e futuramente, permitir inferências mais precisas para pesquisadores em áreas derivadas. Um dos objetivos deste trabalho é trazer subsídios para essa discussão com o estudo das Tecamebas encontradas no Parque Ecológico do Rio Tietê, em São Paulo.

Trabalho taxonômico consistente com redescrição e elucidação das sinonímias de espécies descritas de maneira incompleta são importantes no entendimento de outros aspectos da biologia destes organismos, como distribuição, dispersão, ecologia (BOBROV & MAZEI, 2004), e ajudará a resolver questões como o conceito de espécie em organismos assexuados (SCHLEGEL & MEISTERFELD 2003, BOBROV & MAZEI 2004).

Em classificações tradicionais (ex.: DEFLANDRE 1953), as amebas estão compreendidas no Reino *Protista*, Filo *Rhizopoda* Schmarda, 1871, que engloba organismos capazes de formar pseudópodes dos tipos lobópode, filópode, actinópode ou reticulópode, sejam estes usados para locomoção ou alimentação. As primeiras classificações agrupavam, por conveniência, todas as amebas com lobópodes (inclusive os amebóides flagelados) na Classe Lobosea Carpenter, 1862 (LEVINE *et al.* 1980, BOVEE 1985).

Entretanto, devido a evidências ultra-estruturais e do ciclo de vida, os amebo-flagelados foram excluídos dos Lobosea, por possuírem crista mitocondrial discóide e dictiossomas típicos (Complexo de Golgi), e colocados na classe Heterolobosea (PAGE & BLANTON 1985; PAGE 1987). A distinção de ambas as classes foi confirmada por evidências da análise de seqüências da pequena sub-unidade ribossomal - SSU rRNA (CLARK & CROSS 1988; HINKLE & SOGIN 1993).

A posição filogenética dos amebóides amitocondriados (pelobiontes) tem sido bastante questionada. MARGULIS (1974) e MARGULIS *et al.*(1990) consideram estes organismos em um Filo separado, Archaeoprotista, ainda CAVALIER-SMITH (1987, 1993) e CORLISS (1994) consideram-nos pertencentes ao Filo Archamoeba. Por outro lado, PAGE (1987) considera-os numa classe dentro de Rhizopoda, enquanto Bovee (1985) como uma ordem dentro de Lobosea. Os entamebídeos amitocondriados, vistos por alguns como o modelo do eucarioto primitivo (BAKKER-GRUNWALD & WÖSTMANN 1993)

também foram transferidos para os Archamoeba (CAVALIER-SMITH 1987) e mais tarde para um Filo separado os Entamoeba (CAVALIER-SMITH 1993).

As primeiras filogenias baseadas em SSU rRNA sustentavam uma origem independente para pelobiontes, entamebídeos e as outras amebas mitocôndriadas com lobópodes (SOGIN 1991, HINKLE *et al.* 1994, SIMS *et al.* 1999) dando suporte para classificações que as separam em diferentes Classes e/ou Filos. As classificações recentes aceitam a polifilia das amebas com lobópodes, apoiando-se em dados ultra-estruturais e seguindo as filogenias baseadas em seqüências de RNA ribossomal, dividindo então as amebas com lobópodes em pelo menos três grupos (HAUSMANN & HÜLSMANN 1996; LEE *et al.* 2000).

Uma visão mais recente e oposta sugere que todos os *Lobosea*, com exceção dos *Heterolobosea* sejam monofiléticos (CAVALIER-SMITH 1998, CLARK & ROGER 1995), e neste caso, os pelobiontes e entamebídeos teriam perdido a mitocôndria secundariamente. Esta visão foi corroborada em análises de RNA ribossomal revisadas (CAVALIER-SMITH & CHAO 1996; CAVALIER-SMITH 2000, BOLIVAR *et al.* 2001, MILYUTINA *et al.* 2001) e mais tarde com a adição de seqüências de actina (FAHRNI *et al.* 2003).

Dentre os *Lobosea*, existem representantes popularmente chamados tecamebas (francês – “thecamoebiéns”; inglês – “testate amoebae”), termo que, segundo DEFLANDRE (1953) e BOVEE (1985) pode ser aplicado para rizópodes pertencentes a dois grupos distintos: Subclasse Testaceafilosea De Saedeleer, 1934 na Classe Filosea Leidy, 1879, cujos representantes formam pseudópodes do tipo filópode e Subclasse Testacealobosea De Saedeleer, 1934, na Classe Lobosea Carpenter, 1862, caracterizada pela presença de pseudópodes do tipo lobópode.

Trabalhos contemporâneos, seguindo o Princípio da Prioridade (ex.: Meisterfeld 2000) referem-se à Testacealobosea pelo sinônimo Arcellinida Kent, 1880, pois possuem a mesma composição. No entanto, o ranking dado à Arcellinida é Ordem.

Se pensarmos em termos de uma “identidade ultra-estrutural”, a maior parte das amebas, inclusive os Testacelobosea e os Testaceafilosea, estariam no grande grupo Ramicristates, cuja sinapomorfia é a presença de cristas mitocondriais tubulares e ramificadas, de acordo com PATTERSON (1999).

Entretanto, estudos recentes (NICOLAEV *et al.* 2005, SMIRNOV *et al.* 2005) baseados principalmente em genes e seqüências do RNAr da pequena subunidade ribossomal (SSU rRNA) sugerem que a Subclasse Testacealobosea (= Ordem Arcellinida Kent 1880) é monofilética e um dos ramos do grande grupo Tubulina, que compreende a maior parte das amebas com lobópodes. O grupo Tubulina é bastante semelhante em composição com Rhizopoda, onde tradicionalmente se encaixavam as amebas com lobópodes, e o uso de um ou outro nome ainda é discutido.

Por outro lado, membros da Subclasse Testaceafilosea agrupam-se, de maneira polifilética, com os Cercozoa (BOLIVAR *et al.* 2001, SMIRNOV *et al.* 2005) um grande grupo de eucariontes unicelulares que acomoda tanto os amebóides com filópodes e alguns grupos de flagelados pouco conhecidos.

Discussão sobre a distribuição geográfica de protistas tem tomado grandes proporções, pois um maior conhecimento tem permitido levantar questões bastante abrangentes. Para FINLAY (2002); FINLAY & CLARKE (1999); FINLAY & FENCHEL (1999); FINLAY *et al.* (1999, 2001), os protistas têm uma distribuição cosmopolita e mundial, então a diversidade global desses organismos deve ser baixa. Por outro lado, FOISSNER (1999a) afirma que existem protistas com distribuições geográficas restritas – ou até mesmo endemismo – não relacionadas com requerimentos ecológicos específicos, neste caso, a diversidade global deve ser grande.

No entanto, para inferir tais distribuições, nos deparamos com três vieses intrinsecamente conectados: metodológicos, ecológicos e taxonômicos.

O viés metodológico está relacionado às questões de raridade e sub-amostragem. Para inferir a raridade de protistas, é comum o uso de raciocínios equivocados como “este organismo é tão distinto morfologicamente que se existisse em outro lugar já teria sido amostrado” (FINLAY 2002). Este tipo de raciocínio pode fazer sentido para grandes espécies de vertebrados, mas levando em conta o tamanho e inconspicuidade dos protistas, se torna um raciocínio falho.

FINLAY *et al.* (2004) utilizam um exemplo bastante interessante para ilustrar esta situação: em um lago com a área de um hectare, onde a faixa produtiva do hipolimnio é de 1,75 m, ou seja, o volume total do lago que um protista pode habitar é de 6300 toneladas de água. Supõe-se que exista uma população de uma dada espécie de ciliado composta por um milhão de indivíduos. Esta cifra pode não

parecer consistente com a idéia de raridade. No entanto, levando em conta o volume médio de um ciliado, chega-se a conclusão de que cada indivíduo está cercado de 6,3 litros de água, tornando esta uma espécie que provavelmente nunca será amostrada utilizando métodos convencionais de coleta, mesmo em anos seguidos de amostragem.

Logo, espécies “raras” de protistas, ou seja, aquelas que ocorrem em ordens de magnitude onde a amostragem beira o impossível, podem ser encontradas em um único local, e devido a este problema intrínseco da metodologia em protistologia, vai ser considerada erroneamente endêmica.

O viés ecológico está relacionado com a capacidade de dispersão e ocupação de nichos. O lugar comum na microbiologia é a famosa frase atribuída aos bacteriologistas Martinus Willem Beijerinck e Sergey Winogradsky: “tudo (microbial) está em todo lugar” em relação à capacidade e facilidade de dispersão que estes organismos apresentam. A frase não está errada, mas sim incompleta.

A facilidade e natureza aleatória da dispersão de protistas levam a crer que estes organismos teriam a capacidade de chegar a todos os lugares do planeta, no entanto, somente podem se desenvolver e habitar aqueles lugares que oferecem nichos ecológicos que permitam que se desenvolvam. A frase, cunhada novamente por Finlay *et al.* (2004), fica: “um protista está onde seu habitat requerido ocorre”. Portanto, pensar em barreiras geográficas é inadequado na opinião de FINLAY e colaboradores (2002, 2004).

WILKINSON (2001) corrobora esta opinião ao realizar uma meta-análise dos inventários de tecamebas considerando dois pontos o mais distantes possíveis no planeta Terra e que apresentam as mesmas características ecológicas: o continente

Antártico e o Pólo Norte. Após comparar a composição das faunas, a conclusão é que aleatoriamente, todas as espécies menores de 150 µm têm a capacidade de se dispersar para todos os lugares do globo.

O que determina a taxa de dispersão dos organismos nesta faixa será, então, apenas relativa à abundância local da espécie, como explicitado por FINLAY *et al.* (2004) e FINLAY (2002), pois uma vez que o seu diminuto tamanho permite que inúmeros fatores o carreguem para qualquer local do globo em pouco tempo, o que determina sua taxa de dispersão é a quantidade de organismos que existem em um dado local. A analogia feita para melhor compreensão deste fenômeno é com a loteria: quando existe um pequeno número de pessoas concorrendo, a chance de cada um ganhar é alta, porém, a chance de ninguém ganhar é também alta. No entanto, com muitas pessoas concorrendo, a chance individual é baixa, porém, a chance de alguém ganhar é alta.

O controverso argumento da taxonomia é o terceiro e mais delicado viés, pois na identificação e separação das espécies se baseiam todas as afirmações subsequentes sejam elas biogeográficas ou ecológicas. FOISSNER (1997, 1998, 1999a) discorda da posição de que protistas possuem distribuições geográficas cosmopolitas pois há problemas de sub-amostragem e não há taxonomistas em número suficiente para se conhecer e descrever espécies, ou seja, ainda não conhecemos protistas o suficiente para estimar a diversidade global. Além disso as revisões taxonômicas são raras, e corre-se o risco de atribuir uma distribuição geográfica restrita a espécies cuja distribuição deveria ser mais ampla considerando as sinonímias e vice-versa.

Certamente, o exemplo exponencial nesta discussão foi o Arcellinida *Nebela vas* Certes, 1889, assunto principal e polêmico em pelo menos dois congressos (4th European Congress of Protistology e 10th European Conference on Ciliate Biology) e uma série de artigos em diversas revistas (FOISSNER 1997, 1998, 1999a; FINLAY 2002; FINLAY & CLARKE 1999; FINLAY & FENCHEL 1999; FINLAY *et al.* 1999, 2001; MITCHELL & MEISTERFELD 2005).

N. vas é uma tecameba grande (cerca de 200µm) e abundante registrada somente para o Hemisfério Sul, onde o esforço amostral para o conhecimento de potistas é muito pequeno. Não foi registrada para o Hemisfério Norte, onde o esforço amostral é maior. FINLAY *et al.* (2004) acreditam que a espécie exista na Europa, sob outro epíteto específico. MITCHELL & MEISTERFELD (2005) acreditam que realmente não foi reportada na Europa e que os sinônimos oferecidos por FINLAY *et al.* (2004) não são válidos. Nota-se neste ponto, a importância da taxonomia realizada de maneira objetiva e testável.

A ocorrência de tecamebas nas águas continentais e oceânicas do mundo é relativamente pouco conhecida, no entanto, vários levantamentos destes organismos realizados em diferentes partes do globo (OGDEN & HEDLEY, 1980), enfatizando, até o momento espécies ocorrentes na Europa e África.

Existem poucos estudos sobre as tecamebas na América do Sul e a maioria destes estudos foi conduzida somente a partir de observações ao Microscópio Óptico (ex.: BOLTOVSKOY 1956; BOLTOVSKOY e LENA 1966, 1971; DECLOITRE 1955; DIONI 1967, 1970; VUCETICH 1970, 1972, 1973, 1978).

DECLOITRE (1955) realizou levantamento de tecamebas que ocorrem na Venezuela, fornecendo listagem de espécies, com as respectivas caracterizações e distribuições geográficas, sendo uma referência importante nos trabalhos de identificação. Além disso, contém descrições de duas espécies novas.

DIONI (1967) apresentou listagem de espécies de tecamebas encontradas em Laguna Redonda, ao sul do Lago Don Felipe (Argentina). Já em seu trabalho de 1970, o autor ampliou seus estudos para as demais regiões do Lago Don Felipe e apresentou listagem das espécies encontradas, com as respectivas caracterizações, além das descrições de quatro espécies novas.

BOLTOVSKOY & LENA (1966) forneceram listas e desenhos das 17 espécies de tecamebas encontradas em Ushuaia (Argentina) e, em 1971, publicaram lista e desenhos das 14 espécies de tecamebas coletadas em Buenos Aires (Argentina).

Os trabalhos de VUCETICH (1970, 1972, 1973, 1978) com tecamebas da Argentina são bastante completos, apresentando detalhadas listas de espécies com sinonímias e respectivas caracterizações, além da descrição de cinco espécies novas.

No Brasil, os primeiros estudos que citam tecamebas são do início do século passado, quando PROWAZEC (1910), CUNHA (1913) e PINTO (1925) publicaram artigos com listas de espécies de protozoários. Apesar de ótimas referências para conhecermos a ocorrência dos organismos, eles não entram profundamente no estudo taxonômico dos organismos, pois os objetivos desses trabalhos estavam voltados para a área médica, que era o interesse na época.

Depois destes trabalhos pioneiros, somente em 1962, CLOSS & MADEIRA publicaram um levantamento de tecamebas e foraminíferos do Arroio Chuí, em Santa Vitória do Palmar, (RS), no extremo sul do país, de clima sub-tropical. A região costeira do arroio é constituída de águas mixohalinas, onde somente algumas espécies de tecamebas sobrevivem, uma vez que, em geral, são organismos adaptados ao ambiente de água doce (OGDEN & HEDLEY, 1980).

CLOSS & MADEIRA (1962) ressaltaram a necessidade de estudos sobre tecamebas como indicadores de ambientes paleo-ecológicos dos sedimentos e comentaram a dificuldade de identificação e diferenciação das tecamebas aglutinantes de alguns foraminíferos. Neste levantamento foram registradas apenas 11 espécies de tecamebas com carapaça aglutinada coletadas no sedimento.

Posteriormente, em 1967, CLOSS & MADEIRA fizeram levantamento de foraminíferos e tecamebas aglutinantes, desta vez na Lagoa do Tramandaí (RS). Esta é uma lagoa costeira, cuja maior dimensão é de aproximadamente 6 km, e a área

total é de 30 km², que tem uma ligação com o mar. Isto faz com que boa parte da lagoa seja de águas mixohalinas, o que favorece a existência de foraminíferos e dificulta a ocorrência de tecamebas. Mais uma vez, foram feitas somente amostras de fundo, e encontradas praticamente as mesmas 11 espécies de tecamebas registradas no trabalho desses autores, publicado em 1962.

GREEN (1975) realizou levantamento e estudos de associações ecológicas de tecamebas em cinco lagos no vale do Rio Suia Missu, (MT). Os organismos foram coletados apenas utilizando rede de fitoplâncton de malha 180 µm, tendo sido registradas 43 espécies, uma delas nova, pertencente ao grupo das *Testacealobosea*, e outra nova ocorrência de *Testaceafilosea* para o Brasil.

Após um período sem nenhum registro de estudos específicos para tecamebas, TORRES & JEBRAM publicaram em 1994 um levantamento das tecamebas ocorrentes na região de Porto Alegre (RS). Além dos ambientes já amostrados nos trabalhos citados anteriormente, como sedimento, água e raízes de plantas flutuantes, estes autores coletaram tecamebas em ambientes muscícolas, amostrando briófitas juntamente com 0,5 cm do sedimento e também tecamebas associadas a rochas e troncos situados junto e/ou abaixo do nível de água, por meio de raspagem do substrato.

Embora a diversidade de ambientes tenha sido grande, esses autores registraram apenas sete espécies de tecamebas, pertencentes a dois gêneros, *Arcella* Ehrenberg, 1830 e *Diffugia* Leclerc, 1815, número este muito mais baixo quando comparado aos registrados em trabalhos onde apenas um tipo de ambiente foi amostrado. Esse baixo número talvez possa estar relacionado à metodologia que TORRES & JEBRAM (1994) utilizaram. Estes autores separaram espécimes ainda vivos

de tecamebas em diferentes meios de cultura e somente após sucessivas divisões dos organismos, é que eles foram identificados. Dessa maneira, nem todos os indivíduos das espécies coletadas podem ter sobrevivido nos meios de cultura.

Esta metodologia contrasta com a de outros autores, como DECLOITRE (1955), VUCETICH (1972, 1973, 1978), GREEN (1975), HARDOIM & HECKMAN (1996) e VELHO *et al.* (1996), que simplesmente triam o material fixado a procura de tecamebas e CLOSS & MADEIRA (1962, 1967), CLOSS & MEDEIROS (1967) e BOLTOVSKOY & LENA (1966, 1971) que fixam a amostra em formalina neutralizada com bórax e depois coram o material com solução de Rosa de Bengala para diferenciar tecas vazias das que ainda abrigam protoplasma e, após secagem, separam as tecamebas com Tetracloreto de Carbono. .

DABÉS (1995) realizou estudo para descrever a composição de cinco lagoas marginais de inundação do Rio São Francisco. Seu trabalho é muito semelhante ao de GREEN (1975), coletando amostras com rede de plâncton, mas neste caso com malha de 35 µm. Ele identificou 32 espécies de tecamebas, das quais 22 coincidem com as citadas por GREEN (1975) para um ambiente bem distinto.

Os últimos trabalhos de levantamento de tecamebas no Brasil foram feitos por VELHO *et al.* (1996), VELHO & LANSAC-TÔHA (1996) e HARDOIM & HECKMAN (1996) e DULEBA & DEBENEY (2003).

VELHO *et al.* (1996), realizaram levantamento de zooplâncton em planícies de inundação do Rio Paraná (PR) em busca de tecamebas pertencentes apenas às famílias Arcellidae Ehrenberg, 1830 e Centropyxidae Deflandre. VELHO & LANSAC-TÔHA (1996) listaram as espécies da família Diffflugidae Awerintzew, 1906. Estes autores ressaltaram a necessidade de mais estudos sobre as tecamebas que ocorrem no

Brasil, pois elas são ainda pouco conhecidas e o aumento no conhecimento destes organismos proporcionará uma base para que eles sejam incluídos mais vezes em estudos ecológicos.

HARDOIM & HECKMAN (1996) publicaram artigo tratando dos *Sarcodina* Hertuig & Lesser, 1875 de vida livre e dos ciliados da região do Pantanal. Neste caso, foram utilizadas técnicas mais abrangentes de coleta, visando encontrar os organismos em seus diferentes habitats e caracterizando esta relação. Estes autores fizeram coletas de sedimento, de plâncton, e ainda de tecamebas e ciliados associados à vegetação flutuante, alcançando quase todos os tipos de habitats destes organismos. Eles encontraram 36 espécies de tecamebas, um número mais baixo do que seria esperado, mas que é explicado, no artigo, pelas características de sazonalidade do clima seco-úmido que ocorre nas planícies de inundação do Pantanal, permitindo, grosso modo, que somente espécies muito resistentes sobrevivam.

DULEBA & DEBENAY (2003) utilizaram as tecamebas, juntamente com foraminíferos como indicadores de poluição na Estação Ecológica de Juréia-Itatins, e ressaltaram as dificuldades e a necessidade de uma melhor compreensão das complexas relações entre o microorganismos e os parâmetros abióticos.

No caso dos trabalhos de GREEN (1975), DABÉS (1995) e HARDOIM & HECKMAN (1996) que são estudos ecológicos, estes autores consideram como tecamebas tanto os representantes da subclasse *Testacealobosea* como os da *Testaceafilosea*, pois esses organismos são altamente convergentes e ocupam praticamente os mesmos nichos ecológicos.

BOLTOVSKOY & LENA (1966, 1971), DIONI (1967,1970) e VUCETICH (1972, 1973, 1978), também consideram as duas subclasses ao fazer um levantamento destes

organismos, enquanto que CLOSS & MADEIRA (1962, 1967), CLOSS & MEDEIROS (1967) e DULEBA & DEBENAY (2003) consideraram apenas as tecamebas aglutinantes, pois estas eram coletadas juntamente com os foraminíferos bentônicos. TORRES & JEBRAM, 1994, devido à metodologia utilizada, estudaram apenas dois gêneros de *Testacealobosea*. VELHO *et al.* (1996) e VELHO & LANSAC-TÔHA (1996), são os primeiros a considerar apenas os *Testacealobosea*.

Logo, pode-se perceber que os trabalhos realizados com tecamebas na América do Sul e Brasil, foram feitos com objetivos distintos e os aspectos abordados nas publicações diferem e dificultam a comparação. Torna-se necessário então, a padronização de um método e novos estudos taxonômicos e ecológicos destes organismos, pois segundo FOISSNER (1999b), omitir as tecamebas dos estudos ecológicos recentes é um infeliz erro, pois esses organismos têm grande potencial como bioindicadores devido à alta biomassa, abundância considerável, grande diversidade, distinta distribuição e facilidade de contagem e identificação quando comparados com outros protistas.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivos descrever espécies de Arcellinida encontradas no Rio Tietê, São Paulo e trazer sugestões no sentido de contribuir para uma prática taxonômica mais objetiva, padronizada e consistente não somente no âmbito dos Arcellinida, mas em qualquer outro grupo de protistas. Pretende-se trazer subsídios que permitam inferências mais explícitas, ou pelo menos suposições bem fundadas para pesquisadores em áreas que dependem da taxonomia.

A grayscale microscopic image of a mineral specimen. The image shows a complex arrangement of mineral grains. Some grains are large and angular, while others are smaller and more rounded. The textures vary, with some areas appearing smooth and others more crystalline or fibrous. The overall composition is a dense, interlocking pattern of different mineral phases.

Materiais e Métodos

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram feitas duas coletas no Parque Ecológico do Rio Tietê, localizado na Rodovia Ayrton Senna, São Paulo-SP, km 17 (Fig.1).

Dois tipos de ambientes de interesse foram amostrados: o Rio Tietê e uma Lagoa marginal. Em cada um dos ambientes foram feitas coletas de tecamebas associadas a dois micro-habitats distintos: as raízes de plantas aquáticas e o sedimento. As coletas referentes à Lagoa marginal, tanto de fundo quanto de raízes de plantas aquáticas foram feitas na localidade 23°29'055"S e 46°30'939"W, e aquelas referentes ao Rio Tietê foram feitas na localidade 23°29'374"S e 46°31'500"W. Portanto, foram amostradas tecamebas associadas:

- às raízes de plantas aquáticas do Rio Tietê,
- às raízes de plantas aquáticas da Lagoa marginal,
- ao sedimento do Rio Tietê,
- ao sedimento da Lagoa marginal

As duas coletas foram feitas em estações climáticas distintas, sendo a primeira na estação chuvosa e quente (fevereiro 2004) e a segunda na estação seca e fria (agosto 2004) para evitar que espécies que encistam fossem sub-amostradas, ou até mesmo não coletadas.

Para amostrar os ambientes de interesse habitados por tecamebas, foram empregados dois métodos de coleta:

- Para a coleta de tecamebas associadas a raízes de plantas flutuantes, adaptou-se o método descrito por DIONI (1967, 1970), onde uma bandeja de 500cm² de superfície é colocada embaixo das plantas flutuantes e

levantada, sendo o material coletado acondicionado em recipientes plásticos fechados com volume padronizado em 2L e transportado para o laboratório, onde foi fixado em formol 5% neutralizado.

- Para a coleta de sedimento, usamos uma caneca plástica com 10cm de altura e 7,5 cm de diâmetro acoplada a um longo bastão de madeira, sendo o material coletado acondicionado em recipientes plásticos de 2L, fechados e levados para o laboratório, onde foi fixado em formol 5%, neutralizado.

Os materiais coletados e fixados foram filtrados em uma série de tamises (Fig. 2), com o objetivo de obter somente o componente da amostra cuja granulação correspondesse ao tamanho das tecamebas. O primeiro tamis, com malha de 1 mm, foi utilizado para retirar componentes mais grosseiros, como folhas e gravetos; o segundo, com malha de 500 μm e o terceiro de 38 μm , foram usados para selecionar o material a ser analisado que correspondeu ao sedimento retido entre estes dois últimos tamises. O volume final da amostra foi 200 ml para cada um dos 2 litros iniciais. Ao final deste procedimento, obteve-se, portanto quatro frascos de 200 ml para cada coleta, totalizando 8 amostras peneiradas para análise.

Este material foi então conservado em álcool 70% e corado com Rosa de Bengala para confirmação de que a teca abrigava citoplasma no momento da fixação. Desta maneira, temos o dado de quais espécies de organismos vivem em cada habitat, evitando, por exemplo, computar em uma amostra de sedimento uma tecameba que vive associada a raízes ou na coluna d'água que tenha morrido e a teca depositada sobre o fundo. Tecas vazias, no entanto, foram igualmente identificadas, medidas e registradas.

Apesar da peneiração, a quantidade de material resultante foi muito grande e as amostras não foram triadas na íntegra, tendo sido estabelecidas alíquotas. Cada alíquota consistiu de cerca de 2 ml do componente tâmisado retirado com uma pipeta Pasteur após homogeneização da amostra e colocado em uma placa de Petri para triagem sob microscópio estereoscópico.

Para estabelecer a quantidade de alíquotas a serem analisadas em cada amostra, foi realizado um estudo de estimativa de biodiversidade para atingir um ponto ótimo entre esforço amostral e riqueza registrada. Isto foi feito por meio de um estudo piloto com material aleatoriamente retirado de amostras da Coleta 1. Foram extraídas 18 alíquotas de 2 ml integralmente triadas e as espécies identificadas. Utilizando o software EstimateS (COLWELL 2004) um gráfico do tipo “curva do coletor” (Fig. 3) foi obtido plotando vários estimadores estatísticos de riqueza.

Este gráfico evidencia que a curva de espécies atinge uma assíntota em torno de 4 à 7 alíquotas, ou seja, qualquer esforço amostral superior a 7 alíquotas trará pouco incremento no número de espécies obtido. Levando em conta que cada alíquota neste estudo teve, em média, cerca de 200 indivíduos misturados ao sedimento, o tempo dispendido para analisar cada alíquota foi um fator limitante. Ficou estabelecido que a análise de quatro alíquotas por amostra seria suficiente para registrar uma porcentagem significativa da biodiversidade. Os dados dessa triagem experimental serviram apenas para padronização de uma metodologia de triagem e não foram incluídos no presente trabalho.

Sumarizando, foram analisadas quatro alíquotas de 2 ml retiradas do conteúdo peneirado de 200 ml provindos de cada um dos 8 recipientes originais de

2 litros, num total de 32 alíquotas analisadas. Isto corresponde a 800 ml do total de 16 litros coletados em campo, o que corresponde a apenas 5% da coleta inicial.

Conforme recomenda FINLAY *et. al* (2001), todo esse trabalho foi realizado por apenas uma pessoa (o autor deste trabalho) para que o erro seja padronizado.

Cada indivíduo encontrado foi identificado, observado quanto a condição de seu citoplasma (presente ou ausente) e, usando graticula, foi medido segundo os parâmetros morfométricos estabelecidos (comprimento da teca, largura da teca, altura da teca, diâmetro da abertura, número e comprimento de espinhos).

Desde que possível, um mínimo de 50 indivíduos por espécie foram armazenados para posterior descrição detalhada. A escolha dos indivíduos foi feita buscando obter uma maior representatividade possível de formas e tamanhos para cada espécie.

Para retirar os indivíduos das sub-amostras e armazená-los em Eppendorfs, foi necessário desenvolver um aparato (Fig. 4) utilizando um micromanipulador comum e adaptando em sua extremidade uma pipeta Pasteur. Esta foi conectada por meio de cânulas à uma seringa, o que permitiu a remoção das tecamebas sem causar grande distúrbio na alíquota e evitou a mistura entre o sedimento já triado com o não triado presentes na placa de Petri. Além disso, esse procedimento minimizou a quantidade de álcool aspirado pela pipeta juntamente com as tecamebas, evitando assim excesso desse líquido quando transportado para o Eppendorf, e que a reposição de álcool na placa de Petri causasse turbulência na sub-amostra, misturando o sedimento.

Após a triagem, os organismos separados tiveram destinos distintos. Alguns foram reservados para observação em microscopia óptica e outros para Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Para a observação em microscopia óptica, foram feitas lâminas semi-permanentes usando glicerina que permite, por suas características viscosas, que o material seja colocado em posição propícia para o exame de detalhes imprescindíveis de sua estrutura (DIONI, 1970). Cada uma das espécies, desta maneira, pode ser observada em maior detalhe, permitindo assim que sejam feitos desenhos, fotos, medidas e a própria descrição dos espécimes observados.

As preparações para observação em Microscópio Eletrônico de Varredura seguem OGDEN & HEDLEY 1980 e YANG e colaboradores (YANG *et al.* 2004, YANG & SHEN 2005), com algumas modificações.

Tecas de indivíduos das espécies a serem analisadas foram limpas por meio de sucessivas passagens em água destilada, através de um pequeno recipiente com uma malha de 20 µm para reter os espécimes. Após esse procedimento, as tecas de representantes dos gêneros *Diffugia*, *Lesquereusia*, *Netzelia* e *Centropyxis*, que possuem dimensões relativamente maiores e maior robustez na teca devido à natureza aglutinada, foram colocadas em lâminas sem lamínula para secar a temperatura ambiente. Após a secagem, foram transferidas usando a eletricidade estática de um fio de cabelo para o stub previamente coberto com substância adesiva, obtida a partir da diluição de fita adesiva comercial em clorofórmio.

Esta técnica permitiu posicionar as tecas na posição desejada. Tecas dos indivíduos pertencentes ao gênero *Arcella*, que são relativamente pequenas e mais frágeis, sofreram desidratação em série de álcool e foram secas diretamente no

stub. Após a preparação, os stubs foram cobertos por uma fina camada de ouro, e observados sob Microscópio Eletrônico de Varredura da marca Zeiss, modelo DSM-940 operando de 10 a 25 kV no Laboratório de Microscopia Eletrônica – IBUSP.

A terminologia utilizada em trabalhos que envolvem tecamebas é pouco estabelecida, sendo que diferentes denominações são usadas por diferentes ou até mesmo pelo mesmo autor (FOISSNER & KORGANOVA, 2000). Portanto, no presente estudo as descrições seguem o seguinte padrão:

- Forma da teca: compreende a forma geral da teca, e se o contorno é bem definido ou irregular.
- Composição da teca: compreende a forma, natureza e distribuição das partículas que compõe a teca; organização da matriz orgânica cimentante; cor da teca; textura da superfície da teca.
- Complexo apertural: compreende o conjunto de estruturas que delimitam e circundam a abertura, cujo diâmetro foi medido.
- Polaridade: os termos região apertural e abapertural foram propostos em substituição aos inapropriados termos oral e aboral.

Para cada espécie foram feitas medidas de estruturas e eixos diferentes, apropriados para cada caso, estas informações estão esquematizados nas secções pertinentes (Figs. 5, 19, 25, 35, 43, 54, 76, 86, 99, 108, 119, 130, 149).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando os programas Systat 10 (SPSS INC., 2000) e Statistica 6.0 (STATSOFT INC. 1995).

Na descrição de cada espécie, seguindo o nome, foi compilada uma lista de sinônimos, quando existentes, e logo em seguida, uma lista de Dados Previamente Reportados, na tentativa de melhor delimitar o conceito taxonômico de cada espécie.

Esta iniciativa segue o conceito de Cresônímia, introduzido por LERENARD (2003), que busca o “uso” do nome. Desta maneira, como poucos autores em protistologia compilaram listas sinonímicas, pode-se delimitar ao menos como o nome específico tem sido usado.

Na lista de Cresônimos, entre parênteses está discriminada com uma abreviatura o tipo de informação que o trabalho traz: desc – descrição, dim - dimensões, eco - ecologia, geo – distribuição geográfica, syn – lista sinonímica, SEM – imagens ao Microscópio Eletrônico de Varredura.

A grayscale scanning electron micrograph (SEM) showing a dense field of cells. The cells exhibit various morphologies, including spherical, elongated, and rod-like shapes. Some cells have a textured, granular surface, while others appear smoother. The overall composition is a complex, overlapping arrangement of these cellular structures.

Resultados e Discussão

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas espécies pertencentes a quatro famílias e cinco gêneros:

Família Diffugiidae Wallich, 1864

Gênero *Diffugia* Leclerc, 1815

Diffugia corona Wallich, 1864;

Diffugia gramen Pénard, 1902;

Diffugia lanceolata Pénard, 1890;

Diffugia claviformis Pénard, 1899;

Diffugia gigantea Chardez, 1967

Família Centropyxidae Jung, 1942

Gênero *Centropyxis* Stein, 1857

Centropyxis aculeata (Ehrenberg, 1838)

Família Lesquereusiidae Jung, 1942

Gênero *Netzelia* Ogden, 1979

Netzelia wailesi (Ogden, 1980)

Gênero *Lesquereusia* Schlumberger, 1845

Lesquereusia modesta Rhumbler, 1895;

Família Arcellidae Ehrenberg, 1843

Gênero *Arcella* Ehrenberg, 1832

Arcella hemisphaerica Perty, 1852;

Arcella gibbosa Pénard, 1890;

Arcella discoides Ehrenberg, 1871;

Arcella brasiliensis Cunha, 1913

Cada Família será apresentada em uma Secção distinta, onde as espécies serão descritas e discutidas. Optou-se por esta forma de apresentação devido a uma necessidade de detalhar melhor as diagnoses e discutir as características de identificação de cada espécie comparativamente às suas semelhantes. Ao final da Secção de cada família, existe uma discussão das questões levantadas e pertinentes somente àqueles organismos. Após a apresentação e a discussão por famílias, será feita uma discussão geral com o objetivo de levantar e comparar os aspectos pertinentes a todas as famílias e que podem ser compreendidos de forma mais abrangente dentro da Protistologia.

Secção 1.

Família Diffugiidae Leclerc, 1815

SECÇÃO 1. FAMÍLIA DIFFLUGIIDAE WALLICH, 1864

A família Diffugiidae Wallich, 1864, formada por organismos com a teca composta apenas de grãos minerais e diatomáceas aglutinados por uma matriz orgânica cimentante, com a abertura terminal, consta de 11 gêneros (MEISTERFELD 2000) dos quais apenas *Diffugia* Leclerc, 1815 foi registrado na presente pesquisa.

Apesar de *Diffugia* ser um gênero bem definido de tecamebas, há considerável incerteza na delimitação das espécies. Existem descrições de cerca de 300 espécies e 200 táxons sub e infrasubespecíficos (OGDEN 1983, MEISTERFELD 2000). Tais descrições foram, em sua maioria, feitas a partir de observações ao microscópio óptico, o que dificulta comparações detalhadas quanto à estrutura, a forma e a composição da teca (OGDEN & ŽIVKOVIĆ 1983).

Além disso, apenas em poucos casos os tipos foram designados. Por exemplo, GAUTHIER-LIÈVRE & THOMAS (1958), na mais completa revisão do gênero realizado em solo africano (OGDEN 1983) descreveram 129 táxons, dos quais 45 novos para a ciência, mas os tipos não foram designados.

No presente trabalho foram encontradas cinco espécies do gênero *Diffugia* ocorrentes nas águas poluídas do Parque Ecológico do Rio Tietê. Estas observações estendem a circunscrição das espécies, e trazem nova luz nos âmbitos da morfologia, biometria, ecologia e distribuição de *Diffugia*.

Gênero *Diffugia* Leclerc, 1815

Diffugia corona Wallich, 1864

Diffugia corona Wallich, 1864

Pranchas IIa, IIb; Figs. 5 a 18

Sinônimos

Diffugia proteiformis Ehrenberg subespécie *globularis* Dujardin variedade *corona*. Wallich, 1864

Diffugia corona ecornis Gauthier-Lièvre et Thomas, 1958 (publicado como *Diffugia corona* var. *ecornis*) syn. nov.

Dados Previamente Reportados (Cresônimos)

Diffugia proteiformis Ehrenberg *globularis* Dujardin var. *corona*. Wallich, 1864:240-241 pl. 15, figs. 4b, c (desc)

Diffugia corona – Daday, 1905:13-14 (desc, dim, geo); Deflandre, 1926:523-525 (desc, dim, geo, syn); Štěpánek, 1952:16-17 (desc, dim); Boltovskoy, 1956:307-308 fig. 5 (desc, geo, syn); Gauthier-Lièvre et Thomas, 1958:254-256, fig. 2a (desc, dim, eco, geo); Closs et Madeira, 1962:8-9 (desc, dim, geo, syn); Closs et Madeira, 1967:14 (desc, dim, geo); Vucetich, 1972:277-278 (desc, dim, eco, geo, syn); Vucetich, 1973:301 (desc, dim, eco, geo, syn); Ogden et Hedley, 1980:128-129, figs. A-D (desc, dim, geo, SEM); Ogden et Živkovic, 1983:346-348, fig. 4a-d (desc, dim, eco, geo, SEM); Medioli et Scott, 1985:27 fig. 2a, b (desc, syn); Dekhtyar, 1993:11-13, figs 4a-f (não *Protocucurbitella coroniformis* Gauthier-Lièvre et Thomas, 1960; desc, dim, eco, geo, syn, SEM); Torres et Jebram, 1994:72 (desc, dim, eco); Velho et Lansac-Tôha, 1996:179-181 figs. 1, 1a (desc, dim, geo); Blanco, 2001 (desc, dim); Zapata et al., 2002:24 (desc, dim, geo); Bobrov et Mazei, 2004:136 (dim)

Diffflugia corona ecornis – Gauthier-Lièvre *et* Thomas, 1958:256-258, fig. 3
(publicado como *Diffflugia corona* var. *ecornis*)

Material examinado: 683 espécimes sob MO, 26 sob MEV; 42 micrografias feitas por Colin G. Ogden depositadas no Natural History Museum, Londres (NHM)

Morfologia

Teca sub-esférica a esférica (Fig. 5a, 6), circular em vista apertural (Fig. 5b, 6 e 7). Espinhos cônicos (Fig. 8) e ocos inseridos em número variável na linha média até a região abapertural (Figs. 6 e 7). Superfície da teca lisa (Fig. 9), partículas agregadas achatadas raramente interrompendo o aspecto circular do contorno. Toda a teca composta de pequenos grãos de areia, partículas de quartzo arredondadas e estruturas cilíndricas de natureza exógena, ambas sempre achatadas (Figs. 9, 10) todas aglutinadas por uma matriz orgânica cimentante lisa (Fig. 10). Região interna da teca coberta por matriz orgânica. Paredes da teca homogêneas em espessura (Fig. 11), exceto pela abertura mais espessa.

Abertura terminal, circular, com 9 a 15 lobos denticulados (Fig. 12). Complexo apertural delimitado por um contorno particulado da teca e um colar de cimento orgânico. As partículas delimitam uma borda circular e uma matriz orgânica cobre o bordo livre formando lobos (Fig. 13). Cobertura apertural espessa, cada lobo uma estrutura oca na parte mais exterior. Cada lobo se estende a curta distância para o interior da teca como uma sólida coluna, observadas em MO como estruturas cilíndricas perpendiculares ao contorno da abertura; ao MEV, é possível notar que cada lobo apresenta, no bordo de cada coluna, uma ou duas fileiras de protuberâncias aculeiformes (Fig. 14) que variam em número, forma e comprimento

(de 3 a 4 μm). As protuberâncias podem ser distribuídas aleatoriamente, não necessariamente em fileiras.

Biometria

A caracterização biométrica dos espécimes de *Diffugia corona* encontrados no presente trabalho está sumarizada na Tabela I. As medidas analisadas mostraram-se altamente variáveis ($CV = 25,2 - 67,0$), sendo que o menor erro padrão (0.11) foi verificado para o número de espinhos cônicos.

A análise da distribuição de frequências de medida indica que *D. corona* apresenta uma classe principal de tamanho e uma grande amplitude de medidas para todos os caracteres. As menores tecas têm um terço do tamanho das maiores. A altura da teca varia de 80 a 330 μm , mas 58% estão dentro dos limites de 160 a 240 μm . A análise de frequência do diâmetro da teca apresenta resultados semelhantes. Quanto ao diâmetro da abertura, a principal classe de tamanho é ainda menor, onde 67% das medidas estão entre 70-120 μm . O tamanho dos espinhos cônicos variou de 20 a 40 μm em 70% das tecas analisadas. O número de espinhos variou de 0 a 10, mas em 86,4% dos casos, está restrito a 3-5.

Todas as medidas em *D. corona* são positivamente correlacionadas umas as outras (Tabela II), exceto o número e espinhos que não é significativamente correlacionado com o diâmetro da teca e comprimento dos espinhos. A Tabela III mostra razões entre os valores morfométricos.

Ecologia e Distribuição Geográfica

Diffugia corona é registrada para África, Ásia, Europa, América do Sul e do Norte (OGDEN & HEDLEY 1980, OGDEN & ŽIVKOVIC 1983). Registros foram feitos a partir de amostras de plâncton, sedimento e perifíton. No presente estudo, a maioria dos

organismos (46.76%) foi encontrada em ambientes de perifiton, como as raízes de plantas aquáticas no Rio propriamente dito (Tabela IV), confirmando observações prévias (Tabela V).

Observações: a forma e a composição da teca de *D. corona* registradas neste trabalho estão de acordo com estudos recentes realizados sob MEV (OGDEN & HEDLEY 1980, OGDEN & ŽIVKOVIC 1983, DEKHTYAR 1993), mas a complexa arquitetura apertural dessa espécie é descrita aqui pela primeira vez. Com base na análise de micrografias do material identificado por Colin G. Ogden e depositado na coleção de protistas do Natural History Museum (NHM), cedidos pelo Dr. Alan Warren, pode-se verificar que o complexo apertural coincide com a presente descrição. Alguns dos espécimes registrados por Ogden possuem um bordo apertural construído em sua maior parte por partículas aglutinadas, enquanto os encontrados no Rio Tietê sempre o fazem exclusivamente com material orgânico.

Em comparação a estudos prévios (Tabela VI), *D. corona* apresenta, em todo o mundo, uma grande amplitude de medidas. O presente estudo encontrou uma maior variação dentro de uma mesma população, e isso é atribuído ao tamanho da amostra (n=683).

Observações taxonômico – nomenclaturais quanto a *Diffugia corona* var. *ecornis* Gauthier-Lièvre et Thomas, 1958

De acordo com o ICZN (RIDE *et al.* 1999), *Diffugia corona* var. *ecornis* deve ser considerada como *Diffugia corona* subespécie *ecornis*, porque foi descrita antes de 1961 como uma variedade e está destinada portanto a ser tratada como subespécie (artigo 45.6.4).

Não é possível distinguir *Diffflugia corona ecornis* dos indivíduos observados aqui e em outros trabalhos identificados como *Diffflugia corona*. O presente estudo encontrou 76 espécimes sem espinhos, dos quais 15 foram examinados ao MEV. Todas as características morfológicas desses exemplares, como: forma da teca (Fig. 15); lobos da abertura (Fig. 16); composição da teca (Fig. 17); protuberâncias aculeiformes nos lobos (Fig. 18) – e valores biométricos (Tabela I) são como em *D. corona*. Esses dados sugerem que os espécimes sem espinhos fazem parte de um contínuo dentro de *Diffflugia corona* e que os nomes *Diffflugia corona* var. *ecornis*, *Diffflugia corona ecornis* e *Diffflugia ecornis* devem ser sinonimizados com *D. corona corona* (criada a partir do Princípio da Coordenação, artigo 43.1).

O que se observou para *D. corona* pode ser indicativo de uma tendência mais geral entre os protistas unicelulares assexuados. Muitas descrições antigas são inadequadas para distinguir táxons de acordo com princípios atuais (MEISTERFELD 2000). Pequenas amostragens subestimam as variações biométricas nas populações e à medida que um maior número de indivíduos é analisado, as amplitudes de medidas e de outros atributos dentro de uma espécie tendem a aumentar. Desta maneira, o conceito taxonômico da espécie em questão vai expandir, e, táxons previamente designados como variedades e/ou subespécies tenderão a perder suas identidades.

Gênero *Diffugia* Leclerc, 1815

Diffugia gramen Pénard, 1902

Diffflugia gramen Pénard, 1902

Prancha III; Figs. 19 a 24

Dados Previamente Reportados (Cresônimos)

Diffflugia gramen – Pénard, 1902:281; Deflandre, 1926:518 (eco, syn); Štěpánek, 1952:17 (desc, dim, eco); Gauthier-Lièvre *et* Thomas, 1958:257 Pl I figs a-e (desc, dim, eco, geo, syn); Štěpánek *et* Jiří, 1958:139, fig. 1 (desc, dim, eco, syn); Green, 1975:550 (eco, geo); Vucetich, 1970:45 (syn), 1972:275, fig. 4 (desc, dim, eco, geo, syn), 1973:302, fig. 25 (desc, dim, eco, geo, syn), 1978:81 (eco); Velho *et* Lansac-Tôha, 1996:182 Pl I figs 6, 6a (desc, dim, eco, syn); Ogden, 1980b:125 figs 1-6 (desc, eco, dim, SEM), 1983:50 (desc, eco, dim); Ogden *et* Meisterfeld, 1989:121 figs 5, 6, 23, 24 (desc, dim, eco, geo, syn, SEM)

Material examinado: 192 espécimes sob MO, 16 espécimes sob MEV

Morfologia

Teca esférica a ovóide (Figs. 19a, 20), levemente afilada na região apertural, circular em vista apertural (Fig. 19b). Contorno regular, por vezes interrompido por uma partícula maior (Fig. 21). Toda a teca composta de alguns grãos minerais grandes e muitos pequenos, em sua maioria grandes partículas de quartzo e entre estas estão as pequenas, em geral esféricas, cimentadas por uma matriz orgânica (Fig. 22). Superfície da teca levemente rugosa. Matriz cimentante lisa, entre as partículas (Fig. 22), às vezes apresentam pequenas perfurações.

Abertura terminal, com 3 a 4 lobos (Figs. 19a, 20 e 23), delimitados por um colar irregular levemente em relevo, construído com pequenas partículas aglutinadas

– pequenos grãos de areia e estruturas cilíndricas – e matriz orgânica cimentante lisa, evidenciada por protuberâncias aculeiformes (Fig. 24). Um anel de poros na matriz orgânica envolve a abertura imediatamente exterior ao colar (Fig. 23).

Biometria

Todos os caracteres analisados apresentam alta variabilidade (CV entre 18,7 e 31,5) e baixo erro padrão da média (0,79) é observado apenas para o diâmetro da abertura (Tabela I). A análise da frequência de medidas revela que todos os caracteres possuem uma grande amplitude, mas todas apresentam uma classe principal de medidas: para comprimento da teca, 54,6% das medidas estão entre os limites de 90 a 110 μm ; para o diâmetro da teca, 52,58% estão entre 60-100 μm ; para diâmetro da abertura 77,04% estão entre 20-40 μm . A Tabela II mostra que todos os caracteres são positivamente correlacionados. A Tabela III mostra razões entre os valores morfométricos.

Ecologia e Distribuição Geográfica

Diffugia gramen é registrada em todos os continentes (OGDEN & HEDLEY, 1980). Espécimes podem ser encontrados em plâncton, perifiton e no sedimento. Na América do Sul, registros foram feitos por DEFLANDRE (1926), DECLOITRE (1955), VUCETICH (1972, 1973, 1978). Para o Brasil, registros foram feitos no Rio de Janeiro (WAILES 1913, CUNHA 1913), Mato Grosso (GREEN 1975), Minas Gerais (DABES 1995), e Mato Grosso do Sul (VELHO & LANSAC-TÔHA 1996) onde a espécie foi encontrada associada às raízes de plantas aquáticas.

A maioria dos organismos (62.58% do total) foi encontrada em habitats lênticos (Tabela IV), preferivelmente associadas ao sedimento (40.53%). Trabalhos

prévios não observaram isto (Tabela VII). Uma associação com o perifíton foi indicada por Vucetich (1973), OGDEN (1980b) e OGDEN & MEISTERFELD (1989).

Observações: a redescrição feita por OGDEN (1980b) da espécie *Diffflugia gramen* coincide com os dados do presente e de outros trabalhos (PÉNARD 1902; GAUTHIER-LIÈVRE & THOMAS 1958; ŠTĚPÁNEK & JIŘÍ 1958; VUCETICH 1972, 1973; VELHO & LANSAC-TÓHA 1996; OGDEN & HEDLEY 1980; OGDEN 1983; OGDEN & MEISTERFELD 1989; ver Tabela VI).

Apesar da semelhança entre os dados morfológicos no material do presente trabalho, pode-se registrar maior amplitude de variação nos caracteres da teca, isto se deve ao fato do presente trabalho incluir mais indivíduos do que estudos prévios (Tabela VI). A maioria das observações prévias fornece medidas que caem dentro da abrangência observada para todos os caracteres, exceto para os mencionados por GAUTHIER-LIÈVRE & THOMAS (1958) e OGDEN (1983), que observaram indivíduos menores. O presente estudo estende o tamanho máximo para esta espécie. OGDEN (1983) observou que uma característica comum para duas populações britânicas em Norfolk (OGDEN 1980b, 1983) é a razão diâmetro da abertura/comprimento da teca ($0,32 \pm 0,04$ e $0,34 \pm 0,04$), e no presente estudo esta razão foi confirmada ($0,35 \pm 0,09$, Tabela III).

OGDEN (1980b) e OGDEN & MEISTERFELD (1989) observaram que a textura e composição da teca varia de um contorno liso composto de finos grãos de areia até um contorno rugoso, composto de grãos de areia de médio tamanho, por vezes, interrompendo o contorno da teca, enquanto o presente estudo observou uma situação intermediária onde a teca é produzida com os dois tipos de grãos, e quando

a teca apresenta uma textura rugosa, o aspecto circular do contorno é raramente interrompido.

Os colares aperturais observados aqui são mais claramente delineados que os previamente descritos (OGDEN & HEDLEY, 1980; OGDEN 1980b, 1983; OGDEN & MEISTERFELD 1989), e compostos de grãos de areia juntamente com material orgânico. Os poros ao redor da abertura são menores e mais esparsos do que os observados por OGDEN (1980b).

A mais conspícua variação observada se refere ao material cimentante. OGDEN (1980b) e OGDEN & MEISTERFELD (1989) mostram um matriz cimentante arranjada em forma de rede, enquanto o presente trabalho revela uma textura lisa.

Gênero *Diffugia* Leclerc, 1815

Diffugia lanceolata Pénard, 1890

Diffflugia lanceolata Pénard, 1890

Prancha IV; Figs. 25 a 34

Dados Previamente Reportados (Cresônimos)

Diffflugia lanceolata: Pénard, 1890:145-146, pl. IV, figs 59,60; Decloitre, 1954:107-108, fig. 25 (dim); Vucetich, 1973: 311, pl. V, fig. 43 (desc, dim, geo); Ogden *et* Hedley, 1980:140, pl 59, figs A-D (desc, dim, geo, SEM); Ogden, 1983:11, figs 6a-6f (desc, dim, geo, syn, SEM)

Material Examinado: 149 espécimes sob MO, 10 sob MEV

Morfologia

Teca piriforme, alongada (Figs. 25 a 29), sendo algumas mais cilíndricas (Figs. 26 a 28) e outras em forma de gota (Figs. 28 e 29), circular em vista apertural. Extremidade abapertural varia de uma semi-circunferência (Fig. 27) a acuminada (Figs. 26 e 28 a 30). Teca de contorno regular, com partículas achatadas de quartzo (Fig. 31) e frústulas achatadas de diatomáceas, arranjadas como um quebra-cabeça, cujas peças não se sobrepõe (Fig. 32), portanto; paredes da teca finas e superfície lisa e com aspecto polido. Partículas são aglutinadas por unidades circulares de cimento orgânico (Fig. 31).

Abertura terminal, circular (Fig. 25), complexo apertural construído com partículas achatadas ou arredondadas, cobertos por várias camadas de cimento orgânico (Fig. 33), cujo padrão da matriz é similar ao encontrado no resto da teca, o que evidencia que seja construído com o mesmo material (Fig. 34).

Biometria

Todos os caracteres são variáveis (CV entre 15,1 e 18,4), apresentando alto erro padrão da média (SE = 0,56-2,16), como está sumarizado na Tabela I. A análise da frequência de tamanhos evidencia que todos os caracteres apresentam uma grande amplitude de medidas, mas sempre é possível distinguir uma classe principal: para diâmetro da teca, 63,75% das medidas estão dentro dos limites de 80 a 90 μm ; para comprimento da teca, 70,46% estão entre 180-200 μm ; para diâmetro da abertura, 73,82% esta entre 30-40 μm . A Tabela II mostra que todas as características estão mutuamente correlacionadas. A Tabela III mostra razões entre os valores morfométricos.

Ecologia e Distribuição Geográfica

D. lanceolata é registrada para África, Ásia, Europa, América do Sul e do Norte (Tabela II). Na América do Sul, os registros são da Argentina (Vucetich 1973), Venezuela (Grospietsch 1975) e, Brasil, em Mato Grosso (Hardoim *et* Heckman 1996) e Goiás (Lansac-Tôha *et al.* 2000). No presente estudo 87,2% dos indivíduos foram encontrados associados às raízes de plantas aquáticas do rio propriamente dito (Tabela IV).

Observações: as características da teca estão em completo acordo com a diagnose de *D. lanceolata* descrita em Ogden (1983) e Ogden & Hedley (1980). Variações observadas na população do Rio Tiete dizem respeito à forma geral da teca e região abapertural. Apesar de essas variações serem reportadas na literatura, nunca havia ocorrido na mesma população. Os menores e maiores indivíduos conhecidos desta espécie foram encontrados neste estudo, estendendo a abrangência morfométrica conhecida (Tabela VI).

Gênero *Diffugia* Leclerc, 1815

Diffugia claviformis Pénard, 1899

Diffflugia claviformis Pénard, 1899

Prancha V; Figs. 35 a 42

Sinônimos

Diffflugia pyriformis var. *claviformis* Pénard, 1899

Diffflugia oblonga var. *claviformis* Cash, 1909

Diffflugia (oblonga) claviformis Štěpánek, 1952

Dados Previamente Reportados (Crêsonimos)

Diffflugia pyriformis var. *claviformis* – Pénard, 1899 figs. 12-14; 1902: 218 fig. 3, 4

Diffflugia oblonga var. *claviformis* – Cash et Hopkinson, 1909; Chardez, 1967:594
Pl II fig 18 (desc, dim, syn)

Diffflugia (oblonga) claviformis – Štěpánek, 1952: 25 (desc, syn); 1967: 39 fig. 8.
6,8 (syn)

Diffflugia claviformis – Ogden, 1979a:145, 146, 148 fig. 4 (desc, SEM); Ogden et
Hedley, 1980:126 Pl. 52 figs A-D (desc, dim, geo, SEM)

Material Examinado: 113 espécimes sob MO, 12 espécimes sob MEV

Morfologia

Teca piriforme, alongada (Fig. 35a), circular em vista apertural (Fig. 35b). Região abapertural com um espinho cônico que varia em forma e tamanho (Figs. 36, 37, 38), afilando de maneira homogênea desde a região abapertural até a apertural. Contorno da teca regular, raramente interrompido por uma partícula maior. Região apertural com superfície levemente rugosa, composta por partículas arredondadas

de quartzo e estruturas cilíndricas de natureza exógena, região abapertural com superfície mais lisa composta por partículas mais achatadas de quartzo (Figs. 39, 40); em ambos os casos as partículas estão embebidas em uma matriz orgânica cimentante com padrão de rede (Figs. 39 e 40).

Abertura terminal, circular (Fig. 35b). Complexo apertural construído de partículas cilíndricas e esféricas, menores que as encontradas em outras regiões da teca (Fig. 41), aglutinadas e cobertas por várias camadas de matriz orgânica depositadas no bordo livre, de aspecto liso (Fig. 42).

Biometria

Todos os caracteres são altamente variáveis ($CV = 24,0 - 28,7$), com alto erro padrão da média ($1,11 - 6,12$), sumarizados na Tabela I. Análises da distribuição de frequências de medidas evidenciam que todos os caracteres têm uma grande amplitude, entretanto, todos possuem uma classe principal de medidas: 67,24% das medidas de diâmetro da teca estão entre 80 - 100 μm ; 56,59% de comprimento da teca estão entre 180 - 240 μm ; 91,13% de diâmetro da abertura estão entre 40 - 60 μm . A Tabela II mostra que todos os caracteres são positivamente correlacionados entre si. A Tabela III mostra razões entre os valores morfométricos.

Ecologia e Distribuição Geográfica

Diffugia claviformis tem registros para Europa e América do Norte (OGDEN & HEDLEY 1980), Venezuela (GROSPIETSCH 1975), e de amostras bentônicas em lagoas costeiras do Rio Grande do Sul (MADEIRA-FALCETTA 1974). O presente estudo encontrou 88% dos indivíduos no rio propriamente dito, sendo 64% deles associados com as raízes de plantas aquáticas e 24% associados com o sedimento (Tabela IV).

Observações: A morfologia das tecas observadas no presente trabalho está de acordo com a descrição de *D. claviformis* feita por OGDEN & HEDLEY (1980) e OGDEN (1979a), exceto pela observação adicional da cobertura orgânica apertural, e maior variação na forma e tamanho do espinho cônico. Mudanças na circunscrição desta espécie foram principalmente devido à variação na forma do espinho. CASH & HOPKINSON (1909) restringiram *D. claviformis* apenas para indivíduos cujas tecas apresentam um espinho abapertural mamiliforme. OGDEN (1979a) e OGDEN & HEDLEY (1980), entretanto, juntaram diferentes morfologias de espinhos sob este taxon e admitem até que o espinho possa ser reduzido ou mesmo ausente. Estes autores afirmam que a identidade ultra-estrutural do cimento é o fator mais importante na diagnose destas espécies. O presente trabalho reforça estas observações, pois os espécimes do Rio Tietê, ao contrário das populações européias, são em sua maioria, providos de um espinho tubular, mas existem o que não possuem espinho. Diagnoses diferenciais para espécies similares, a saber, *D. acuminata* Ehremberg, 1838, *D. elegans* Pénard, 1890 e *D. curvicaulis* Pénard, 1899, são dadas em outro trabalho (OGDEN 1979a). A população do Rio Tietê apresenta maiores variações em tamanho do que os registrados em estudos prévios (Tabela VI).

Gênero *Diffugia* Leclerc, 1815

Diffugia gigantea Chardez, 1967

Diffflugia gigantea Chardez, 1967

Prancha VI; Figs. 43 a 51

Sinônimos

Diffflugia oblonga v. *gigantea* Chardez, 1967

Dados Previamente Reportados (Cresônimos)

Diffflugia oblonga v. *gigantea* – Chardez, 1967:593 fig. 2 (dim, syn)

Diffflugia gigantea - Ogden *et* Fairman, 1979:375 figs 12-15 (desc, dim, SEM)

Material Examinado: 9 espécimes sob MO, 5 espécimes sob MEV

Morfologia

Teca piriforme, mais globosa na região abapertural e mais alongada desde a linha média do comprimento da teca até a abertura (Figs. 43a, 44, 45, 46), circular em vista apertural (Fig. 43b). Região abapertural esférica. Superfície da teca lisa, por vezes interrompida por partículas maiores. Teca de contorno irregular composta de partículas aglutinadas de quartzo e frústulas de diatomáceas (Figs. 44, 45, 46). Partículas embebidas em um cimento orgânico em forma de malha de rede (Figs. 47, 48), cujas perfurações não atravessam a espessura toda da teca, pois existe uma camada subjacente onde menores perfurações podem ser vistas.

Abertura terminal, circular (Fig. 43b). Complexo apertural formado por partículas cilíndricas e esféricas, aglutinadas e cobertas por cimento orgânico (Figs. 49, 50). Numerosas camadas de cimento são depositadas no bordo livre, mas vestígios da organização em malha de rede evidenciam que é formado pela mesma matriz cimentante (Figs. 51).

Biometria

Todos os caracteres são altamente variáveis (CV entre 16.1 e 20.6) e apresentam alto erro padrão da média (4.71 – 26.03), como sumarizado na Tabela I. A Tabela III mostra razões entre os valores morfométricos.

Ecologia e Distribuição Geográfica

Registrada para a Inglaterra e América do Norte, *Diffugia gigantea* é um organismo raro (Tabela VI). O presente trabalho encontrou apenas nove espécimes. OGDEN & FAIRMAN (1979) também reportam números baixos associados com *Sphagnum*. A Tabela IV mostra que apenas não foram encontrados espécimes associados com as raízes de plantas aquáticas do Rio propriamente dito.

Observações: *Diffugia gigantea* foi originalmente proposta por CHARDEZ (1967) como *Diffugia oblonga* v. *gigantea*, e elevada ao ranking de espécie por OGDEN & FAIRMAN (1979). *D. oblonga* difere de *D. gigantea* por possuir o contorno da teca mais irregular, rugoso, devido a grandes partículas aglutinadas. Em *D. oblonga* observa-se um pescoço bem definido, característico da espécie, e matriz orgânica formada por tiras ligando as partículas (OGDEN & FAIRMAN 1979, OGDEN & HEDLEY 1980), ambas as características não ocorrem em *D. gigantea*. Os espécimes estudados no presente estudo são geralmente mais alongados, especialmente na região apertural, as outras características estão de acordo com OGDEN & FAIRMAN (1979). A população do Rio Tietê apresenta maior variação do que previamente reportado na literatura (Tabela VI).

DISCUSSÃO

A maioria dos estudos sobre *Diffflugia* não designa material-tipo e está baseada em um pequeno número de exemplares; desta maneira, a identidade e circunscrição das espécies não é clara. O gênero mais próximo a *Diffflugia* é *Netzelia* Ogden, 1979, caracterizado por tecas compostas por material endógeno (idiossomos), ou por estruturas de sílica encontradas na natureza (OGDEN 1979a, ANDERSON 1987, MEISTERFELD 2000). As tecas de *Netzelia* possuem contorno regular, e superfície lisa. As partículas que formam a teca de *Diffflugia*, no entanto são coletadas do ambiente.

Neste estudo, as espécies que possuem tecas esféricas podem ser diferenciadas pela forma, tamanho e arquitetura do complexo apertural: *D. corona* pode ser identificada pela presença de espinhos e *D. gramen* pelo formato do complexo apertural. No entanto *D. gramen* pode ser confundida com outros Arcellinida não encontrados no presente estudo, como *Diffflugia lobostoma*, mas a organização nuclear distingue as espécies. *D. gramen* é um dos poucos Arcellinida que possui o núcleo vesicular, enquanto *D. lobostoma* possui um núcleo ovular com muitos nucléolos.

Distinções entre as espécies piriformes de *Diffflugia* são menos claras (CHARDEZ & DECLOITRE 1973; OGDEN 1979a, 1980a, 1980b, 1983; OGDEN & FAIRMAN 1979), como é o caso de *D. lanceolata* e *D. claviformis*, que possuem aparências similares ao MO, e que são indistinguíveis pelas dimensões da teca (Tabela I) e pelas razões entre as medidas (Tabela III). Nesses casos, a diferença mais importante parece ser o padrão da matriz orgânica cimentante considerada uma confiável

característica específica (OGDEN 1983, 1990; OGDEN & ŽIVKOVIĆ 1983; MEISTERFELD 2000). Em *D. lanceolata* o cimento é composto por unidades circulares, aneliformes, que conectam as partículas achatadas em alguns pontos, e em *D. claviformis*, o cimento possui uma organização semelhante a malha de uma rede, onde as partículas estão embebidas.

Diffugia gigantea pode ser reconhecida por suas grandes dimensões, mas novamente, a matriz orgânica cimentante é singular. Na região externa da teca existe uma camada perfurada, e subjacente a esta, localiza-se uma segunda camada com poros menores. Quaisquer incertezas sobre estas características irão minar as distinções entre estas espécies piriformes.

Secção 2.

Família Centropyxidae Jung, 1942

SECÇÃO 2. FAMÍLIA CENTROPYXIDAE JUNG, 1942

A Família Centropyxidae Jung, 1942 composta por organismos cuja teca é formada de grãos minerais e diatomáceas aglutinados por uma matriz orgânica cimentante ou somente de quitina; possui abertura excêntrica, em geral invaginada. A família é composta de quatro gêneros (MEISTERFELD 2000) dos quais apenas *Centropyxis* Stein, 1857 foi registrado na presente pesquisa.

O gênero *Centropyxis* apresenta como condição exclusiva a presença no citoplasma de núcleo ovular, desta maneira, as espécies são diferenciadas apenas através da morfologia da teca. Mais de 130 espécies e muitas variedades foram descritas até hoje e muitas destas descrições são incompletas (MEISTERFELD 2002).

A espécie-tipo *Centropyxis aculeata* (Ehrenberg, 1838) não possui espécime-tipo designado e as espécies têm sido estabelecidas com base em caracteres subjetivos. É o caso, por exemplo, da diagnose da espécie *Centropyxis discoides* Pénard, 1890 feita com base em um único caráter, “teca mais comprimida anteriormente” (Deflandre 1929), e da diagnose da espécie *Centropyxis ecornis* (Leidy, 1879) feita com base apenas na ausência de espinhos na teca.

A alta variabilidade presente nas espécies atribuídas ao gênero *Centropyxis* em relação a todas as características da teca (forma e tamanho da teca; forma e tamanho da abertura; forma, tamanho e número dos espinhos) já vem sendo apontada em vários estudos (WALLICH 1864; LEIDY 1879; PÉNARD 1902; CASH & HOPKINSON 1905; ROOT 1918; DEFLANDRE 1929; CHARDEZ 1956, 1966a; NETZEL 1972, 1975; OGDEN 1988; MEDIOLI & SCOTT 1983, 1985; WANNER 1999). Mesmo assim, variedades e formas continuaram e continuam a ser descritas com base em número

reduzido de indivíduos, desconsiderando-se que essas variações podem estar dentro das variações naturais de uma espécie em particular.

Nessas descrições, não há preocupação em analisar a possibilidade de variação contínua. Um exemplo é a diferenciação entre *Centropyxis aculeata* e *C. ecornis*. Em 1918, Root descreveu a herança da forma da carapaça em indivíduos de *Centropyxis aculeata* cultivados em laboratório, sem perturbações ambientais. Neste trabalho, Root fez o primeiro registro de que *Centropyxis aculeata* é capaz de produzir indivíduos sem espinhos na carapaça, única característica considerada por outros autores como diagnóstica de *C. ecornis*. Apesar disso, essas duas espécies nunca foram sinonimizadas.

Essas questões puderam ser verificadas no presente trabalho quando se tentou agrupar os indivíduos nas diferentes espécies, subespécies, variedades e formas de *Centropyxis* com base nas descrições tradicionais. Ao se fazer isso, verificou-se que essa separação é subjetiva. Passou-se, então, a tratar os dados de forma mais ampla, considerando grande número de indivíduos, analisando a biometria da teca, o hábitat dos espécimes e a descrição detalhada da teca sob MEV.

As análises indicam que os espécimes coletados poderiam ser classificados em *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis discoides* e *Centropyxis ecornis* e algumas de suas variedades, totalizando 11 táxons. No entanto, todas as análises morfométricas e morfológicas revelaram a ausência de características morfológicas distintas e únicas necessárias para separar estes 11 táxons, e, no presente trabalho, considera-se todas pertencentes a uma única entidade taxonômica.

Os dados biométricos obtidos (Fig. 52), o teste para normalidade (teste de Kolgomorov-Smirnov) e a análise combinada para cada táxon nominal e cada caráter, encaixam-se em uma curva normal de distribuição ($p < 0,01$). Para descrever e analisar o espaço morfológico, as características foram comparadas duas a duas em gráficos de dispersão (Fig. 53) para táxons em nível de espécie. As análises conjuntas indicam um contínuo entre as espécies. Isso mostra que variedades descritas a partir de características discriminatórias apenas para um pequeno número de indivíduos não são válidas. Os espécimes encontrados nesta pesquisa podem ser acomodados nestas variedades, mas uma análise crítica de toda a amostra revela que as distinções entre elas não são válidas.

As diferenças entre as formas mais tradicionais e as mais atuais de lidar com descrições taxonômicas em protistas devem ser muito bem especificadas para que trabalhos futuros possam trazer análises cada vez mais aprimoradas. Esse procedimento foi adotado no presente trabalho. Inicialmente, descreve-se a mais abrangente unidade encontrada como um complexo de táxons nominais não distintos, em seguida, os mesmos táxons são listados e a razão pela qual não é possível fazer distinção é discutida. O nome adotado para todo o complexo foi o mais antigo disponível.

Gênero *Centropyxis* Stein, 1857

Centropyxis aculeata (Ehrenberg, 1838)

Centropyxis aculeata (Ehrenberg, 1838)

Prancha VII; Figs. 55 a 75

Sinônimos

Arcella aculeata – Ehrenberg, 1838: 133, pl IX, fig. VI

Centropyxis aculeata – Pénard, 1902: 303, fig. 1

Táxons não-distintos previamente descritos

Centropyxis aculeata var. *tropica* – Deflandre, 1929: 348, figs. 94, 95

Centropyxis aculeata var. *grandis* – Deflandre, 1929: 349, fig. 93

Centropyxis aculeata var. *oblonga* – Deflandre, 1929: 349, fig. 96-103

Centropyxis aculeata var. *minima* – Van Oye, 1956: 97-98, pl. I, fig. 8

Centropyxis aculeata var. *intermedia* – Van Oye, 1949: 338, fig. 12

Centropyxis aculeata var. *gigantea* – Decloitre, 1978: 64

Centropyxis discoides – Deflandre, 1929: 351-353, fig. 104-107

Centropyxis aculeata var. *discoides* – Pénard, 1890; Pénard, 1902: 306, fig.

1-7

Centropyxis discoides var. *grandistoma* – Chardez, 1966b

Centropyxis ecornis – Leidy 1879, pl. XXX, fig. 20-34

Centropyxis ecornis var. *deflandrei* – Thomas, 1957

Centropyxis ecornis var. *leidyi* – Thomas, 1957

Material Examinado: 2120 espécimes ao MO; 30 espécimes ao MEV

Morfologia

Teca circular irregular em vista apertural (Figs. 54a, 55), achatada em vista lateral (Figs. 54b, 60, 61), variando de um disco homoganeamente achatado à levemente arqueado, arredondado na região posterior e comprimido anteriormente, em maior ou menor grau. Teca provida de 0-10 espinhos cônicos, ocos, inseridos lateral e/ou posteriormente em uma linha longitudinal simples (Figs. 59-61). Espinhos variáveis em forma (Figs. 62-67), às vezes providos de uma pequena partícula de quartzo terminal (Fig. 62).

Região apertural composta unicamente de material aglutinante na maioria dos espécimes (Figs. 68-70); região abapertural composta de grãos aglutinados de quartzo e/ou frústulas de diatomáceas (Figs. 71, 72, 73). Exceções a esta condição: teca completamente composta por partículas aglutinadas cimentadas (neste caso, a região apertural é coberta por uma camada de cimento orgânico) ou completamente sem partículas. Matriz orgânica cimentante completamente organizada em varias camadas entrelaçadas que criam um padrão de pequenas depressões observáveis tanto na face interna (Fig. 74) como na externa (Fig. 75).

Abertura em geral excêntrica, em alguns casos central ou sub-central, de contorno circular a irregular (Fig. 55-59). Varia de circular a irregular ou em forma de polígono. Contorno da abertura é um lábio (Fig. 68), Espécimes >150 μm apresentam quatro pilares ocos que se projetam do contorno da abertura (lábio) até a região abapertural da teca, onde deixam depressões (Fig. 71) sugestivas de sua existência. Em geral, os dois pilares posteriores (Fig. 69) são mais delgados que os anteriores (Fig. 70).

Biometria

A Tabela VIII mostra os detalhes da biometria. Todas as medidas são altamente variáveis (CV entre 26,17 e 56,00). O número de espinhos apresenta o menor erro padrão da média. A análise da frequência de distribuição das medidas evidencia que o complexo *Centropyxis aculeata* possui uma classe principal de medidas e uma amplitude grande para todos os caracteres: para diâmetro da teca, 56,63% das medidas estão entre 140-180 μm ; para comprimento da teca, 54,6% das medidas estão entre 140-180 μm , para a altura da teca, 88,51% das medidas estão entre 30-50 μm ; para o diâmetro da abertura, 63% das medidas estão entre 20-40 μm ; o número de espinhos varia entre 4-5 em 57,92% dos espécimes medidos. As razões entre medidas morfométricas estão apresentadas na Tabela IX. Todas as medidas estudadas no presente trabalho são positivamente correlacionadas mutuamente (Tabela X), exceto número de espinhos - altura da teca e comprimento de espinhos - diâmetro da abertura.

Ecologia

A exploração de habitat pelos indivíduos amostrados está sumarizada na Tabela XI. Este organismo parece preferir a associação com raízes em um ambiente de águas correntes, porém também foi encontrado em outros micro-habitat. Exceção a esta regra é a forma sem espinhos, tradicionalmente referida como *Centropyxis ecornis ecornis* (Ehrenberg, 1841), que vive preferencialmente no fundo do Rio (na Tabela XI, note a inversão de valores para raízes e sedimento quando comparada com as outras formas). O número de espinhos é uma característica fortemente herdada (Root 1918), portanto esta relação pode ser atribuída a uma adaptação a condições ambientais específicas, o que também pode explicar o pico no histograma

para número de espinhos para todos os táxons (Fig. 52), demonstrando que o polimorfismo na espécie pode responder a seleção, como sugerido por outros autores (BOBROV & MAZEI 2004, LAHR & LOPES 2006).

Observações: a morfologia das tecas observadas no presente estudo está em completo acordo com estudos ultra-estruturais (NETZEL 1972, 1975; HEDLEY *et al.* 1976; OGDEN & HEDLEY 1980; OGDEN 1988) e não apresenta contradições quando comparadas a estudos morfológicos realizados sob MO (DADAY 1905; DEFLANDRE 1926, 1929; DECLOITRE 1978, VAN OYE 1949, 1956, 1958, 1959; CHARDEZ 1966a; ŠTEPÁNEK 1952, 1963, 1965; VUCETICH 1972, 1973; BOVEE 1985; VELHO *et al.* 1996; ZAPATA 2002). Comparado aos estudos prévios, o complexo *C. aculeata* em todo o mundo apresenta uma grande amplitude de medidas, e o presente estudo apresenta a maior variação já reportada (Tabela VIII) para a mesma população, provavelmente devido ao tamanho da amostra.

Visando não perder as informações de outros autores de forma a propiciar análises futuras, serão apresentadas as principais características dos diferentes táxons que estão sendo incluídas nos intervalos de variações definidos no presente estudo, cada um desses táxons é considerado indistinguível de qualquer outro na lista. Cada táxon será brevemente abordado, somente descrevendo as características diagnósticas, e como estas mesmas características não podem ser usadas como distintivas de cada táxon.

Centropyxis aculeata var. *tropica* Deflandre, 1929

Definida na descrição original como distinta de *C. aculeata aculeata* (Ehrenberg, 1838) pela presença de espinhos longos, nunca presentes na espécie-

tipo; designa espécimes com comprimento da teca 123 – 136 μm e comprimento dos espinhos 42 – 60 μm para esta variedade; autores subseqüentes expandiram o comprimento da teca para 70-150; comprimento dos espinhos 20-60. O presente estudo encontrou 557 indivíduos que se encaixam nesta descrição. Entretanto, um gráfico de dispersão (Fig. 53m) comprimento da teca vs. comprimento dos espinhos de 1092 espécimes designados ao complexo *C. aculeata* mostra que não há elementos suficientes para separar espécimes com espinhos relativamente curtos daqueles com espinhos relativamente longos.

Centropyxis aculeata var. *grandis* Deflandre, 1929

Definida pela descrição original como distinta de *C. aculeata aculeata* (Ehrenberg, 1838) pelas grandes dimensões (comprimento da teca 180 μm); autores subseqüentes expandiram o comprimento para 150-200 μm . O presente trabalho analisou 355 indivíduos que se encaixam nesta descrição. Os histogramas (Fig. 52d, h, l, p, s, x) contendo toda a amostra do complexo *C. aculeata* mostra que não há diferenças de tamanho que permitam separar estes dois táxons.

Centropyxis aculeata var. *oblonga* Deflandre, 1929

Definida pela descrição original como distinta de *C. aculeata aculeata* (Ehrenberg, 1838) pelo formato oblongo da teca em vista apertural, nunca circular. Isto pode ser testado pela relação comprimento da teca vs. largura da teca. A descrição original designa comprimento da teca 106-140 μm e largura da teca 95-111 μm ; autores subseqüentes expandiram o comprimento da teca para 61-140 μm e largura da teca para 65-120 μm . O presente trabalho encontrou 173 espécimes

que se encaixam nesta descrição. Entretanto, um gráfico de dispersão (Fig. 53a) usando toda a amostra de *C. aculeata* mostra que não há distinção entre esta e outras formas.

Centropyxis aculeata var. *discoïdes* Pénard, 1890

Estabelecida posteriormente para nível de espécie por Deflandre (1929), difere de *C. aculeata aculeata* (Ehrenberg, 1838) pelo maior comprimento da teca (150 – 450 µm) e um perfil lateral mais discóide; trabalhos subseqüentes expandiram a amplitude do comprimento da teca para 70-450 µm. O presente estudo encontrou 895 espécimes que se encaixam nesta descrição. A compressão da região anterior é um caráter que mostra grande variação e muitas formas de transição podem ser encontradas. Nos histogramas relativos a toda a amostra (Fig. 52d, h, l, p, s, x) verifica-se que não há distinção aparente em nenhum dos atributos analisados entre *C. aculeata* e *C. discoïdes*.

Centropyxis aculeata var. *minima* Van Oye, 1956

Definida pela descrição original como distinta de *C. aculeata aculeata* (Ehrenberg, 1838) a partir de indivíduos que possuem comprimento da teca de 65-78 µm e largura da teca de 70 µm. O presente trabalho encontrou quatro indivíduos que se encaixam nesta descrição, mas em um histograma de toda a amostra (Fig. 52d) não se encontram limites definidos para separar estes táxons.

Centropyxis aculeata var. *intermedia* Van Oye, 1956

Estabelecida a partir de indivíduos que estão "entre *C. aculeata aculeata* e *C. discoides discoides*", principalmente baseando-se em dimensões (comprimento da teca 161 µm, largura da teca 153 µm) e posição da abertura. O presente estudo analisou 210 indivíduos que se encaixam nesta descrição, porém, os histogramas (Figs. 52d, h) não evidenciam distinção aparente.

Centropyxis aculeata var. *gigantea* Decloitre, 1978

Estabelecida a partir de indivíduos com dimensões maiores que *C. aculeata* var. *grandis* Deflandre, 1929. Os histogramas (Figs. 52d, h) não evidenciam distinção aparente.

Centropyxis ecornis ecornis (Ehrenberg, 1841)

Descrita originalmente como *Arcella ecornis* e mais tarde transferida para o gênero *Centropyxis* Leidy 1879, difere de *C. aculeata aculeata* (Ehrenberg, 1838) pela ausência completa de espinhos látero-posteriores. O presente estudo encontrou 126 espécimes que se encaixam nesta descrição, mas o histograma do número de espinhos (Fig. 52x) apresenta uma distribuição normal para este caráter quando analisado com toda a amostra. Além disso, sabe-se desde Root (1918) que indivíduos de *C. aculeata aculeata* (Ehrenberg, 1838) sem espinhos são comuns em cultura.

Centropyxis ecornis var. *deflandrei* Thomas, 1957

Definida pela descrição original como distinta de *C. ecornis ecornis* (Ehrenberg, 1841) devido ao maior comprimento da teca (239-276 µm). O presente

estudo analisou cinco indivíduos que se encaixam nesta descrição, mas o histograma de toda a amostra (Fig. 52d) não demonstra possibilidade de separação destes dois táxons baseado em tamanho.

Centropyxis ecornis var. *leidyi* Thomas, 1957

Definida pela descrição original como distinta de *C. ecornis ecornis* (Ehrenberg, 1841) pela razão diâmetro da abertura/comprimento da teca. O presente trabalho encontrou 75 indivíduos que se encaixam nesta descrição, mas o gráfico de dispersão comprimento da teca vs. diâmetro da abertura (Fig. 53n) não mostra possibilidade de separação destes dois táxons baseado nestas características.

Centropyxis discoides var. *grandistoma* Chardez, 1966

Definida pela descrição original como distinta de *C. discoides discoides* Pénard, 1890 por possuir uma abertura relativamente maior (diâmetro da abertura – 115-118 μm), comprimento da teca entre 147-155 μm e altura da teca entre 21-25 μm . O presente trabalho encontrou 15 indivíduos que se encaixam nesta descrição, mas o gráfico de dispersão comprimento da teca vs. diâmetro da abertura (Fig. 53n) mostra que não existe separação entre estes dois táxons baseado nestas características.

DISCUSSÃO

Os dados obtidos no presente trabalho podem ser comparados com aqueles obtidos em levantamentos de autores prévios, a conclusão que segue é de que estes

11 táxons nominais se referem à mesma entidade na natureza. Ainda assim, um intrínseco impedimento de qualquer trabalho taxonômico é explorar um número de aspectos que podem não refletir a variabilidade destes organismos. Caracteres citoplasmáticos e moleculares ainda não foram feitos, e existe uma possibilidade que futuros estudos desta natureza ainda dividam mais espécies crípticas, como visto em outros grupos de eucariotos. Em suma, medidas taxonômicas distintas devem ser tomadas quando se trata de protistas assexuados, de maneira a garantir estabilidade.

Portanto, apesar da evidência corrente nos levar à sinonimizar todos os táxons, é desejável que informações levantadas por autores prévios não seja perdida, por isso todos os táxons nominais foram agrupados em um único complexo não distinto morfolgicamente. Adicionalmente, variabilidade morfológica tradicionalmente descrita com táxons sub ou infra-subespecíficos nos informa sobre dados adicionais, como ecologia (BOBROV & MAZEI 2004).

Secção 3.

Família Lesquereusiidae Jung, 1942

SECÇÃO 3. FAMÍLIA LESQUEREUSIIDAE JUNG, 1942

A família Lesquereusiidae Jung, 1942 – originalmente proposta para acomodar somente o gênero *Lesquereusia* Schlumberger, 1845 – foi redefinida por OGDEN (1979) de maneira a acomodar todos os membros da subclasse Lobosia Carpenter, 1862 capazes de secretar elementos feitos de sílica e adicioná-los à teca. Atualmente, suspeita-se que a ordem Arcellinida (tecamebas com pseudópodes do tipo lobópode) esteja dentro do super-grupo Amoebozoa (Nicolaev *et al.* 2005) e a composição mais recente (Meisterfeld 2002) da família inclui os gêneros: *Lesquereusia* Schlumberger, 1895; *Netzelia* Ogden, 1979; *Quadrullella* Cockerell, 1909; *Microquadrula* Golemansky, 1968 e *Pomoriella* Golemansky, 1970.

A instituição desta família se compromete a um contexto de estabelecer critérios válidos para os táxons de tecamebas, de maneira a criar um sistema taxonômico abrangente, há muito necessário (OGDEN 1979). Entretanto, a definição dada aos *Lesquereusiidade* é circunscritiva, isto é, procura descrever a aparência de todos os táxons incluídos. Os aspectos negativos deste tipo de definição foram abordados em PATTERSON (1999) e não é recomendável usar este tipo de definição, pois permite que diferentes conceitos de inclusão existam ao mesmo tempo. Ainda, em concordância com o paradigma corrente na classificação de organismos – a sistemática filogenética – os esforços devem levar a criação de grupos holo ou monofiléticos.

A monofilia de *Lesquereusiidae* é questionável, uma vez que os membros inclusos compartilham afinidades com membros de outras famílias (MEISTERFELD,

2000), principalmente em relação à morfologia da teca. Portanto, o caráter “elementos feitos de sílica de origem endógena” pode ser homoplástico.

Para construir um sistema taxonômico abrangente, ou um edifício de classificação, a discussão deve primeiramente ser baseada em seus blocos de construção – espécies e gêneros (LAHR & LOPES, 2006) – estabelecendo critérios válidos para estes táxons.

No presente estudo foram registradas duas espécies de *Lesquereusiidae*: *Netzelia waillesi* (Ogden, 1980) e *Lesquereusia modesta* Rhumbler, 1895.

Os resultados aqui apresentados fornecem subsídios para uma discussão sobre o monofiletismo da família e apontam a necessidade de uma revisão no grupo.

Gênero *Netzelia* Ogden, 1979

Netzelia wailesi (Ogden, 1980)

Netzelia wailesi (Ogden, 1980)

Prancha VIII; Figs. 76 a 85

Sinônimos

Diffugia tuberculata – Pénard, 1902 (em parte)

D. tuberculata var. *minor* – Wailes, 1912:124

D. tuberculata var. *minor* - Cash et Hopkinson, 1919:41 Pl. 61, fig. 12, 13

Diffugia wailesi – Ogden, 1980:130, figs. 23, 24, 25

Netzelia wailesi – Meisterfeld, 1984:62

Material Examinado: 463 espécimes sob MO, 10 espécimes sob MEV

Morfologia

Teca sub-esférica a ovóide, levemente afilada na região apertural (Figs. 76a, 77). Circular em secção transversal (Fig. 76b). Superfície da teca lisa, aspecto circular do contorno nunca é interrompido por partículas (Fig. 77) embora pequenas protuberâncias com aparência de tubérculos possam ser observadas em alguns espécimes; estas protuberâncias, no entanto, não são evidentes o suficiente para alterar o contorno e dar à teca um aspecto de amora (Fig. 78). Teca construída com partículas achatadas, grande quantidade de frústulas de diatomáceas e pequenos idiossomos em forma de prego, de natureza silicosa, todos embebidos em matriz orgânica (Figs. 78, Fig. 79, Fig. 80). Esta matriz cobre as superfícies interna e externa da teca (Fig. 81). Longos pilares estruturais cilíndricos estão localizados no interior da teca (Fig. 82). A malha perfurada do cimento em forma de rede pode ser

vista entre as partículas aglutinadas (Figs. 79, 83). As perfurações comunicam o meio interno com o meio externo da teca.

Abertura terminal (Figs. 76a, 77), com 4-6 lobos em forma de pétala, delimitados por um colar levemente em alto-relevo composto de pequenas partículas – grãos de areia ou frústulas de diatomáceas – cimentados e cobertos por matriz orgânica (Figs. 84, 85). Um anel de 8-12 pequenos poros, imediatamente exterior ao colar, circunda a abertura (Fig. 85).

Biometria

A caracterização morfométrica em detalhes está na Tabela XII. Todos os caracteres apresentam alta variabilidade ($CV = 19,12-19,62$) e baixo erro padrão da média somente em diâmetro da abertura (0,52). A análise de frequência de medidas evidencia que todos os caracteres morfométricos têm distribuição normal e são caracterizados por uma larga amplitude. Entretanto, todos apresentam uma classe principal de medidas: para diâmetro da teca, 57,43% de todas as medidas estão entre 170-200 μm ; para altura da teca, 58,51% das medidas estão entre 170-200 μm ; e para o diâmetro da abertura, 83,57% estão entre 50-70 μm . A Tabela XIII apresenta as razões entre os caracteres medidos. A Tabela XIV evidencia que todos os caracteres estão relacionados mutuamente.

Ecologia e Distribuição Geográfica

N. wailesi é encontrada em todo o mundo. Localidades registradas são sumarizadas por OGDEN & MEISTERFELD (1989) a partir de amostras de algas, plantas aquáticas e *Sphagnum*. Para o Brasil, o sinônimo *Diffugia tuberculata* var. *minor* é registrado para o Rio de Janeiro (WAILES 1912) e em associação com plantas aquáticas em Minas Gerais (DABÉS & VELHO 2001). O presente estudo encontrou 463

indivíduos e os detalhes da exploração de habitat são sumarizados na Tabela XV. A maioria dos organismos (58,42%) foi encontrada associada às raízes de plantas aquáticas no ambiente de água corrente. No entanto, muitos espécimes foram encontrados em outros habitats, comprovando que esta é uma espécie com amplo nicho ecológico.

Observações: *Diffugia wailesi* foi elevada ao status de espécie por OGDEN, (1980) a partir de indivíduos com a teca lisa descritos como uma forma pequena de *Diffugia tuberculata* Wallich 1864 por PÈNARD (1902), e *D. tuberculata* var. *minor* descrita por WAILES (1912), porém a descrição formal para este táxon, apesar de realizada em 1912, foi publicada somente em CASH *et al.* (1919). OGDEN (1980) considera que os espécimes de teca lisa observados por Pènard provavelmente pertencentes à *Netzelia*. A confirmação de que *D. wailesi* era capaz de produzir partículas de sílica foi dada por MEISTERFELD (1984) e a espécie foi então transferida para o gênero *Netzelia*. Mais tarde a espécie ganhou uma redescrição sob o mesmo nome, *Netzelia wailesi* (OGDEN & MEISTERFELD 1989). As observações do presente estudo estão de acordo com aquelas feitas por OGDEN (1980) e OGDEN & MEISTERFELD (1989): a teca é lisa, podendo apresentar pequenos tubérculos e é recoberta por fina camada de matriz orgânica; a arquitetura da abertura, a forma e a composição da teca e o padrão da matriz orgânica cimentante são fundamentais na diagnose da espécie.

A abertura é como observada nas duas outras espécies do gênero (*N. tuberculata* e *N. oviformis*) que compreende um colar elevado construído com pequenos idiossomos e/ou matriz orgânica (MEISTERFELD 2000). Uma vez que os organismos analisados no presente trabalho foram extraídos da natureza, onde

existe disponibilidade de partículas de sílica, as tecas são principalmente compostas de material exógeno aglutinado, como observado em OGDEN & MEISTERFELD (1989), e cobertos por uma camada de cimento, similar a *N. oviformis*, porém sensivelmente mais fina. Um pequeno número de partículas de sílica autógenas foi identificado nos espécimes estudados.

Comparados aos indivíduos de outras populações (OGDEN 1980, OGDEN & MEISTERFELD 1989), os observados no Rio Tietê possuem estrutura da superfície interna da teca suportada por longos pilares cilíndricos e são consideravelmente maiores. Ainda assim, a razão diâmetro da abertura/altura da teca é a mesma que a previamente observada para a população de Norfolk (OGDEN 1980).

Gênero *Lesquereusia* Schlumberger, 1845

Lesquereusia modesta Rhumbler, 1895

Lesquereusia modesta Rhumbler, 1895

Prancha IX – Figs. 86 a 98

Sinônimos

Lecquereusia modesta Rhumbler, 1895:101, Pl. IV fig. 2

Lesquereusia modesta Cash *et* Hopkinson, 1909:70, Pl. XXII fig. 15, Pl. XXIII
fig. 9

Material Examinado: 50 espécimes sob MO, 8 espécimes sob MEV

Morfologia

Teca ovóide (Figs. 86, 87, 88, 89), achatada lateralmente (Figs. 90, 91).
Pescoço assimétrico, dobrado sobre o corpo. Superfície da teca lisa, contorno não interrompido por partículas aglutinadas. Um septo divide a teca internamente, ao longo da linha onde o pescoço encontra o corpo, até um ponto onde as duas cavidades se conectam. Teca construída por partículas de quartzo arredondadas e achatadas, frústulas de diatomáceas (Fig. 92) e partículas autógenas de sílica – idiossomos – de morfologias variáveis (cilíndricos - Figs. 93, 94 em forma de prego - Fig. 95). As partículas são aglutinadas por uma matriz orgânica cimentante estruturada em padrão de malha de rede (Figs. 92, 93, 94, 95). A matriz orgânica cobre o lado externo e interno da teca (Fig. 96, 97, 98).

Abertura terminal (Figs. 86a, 87), circular, rodeada de pequenas partículas – cilindros de sílica, grânulos de quartzo e frústulas de diatomáceas – cimentados e cobertos pela matriz orgânica (Figs. 90, 97, 98).

Biometria

Os detalhes da caracterização biométrica são apresentados na tabela XII. Todos os caracteres apresentam alta variabilidade (CV = 25,33-28,92). O diâmetro da abertura apresenta o menor erro padrão da média. A análise de distribuição de freqüências das medidas evidencia que todos os caracteres possuem uma distribuição normal. Os caracteres apresentam uma grande amplitude de medidas. Entretanto, sempre existe uma classe principal de medidas: para largura da teca, 62% das medidas estão entre 60-80 µm; para altura da teca, 84% estão entre 100-120 µm; para o diâmetro da abertura, 64% estão entre 20-30 µm. A Tabela XIII apresenta as razões de tamanho entre os caracteres medidos. A Tabela XIV evidencia que todas as medidas estão correlacionadas mutuamente, exceto largura da teca – altura da teca.

Ecologia e Distribuição Geográfica

Distribuição cosmopolita conforme sumarizado por THOMAS & GAUTHIER-LIÈVRE (1959). Para a América do Sul os registros são: DEFLANDRE (1926), BOLTOVSKOY & LENA (1966, 1971), VUCETICH (1972). Registros prévios para o Brasil são de amostras de plâncton e/ou plantas aquáticas no Mato Grosso (GREEN 1975, HARDOIM & HECKMAN 1996), Mato Grosso do Sul (BONECKER *et al.* 1998), Paraná (LANSAC-TÔHA *et al.* 1997, VELHO *et al.* 1999), São Paulo (OLIVEIRA *et al.* 1992, DURIGAN *et al.* 1992, ROLLA *et al.* 1992), Goiás (LANSAC-TÔHA *et al.* 1999, 2000) e Rio Grande do Sul (TORRES 1998). O presente estudo registrou *L. modesta* preferencialmente associada a raízes de plantas aquáticas (Tabela XV). Não há registro dessa espécie para os outros habitats

amostrados, sugerindo que ela seja bastante seletiva em relação à exploração de habitat.

Observações: os resultados obtidos no presente trabalho concordam com observações feitas em outros trabalhos ultra-estruturais (OGDEN & HEDLEY 1980) e com microscopia óptica (RHUMBLER 1895, DEFLANDRE 1926, THOMAS & GAUTHIER-LIÈVRE 1959), no que se refere à forma e composição da teca. Novos dados para registro são: a possibilidade de aglutinação de frústulas de diatomáceas, idiossomos de morfologias diferentes e a maior amplitude de medidas. A espécie mais próxima é *L. spiralis*, que não aglutina partículas de quartzo ou frústulas de diatomáceas, e produz típicos idiossomos vermiformes, ausentes em *L. modesta*.

DISCUSSÃO

Os dados encontrados no presente trabalho aumentam o envelope das espécies estudadas, tanto para atributos morfológicos como para características morfométricas.

Além disso, o presente trabalho corrobora que as características para os níveis de gênero e espécie nesta família estão bem estabelecidas, sendo assim, pouca confusão pode surgir do estudo de organismos tão característicos. No entanto, a definição da família a partir de um método circunscritivo é preocupante, pois grandes são as chances de polifiletismo desta família, cujos integrantes são muito distintos e compartilham características com outras famílias, como Diffugiidae (MEISTERFELD 2000).

Secção 4.

Família Arcellidae Ehrenberg, 1843

SECÇÃO 4. FAMÍLIA ARCELLIDAE EHRENBURG, 1843

A família Arcellidae Ehrenberg, 1843 formada por organismos com a teca rígida composta por unidades areolares orgânicas de construção, em geral de quitina, com a abertura arredondada, central, consta de três gêneros (MEISTERFELD 2000) dos quais apenas *Arcella* Ehrenberg, 1832 foi registrado na presente pesquisa.

O gênero *Arcella* compreende as tecamebas com pseudópodes do tipo lobópode capazes de construir toda a teca a partir de unidades de quitina em forma de caixote, geralmente hexagonais, o que resulta em uma superfície areolar. Existem mais de 50 espécies descritas, e muitas variedades e formas (MEISTERFELD 2000). As variedades foram, em sua maioria, descritas na primeira metade do século passado. Entretanto, muitas das descrições são incompletas e baseadas em poucos espécimes, como visto em outros grupos de tecamebas (LAHR & LOPES 2006).

No presente trabalho os indivíduos coletados poderiam ser identificados em trinta táxons dentro do gênero, porém uma análise morfológica e biométrica comparativa entre os espécimes encontrados e a revisão da variabilidade reportada na literatura, sugere uma falta de caracteres diagnósticos para alguns dos táxons nominais. Com isso, dos 2433 indivíduos analisados, apenas quatro espécies foram consideradas, sendo o nome adotado o mais antigo disponível: *Arcella discoides* Ehrenberg, 1871; *A. megastoma* Pénard, 1902; *A. polypora* Pénard, 1890; *A. hemisphaerica* Perty, 1852; *A. rotundata* Playfair, 1918; *A. gibbosa* Pénard, 1890 e *Arcella brasiliensis* Cunha, 1913.

As Tabelas XVI, XVII e XVIII apresentam todos os táxons nominais aos quais as espécies foram atribuídas, e compara-os com pesquisas prévias em relação a caracteres diagnósticos, amplitude morfométrica e localidades. Os táxons foram agrupados em grupos de entidades nominais não-distintas de acordo com os resultados do presente trabalho, o nome adotado para o grupo é o mais antigo disponível, de acordo com o Princípio da Prioridade.

Gênero *Arcella* Ehrenberg, 1843

Arcella hemisphaerica Perty, 1852

Arcella hemisphaerica Perty, 1852

Prancha X; Figs. 108 a 118

Táxons não-distintos previamente descritos

Arcella hemisphaerica Perty, 1852 Pl. 9 Fig. 5

Arcella vulgaris var. *hemisphaerica*, Wailes, 1913 Pl. 59, Fig. 5

Arcella hemisphaerica fma *undulata* Deflandre, 1928: 214, Figs 122-124

Arcella hemisphaerica var *depressa* Playfair, 1918 Pl. 34, Fig. 7

Arcella hemisphaerica var *intermedia* Deflandre, 1928: 215, figs 128-137

Arcella hemisphaerica var *intermedia* fma *undulata* Deflandre, 1928: 216,
figs 138-140

Arcella hemisphaerica var *gibba* Deflandre, 1928: 216, figs 141-148

Arcella hemisphaerica var *playfairiana* Deflandre, 1928: 217 figs 126, 127

Arcella hemisphaerica var *tuberculata* Stepanek, 1963: 56, figs 7, 54

Arcella rotundata Playfair, 1918, Pl 34 fig 1

Arcella rotundata var *stenostoma* Deflandre, 1928: 233, figs 226-232

Arcella rotundata var *stenostoma* fma *undulata* Deflandre, 1928: 235, figs
233-234

Arcella rotundata var *aplanata* Deflandre, 1928: 235, figs 235-239

Arcella rotundata var *alta* Playfair, 1918 Pl 34, fig 2

Arcella rotundata var *alta* fma *undulata* Stepanek, 1963: 58 figs 38, 40

Material Examinado: 1126 espécimes sob MO, 11 espécimes sob MEV

Morfologia

Teca circular em vista apertural (Figs. 99, 100, 101), hemisférica em vista lateral (Figs. 102, 103, 104). Região abapertural pode ser provida de depressões de modo que a teca apresente uma aparência ondulada (Figs. 103, 104). Toda a teca é feita de material quitinoso construída a partir de unidades hexagonais ocas em forma de caixa (Figs. 105, 106, 107). Um pequeno poro (1-2 μm) está presente em cada vértice de cada hexágono. Os hexágonos têm aparência inflada em ambas as regiões da teca (apertural e abapertural). Abertura central (Fig. 108), invaginada, circundada por um pequeno lábio recurvado (Fig. 109). Teca amarelo claro a marrom escuro. Provida de dois núcleos.

Biometria

Os detalhes da caracterização biométrica são apresentados na Tabela XIX. Todas as medidas são altamente variáveis (CV entre 11-16), porém dentro dos limites esperados para populações naturais de tecamebas (BOBROV & MAZEI 2004). O diâmetro da abertura apresenta o mais baixo erro padrão da média (0,098). A análise da frequência de medidas mostra que o complexo *Arcella hemisphaerica* possui uma classe principal de tamanho e uma grande amplitude de medidas. Para diâmetro da teca, 77,7% das medidas estão entre 55-65 μm ; para altura da teca, 96,1% das medidas estão entre 25-35 μm e para diâmetro da abertura, 91,7% das medidas estão entre 15-25 μm . As razões entre as características morfométricas são apresentadas na Tabela XX. Todas as características morfométricas estão positivamente correlacionadas entre si (Tabela XXI).

Ecologia e Distribuição Geográfica

Esta espécie é conhecida para todos os continentes (OGDEN & HEDLEY 1980). Para o Brasil, os registros são para amostras de plâncton em Mato Grosso (GREEN, 1975), Minas Gerais (DABÉS 1995, BONECKER *et al.* 1996); também foi registrada para amostras de macrófitas aquáticas em Mato Grosso (HARDOIM & HECKMAN 1996). O presente trabalho encontrou a maioria dos indivíduos (81,4%) associados às raízes de plantas aquáticas no ambiente de água corrente (o rio propriamente dito). Em um menor grau, indivíduos foram amostrados em outros micro-habitats, exceto no sedimento do rio (Tabela XXII).

Observações: A morfologia das tecas encontradas no presente estudo está de acordo com estudos ultra-estruturais (OGDEN & HEDLEY 1980) e não apresenta contradições quando comparado a estudos morfológicos realizados sob MO (Tabela XVI). Comparado aos estudos prévios, o complexo *A. hemisphaerica* em todo o mundo apresenta uma grande amplitude de medidas, e o presente estudo mostra a maior variação (Tabela XIX) dentro da mesma população, provavelmente devido ao tamanho da amostra.

Gênero *Arcella* Ehrenberg, 1832

Arcella gibbosa Pénard, 1890

Arcella gibbosa Pénard, 1890

Prancha XI; Figs. 119 a 129

Táxons não-distintos previamente descritos

Arcella gibbosa – Pénard, 1890: 155, Pl 5 figs 96-98, Pl 6 fig 1

Arcella gibbosa var. *levis* – Deflandre, 1928: 229, fig 207

Arcella gibbosa var. *mitriformis* – Deflandre, 1928: 230, figs 208-218

Arcella gibbosa var. *aplanata* - Van Oye, 1956: 334 fig 4

Material Examinado: 106 espécimes sob MO, 14 espécimes sob MEV

Morfologia

Teca circular em vista apertural (Figs. 110, 111), perfil alto em vista lateral com um domo bem evidente (Figs. 112, 113, 114). Região abapertural provida de depressões bem demarcadas, variáveis em profundidade. Toda teca feita com material quitinoso construída a partir de unidades hexagonais ocas em forma de caixa (Figs. 115). Geralmente, na região abapertural, mais de um pequeno poro (1-2 μm) está presente em cada vértice de cada hexágono (Figs. 116, 117), enquanto na região apertural, a maioria dos vértices é provida de um único poro (Figs. 118, 119). Hexágonos tem aparência inflada na região abapertural (Figs. 116, 117) e parecem colapsados na região apertural (Figs. 118, 119). Abertura central, invaginada e circundada por um lábio recurvado (Fig. 120). Teca amarelo claro a marrom escuro. Provida de dois núcleos.

Biometria

Detalhes da caracterização morfométrica são apresentados na Tabela XIX. Todas as medidas são altamente variáveis (CV entre 17,7-27,6). Diâmetro da abertura apresenta o mais baixo erro padrão da média (0,654). A análise de frequência de medidas evidencia que o complexo *Arcella gibbosa* possui uma principal classe de medidas e uma grande amplitude de medidas para todos os caracteres analisados: para o diâmetro da teca, 75,47% das medidas estão entre 70-90 μm ; para altura da teca, 63,2% das medidas estão entre 70-80 μm e para o diâmetro da abertura, 94,3% das medidas estão entre 10-20 μm . As razões entre as características morfométricas são apresentadas na Tabela XX. Todas as características estudadas estão correlacionadas entre si (Tabela XXI).

Ecologia e Distribuição Geográfica

Registros desta espécie são para Europa, Américas do Sul e do Norte e África (OGDEN & HEDLEY 1980). No Brasil, existem registros para amostras de plâncton em Mato Grosso (GREEN 1975), Minas Gerais (BONECKER *et al.* 1996, 1997), Goiás (LANSAC-TÔHA *et al.* 1999, 2000), Mato Grosso do Sul e Paraná (VELHO *et al.* 1996, 1999; LANSAC-TÔHA *et al.* 1997), para musgos no Rio de Janeiro (WAILES 1913) e macrófitas no Rio Grande do Sul (TORRES & JEBRAM 1994). O presente trabalho registrou a maioria dos indivíduos (68,1%) associados a raízes de plantas aquáticas no ambiente de água parada. Organismos foram encontrados nos outros micro-habitats, exceto o sedimento do Rio (Tabela XXII).

Observações: A morfologia das tecas encontradas no presente estudo está de acordo com estudos ultra-estruturais (OGDEN & HEDLEY 1980, MEISTERFELD 2000) e não apresenta contradições quando comparado a estudos morfológicos realizados

sob MO (Tabela XVII). Comparativamente, o complexo *A. gibbosa* ao redor do mundo possui uma grande amplitude de medidas, e o presente estudo apresenta a maior variação dentro de uma mesma população (Tabela XIX) provavelmente devido ao grande tamanho da amostra.

Gênero *Arcella* Ehrenberg, 1832

Arcella discoides Ehrenberg, 1871

Arcella discoides Ehrenberg, 1871

Pranchas Xlla, Xllb; Figs. 130 a 141

Táxons não-distintos previamente descritos

Arcella discoides – Ehrenberg, 1871: 259, PL 3 fig 1

Arcella discoides var. *difficilis* – Deflandre, 1929: 257, figs 327,328

Arcella discoides var. *scutelliformis* – Playfair, 1918, Pl 34, fig 8

Arcella discoides var. *foveosa* – Playfair, 1918, Pl 34, fig 9

Arcella discoides var. *pseudovulgaris* – Deflandre, 1928: 261, fig 340-344

Arcella discoides var. *pseudovulgaris* fma. *undulata* – Deflandre, 1928: 261,
fig 345

Arcella discoides var. *pseudovulgaris* fma. *arcuata* – Deflandre, 1928: 261,
fig 346-348

Arcella polypora – Pénard, 1890: 156 Pl 8, figs 2, 9

Arcella polypora var. *curvata* – Deflandre, 1928: 265 figs 357-362;

Arcella megastoma – Pénard, 1902: 409

Arcella megastoma fma. *arcuata* – Deflandre, 1928: 268, figs 373-374

Material Examinado: 1198 espécimes sob MO, 19 espécimes sob MEV.

Morfologia

Teca circular a elíptica em vista abapertural (Figs. 121, 122, 123), achatada em forma de disco em vista lateral (Figs. 121, 125, por vezes arqueada (Figs. 126, 127) - tecas arqueadas tem aparência elíptica em vista apertural. Toda a teca é construída por material quitinoso a partir de unidades ocas em forma de caixa,

grosseiramente hexagonais (Fig. 128, 129, 130). O padrão conspícuo criado pelas unidades de construção não é visível na região abapertural, devido a uma camada de cobertura adicional (Fig. 131, 132, 133), que pode cobrir toda a região abapertural de maneira homogênea (Fig. 134). Na região apertural não há camada de cobertura, portanto, o padrão areolar é visível, e as unidades de construção são colapsadas (Fig. 135). Abertura central, circular na maioria dos casos, elíptica nos organismos que apresentam a teca arqueada, o eixo longo da abertura é perpendicular ao eixo longo da teca (Fig. 135, 136, 137, 138), delimitada por um pequeno lábio curvado (Fig. 139). Um anel de poros, em geral de 3 μm de diâmetro cada, localiza-se circundando a abertura. Este anel não está presente em todos os organismos. Teca amarelo claro a marrom escuro, tecas grandes ($>300\mu\text{m}$) em geral apresentam um tom verde escuro no topo da região abapertural. Provida de um número variável de núcleos (dois ou mais).

Biometria

Os detalhes da caracterização morfométrica são apresentados na Tabela XIX. Todas as medidas são altamente variáveis (CV entre 29,2-40,7), altura da teca apresenta o menor erro padrão da média (0,255). A análise de frequência de medidas mostra que o complexo *Arcella discoides* possui uma classe principal de medidas e uma grande amplitude de medidas para todos os caracteres: para diâmetro da teca, 72,78% das medidas estão entre 100-150 μm ; para altura da teca, 69,86% das medidas estão entre 20-30 μm e para diâmetro da abertura, 65,18% das medidas estão entre 50-100 μm . As razões entre as características morfométricas são apresentadas na Tabela XX. Todas as características estudadas estão correlacionadas mutuamente (Tabela XXI).

Ecologia e distribuição geográfica

Há registros desta espécie para as Américas, Europa, África, Ásia e Austrália (OGDEN & HEDLEY 1980). No Brasil, registros são para amostras de musgos no Rio de Janeiro (CUNHA 1913, WAILES 1913), amostras de plâncton para o Ceará (CUNHA 1913), Mato Grosso (GREEN 1975, HARDOIM & HECKMAN 1996), Goiás (LANSAC-TÔHA *et al.* 2000), São Paulo (DURIGAN *et al.* 1992, OLIVEIRA *et al.* 1992, SIPAÚBA-TAVARES *et al.* 1995), Minas Gerais (DABÉS 1995), Mato Grosso do Sul (DADAY 1905; VELHO *et al.* 1996, 1999; LANSAC-TÔHA *et al.* 1997; BONECKER *et al.* 1998) e Paraná (LOPES 1993; NUNES *et al.* 1996; VELHO *et al.* 1996, 1999; LANSAC-TÔHA *et al.* 1997). O presente estudo encontrou a maioria dos indivíduos associados às raízes de plantas aquáticas tanto no Rio (57,7%) quanto no lago (33%). De um total de 2433 indivíduos pertencentes ao gênero *Arcella*, esta foi a única espécie amostrada no sedimento do Rio (Tabela XXII).

Observações: A morfologia das tecas encontradas no presente estudo está de acordo com estudos ultra-estruturais (OGDEN & HEDLEY 1980) e não apresenta nenhuma contradição quando comparada com estudos realizados sob MO (Tabela XVIII). Comparativamente, o complexo *A. discoides* ao redor do mundo apresenta uma grande amplitude de medidas, e o presente trabalho mostra maior variação encontrada para uma mesma população, provavelmente devido ao tamanho da amostra. A principal característica que separaria *A. megastoma* seria o número de núcleos, mas este é um caráter extremamente variável e parece aumentar com o tamanho da teca. *A. polypora* seria distinta pelo anel de poros ao redor da abertura, mas este anel é visto em outros táxons nominais comprovando ser ambíguo demais para uma característica diagnóstica.

Gênero *Arcella* Ehrenberg, 1841

Arcella brasiliensis Cunha, 1913

Arcella brasiliensis Cunha, 1913

Prancha XIII; Figs. 150 a 155

Material Examinado: 5 espécimes sob MO, 1 espécime sob MEV

Morfologia

Teca circular em vista apertural (Figs. 140, 141), hemisférica em vista lateral, com uma carena marginal distinta (Fig. 152). Superfície abapertural provida de depressões, que dão a teca um aspecto ondulado. Região apertural lisa. Teca construída a partir de unidades em forma de caixa hexagonais e ocas (Fig. 143), por vezes um poro está presente em um vértice (Fig. 144). Abertura circular, central, invaginada (Fig. 145), circundada por um lábio soerguido (Fig. 146). Teca amarelo claro a marrom.

Biometria

Detalhes da caracterização morfométrica são apresentados na Tabela XIX. Todas as medidas são altamente variáveis (CV entre 10,6 – 26,1), diâmetro da abertura apresenta o menor erro padrão da média (3,74). As razões entre as características morfométricas são apresentadas na Tabela XX.

Ecologia e Distribuição Geográfica

Esta espécie está registrada apenas para o Brasil, no Rio de Janeiro (CUNHA 1913), Minas Gerais (DABÉS 1995), Goiás (LANSAC-TÔHA *et al.* 2000), Mato Grosso do Sul e Paraná (VELHO *et al.* 1996, LANSAC-TÔHA *et al.* 1997). O presente estudo amostrou somente cinco indivíduos, portanto, esta é uma espécie rara no Rio Tietê (Tabela XXIII).

Observações: descrições prévias (CUNHA 1913, DEFLANDRE 1928, Velho *et al.* 1996) retratam esta espécie com um domo abapertural liso, mas os indivíduos analisados no presente estudo eram todos providos de pequenas depressões, dando a impressão de uma teca ondulada. O desenho da descrição original apresenta a carena marginal provida de um padrão alternado de areolações, mas DEFLANDRE (1928) atribui este padrão a uma ilusão de óptica. O estudo ultra-estrutural mostra a ausência de tal padrão alternado de areolações. O presente estudo encontrou uma maior amplitude de medidas que previamente reportado (DEFLANDRE 1928, VELHO *et al.* 1996).

DISCUSSÃO

O presente trabalho encontrou quatro entidades bastante distintas morfologicamente. Os complexos *Arcella hemisphaerica*, *A. gibbosa*, *A. discoides* e *A. brasiliensis* apresentam caracteres de distinção únicos, e também, podem ser diferenciadas a partir das razões entre suas medidas.

A. hemisphaerica possui um característico contorno de semicírculo em vista lateral; *A. gibbosa* apresenta depressões e costelas; *A. discoides* possui um perfil bastante achatado em forma de calota e *A. brasiliensis* possui uma carena ao longo da ondulação marginal. Estas características permitem identificar com facilidade estes organismos.

As razões entre as medidas morfométricas também trazem interessantes caracteres de distinção, em especial, a razão altura da teca/diâmetro da teca. DEFLANDRE (1928) dividiu o gênero em quatro grupos, não filogenéticos: as “altas”,

com razão at/dt próxima de 1; as “hemisféricas”, com razão at/dt próxima de 0,5; as “baixas” com razão at/dt próxima de 0,3; e as “carenadas” que apresentam uma carena ao longo da ondulação marginal. Curiosamente, cada uma das quatro espécies encontradas no presente estudo se encaixa em cada uma das quatro categorias estabelecidas por Deflandre, no entanto, o presente estudo conta com um número de observações biométricas sem precedentes na literatura (Tabela XX).

No âmbito da nomenclatura, o presente trabalho corrobora mais uma vez a necessidade de revisões abrangentes nos grupos menos inclusivos de tecamebas. A quantidade de táxons nominais não distintos encontrada evidencia que pesquisadores realizaram poucos estudos comparativos entre as espécies do gênero *Arcella*.

Se as determinações do ICZN (RIDE *et al.* 1999) forem seguidas, mais explicitamente as determinações para o grupo de espécie e o Princípio da Coordenação explicitados na Introdução deste trabalho, um problema mais imediato surge: os táxons descritos como infrasubespecíficos, em geral, utilizam a mesma denominação como por exemplo, *Arcella megastoma* fma. *arcuata* e *Arcella discoïdes* fma. *arcuata*, ambas descritas por DEFLANDRE (1928). Seguindo o artigo 45 e o Princípio da Coordenação, ambos os táxons seriam *Arcella arcuata* Deflandre, 1928, estão, a princípio, se referindo a organismos diferentes. Este é somente um exemplo de um fato bastante comum que somente uma revisão que levante todos os nomes existentes pode resolver.

A solução proposta no presente trabalho, quando não é o caso de uma revisão completa, é tratar todos os nomes sob uma única entidade operacionalmente distinta, e listar todos os nomes indistinguíveis sob o nome mais

antigo. Desta maneira, a informação taxonômica contida na literatura tradicional não se perde, evitando o aparecimento de nomes antigos com autoridades novas; ainda, o conceito taxonômico que o autor mais recente utilizou fica explícito, e pode ser contestado.

Discussão Final

DISCUSSÃO

A variação morfométrica das tecamebas encontradas no Rio Tietê é a mais extensa já reportada. A Tabela VI mostra pesquisas com grande amostragem, assim como os dados biométricos obtidos para o gênero *Diffugia*, para todos os outros gêneros, resultados similares foram encontrados.

Altas variações também foram obtidas para algumas espécies em BOBROV & MAZEI (2004), onde se observou que o caráter mais variável é o diâmetro da abertura. O presente estudo difere e apresenta este caráter com os menores valores relativos de coeficiente de variação, para a maioria das espécies. BOBROV & MAZEI (2004) usaram uma série de dados de numerosas localidades e a variação por eles observada pode refletir pressões seletivas de vários fatores ecológicos. Uma única população, como a encontrada no Rio Tietê, deve, portanto, apresentar pouca variação em características altamente selecionadas.

A alta variação observada é, em parte, conseqüência do grande número de indivíduos investigados. Pode ser também atribuída a fatores ecológicos como micro-habitats e abrangências ambientais grandes, uma vez que o Rio Tietê é altamente poluído. Consequentemente, mais adaptação específica a nichos ocorreria.

Atributos de cada espécie apresentam distribuições normais. Uma classe principal de medidas está sempre presente, e estudos que confiam em um número reduzido de indivíduos estão inclinados a registrar dados com uma abrangência de medidas limitada. Este tipo de trabalho traz boas estimativas da média, decorrência da presença de uma classe principal, mas subestima a amplitude.

O aumento na amplitude de atributos leva a maior sobreposição entre espécies nominais descritas anteriormente, e deveria nos levar a questionar a validade de alguns daqueles táxons.

Apesar de não haver consenso sobre o conceito de espécie para protistas assexuados, tanto como categoria ou como táxon (SONNEBORN 1957, MEISTERFELD 1979, WANNER 1999, MAYR 2001, SCHLEGEL & MEISTERFELD 2003), o fato de que somos capazes de separar entidades distintas não é ponto de disputa. As entidades podem ser determinadas, e se são espécies ou não, em qualquer instância, é uma questão distinta. Estas entidades são o objetivo de nosso estudo. Colocar nomes em sinonímia não resolve o problema por inteiro – não sabemos se são realmente sinônimos, devido à incompatibilidade entre estudos prévios e contemporâneos – e não deixa explícito se é interpretação ou ação objetiva.

As análises realizadas no presente estudo corroboram a necessidade de estudos como delineados por BOBROV & MAZEI (2004): revelar a variabilidade morfológica de populações em várias localidades; fazer análise biométrica detalhada dentro de complexos de espécies proximamente relacionadas; realizar trabalho taxonômico cauteloso e levar as limitações ecológicas em conta ao estudar tecamebas, pois isso é essencial para um melhor entendimento das populações naturais. Adicionalmente, estressamos que análises detalhadas da taxonomia e inovação são necessárias para resolução de problemas relacionados à incompatibilidade entre pesquisas recentes e antigas.

Ao lidar com protistas assexuados, onde nenhum consenso de espécie foi estabelecido, é fundamental tomar medidas cautelosas quando os dados levam a juntar ou separar táxons. Medidas radicais como observado em MEDIOLI & SCOTT

(1983) podem provocar muita confusão. O estudo de *C. aculeata* e táxons similares delineado no presente trabalho poderiam levar um taxonomista a sinonimizar todos os táxons.

Outros pesquisadores já encontraram evidências de que os limites das espécies podem estar superestimados para outros grupos de eucariotos unicelulares, principalmente devido a melhores procedimentos de amostragem (PATTERSON & LEE 2000, com flagelados heterotróficos). Entretanto, levando todas as variáveis em conta, como falta de tipos, localidades distantes, diferentes métodos de estudo e impedimentos intrínsecos do trabalho morfológico, as sinonímias resultantes não seriam objetivas. Nestes casos, a informação sobre táxons levantada por autores prévios deve ser preservada.

Logo, separar informação objetiva de dados interpretados, e clareza em relação a dados não interpretados é requerida. Pesquisas assim vão avançar em direção a discussões mais frutíferas sobre o conceito taxonômico para protistas assexuados. Adicionalmente, preservar os conceitos de autores prévios irá ajudar em identificar importantes formas ecológicas, como demonstrado aqui para *Diffflugia ecornis* e *Centropyxis ecornis*.

As amplitudes de atributos morfológicos e morfométricos observados para todas as famílias sustentam que o conhecimento da variabilidade em populações naturais de tecamebas é no mínimo subestimado. Também, a paucidade de registros para uma espécie tão conspícua como *A. brasiliensis* indica considerável sub-amostragem em populações naturais, um problema fundamental em práticas protozoológicas (FINLAY 2002, FINLAY *et al.* 2004, FOISSNER 1999a).

Amostragem e trabalho taxonômico em regiões menos estudadas do globo contribuirão para o conhecimento de populações naturais de tecamebas.

The background of the slide is a grayscale micrograph showing a complex network of biological structures. There are numerous small, oval-shaped cells, some of which appear to be budding or dividing. The overall texture is granular and fibrous, suggesting a microscopic view of tissue or a culture medium.

Tabelas

Tabela I. Caracterização biométrica dos espécimes de *Diffugia* investigadas no Rio Tietê. Os caracteres são como designados nas Figs. 5, 19, 25, 35, 43. Medidas em μm . $\bar{x}$ – média aritmética; M – mediana; SD – desvio padrão; SE – erro padrão da média; CV – coeficiente de variação em %; Min – mínimo; Max – máximo; n – número de espécimes investigados.

Caracteres	$\bar{x}$	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
<i>Diffugia corona</i>								
comprimento da teca	192.1	200.0	48.36	1.85	25.2	80.0	380.0	683
diâmetro da teca	189.8	200.0	48.76	1.87	25.7	80.0	360.0	683
diâmetro da abertura	91.6	100.0	26.22	1.00	28.6	30.0	200.0	683
comp. de espinhos	37.5	40.0	12.07	0.49	32.2	10.0	100.0	607
número de espinhos	3.0	4.0	2.03	0.11	67.0	0.0	10.0	337
<i>Diffugia gramen</i>								
comprimento da teca	108.0	100.0	20.21	1.46	18.7	80.0	160.0	192
diâmetro da teca	92.3	80.0	29.07	2.10	31.5	50.0	160.0	192
diâmetro da abertura	38.0	40.0	10.94	0.79	28.7	20.0	80.0	192
<i>Diffugia lanceolata</i>								
comprimento da teca	174.8	180.0	26.37	2.16	15.1	80.0	240.0	149
diâmetro da teca	75.1	80.0	13.83	1.13	18.4	40.0	120.0	149
diâmetro da abertura	39.6	40.0	6.84	0.56	17.3	20.0	80.0	149
<i>Diffugia claviformis</i>								
comprimento da teca	226.5	220.0	65.05	6.12	28.7	110.0	380.0	113
diâmetro da teca	88.0	80.0	24.27	2.28	27.6	60.0	200.0	113
diâmetro da abertura	49.3	40.0	11.83	1.11	24.0	40.0	90.0	113
<i>Diffugia gigantea</i>								
comprimento da teca	380.0	420.0	78.10	26.03	20.6	280.0	460.0	9
diâmetro da teca	204.4	200.0	32.83	10.94	16.1	180.0	280.0	9
diâmetro da abertura	86.7	80.0	14.14	4.71	16.3	80.0	120.0	9

Tabela II. Coeficiente de correlação entre as características morfométricas nas espécies de *Diffugia* estudadas no Rio Tietê. Caracteres como designados nas Figs 5, 19, 25, 35, 43. n – número de espécimes estudados; NA – não aplicável.

Espécie (n)	ct-dt	ct-da	dt-da	ce-ct	ce-dt	ce-da	ne-ct	ne-dt	ne-da	ne-ce
<i>Diffugia corona</i> (n=†)	0.93*	0.84*	0.85*	0.41*	0.44*	0.42*	0.16**	0.12 ^{NS}	0.17**	0.18 ^{NS}
<i>Diffugia gramen</i> (n=192)	0.72*	0.50*	0.58*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Diffugia lanceolata</i> (n=149)	0.66*	0.45*	0.75*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Diffugia claviformis</i> (n=113)	0.70*	0.72*	0.58*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

† – para as relações ct-dt, ct-da e dt-da n=683; para ce-ct, ce-dt e ce-da n=608; para ne-ct, ne-dt, ne-da e ne-ce n=261. * p < 0.001; ** p < 0.01. NS – não significativo

Tabela III. Razões morfométricas entre os caracteres estudados para a população de *Diffugia* do Rio Tietê. Caracteres como designados nas Figs 5, 19, 25, 35, 43. SD – desvio padrão; n – número de espécimes estudados.

Espécie (n)	dt/ct (SD)	da/ct (SD)	da/dt (SD)
<i>Diffugia corona</i> (n=683)	0.99 (0.11)	0.48 (0.08)	0.49 (0.08)
<i>Diffugia gramen</i> (n=192)	0.85 (0.20)	0.35 (0.09)	0.43 (0.11)
<i>Diffugia lanceolata</i> (n=149)	0.43 (0.07)	0.23 (0.04)	0.53 (0.08)
<i>Diffugia claviformis</i> (n=113)	0.40 (0.10)	0.23 (0.06)	0.58 (0.13)
<i>Diffugia gigantea</i> (n=9)	0.55 (0.11)	0.24 (0.05)	0.43 (0.08)

Tabela IV. Exploração de habitat das espécies de *Diffugia* estudadas do Rio Tietê. Números em %.

Espécie (n)	Lago		Rio	
	Sedimento	Raízes	Sedimento	Raízes
<i>Diffugia corona</i> (683)	26.06	46.76	9.15	18.03
<i>Diffugia gramen</i> (192)	40.51	22.05	3.08	34.36
<i>Diffugia lanceolata</i> (149)	0.00	3.57	9.29	87.14
<i>Diffugia claviformis</i> (113)	5.60	6.40	64.00	24.00
<i>Diffugia gigantea</i> (9)	33.33	33.33	33.33	0.00

Tabela V. Localidades e exploração do habitat de *Diffflugia corona*. P – presente no micro-habitat. N – não presente ou não amostrada no micro-habitat. ? – amostragem não especificada pelo autor.

Localidades	Sedimento		Perifiton		Plâncton	
	Lên	Lót	Lên	Lót	Lên	Lót
<i>Diffflugia corona</i>						
Europa e Ásia						
Kunratice, Praga, República Tcheca (Stepanek 1952)	P	N	P	N	N	N
Lunz, Áustria (Laminger, 1972)	N	P	N	N	N	N
Ardenes, Bélgica (Chardez, 1961)	P	N	P	N	N	N
Penza, Rússia (Bobrov <i>et</i> Mazei, 2004)	N	P	N	N	N	N
Hampshire, Inglaterra (Ogden <i>et</i> Hedley, 1980)	?	?	?	?	?	?
Vlasina lake, Sérvia e Montenegro (Ogden <i>et</i> Zivkovic, 1983)	N	N	N	N	P	N
África						
Sanhadja e La Calle, Argélia (Gauthier-Lièvre <i>et</i> Thomas, 1958)	N	P	N	N	N	N
Sangalkam, Senegal (Gauthier-Lièvre <i>et</i> Thomas, 1958)	N	P	N	N	N	N
Gao, República de Mali (Gauthier-Lièvre <i>et</i> Thomas, 1958)	N	P	N	N	N	N
Banfora e Tiogo, Burkina-Faso (Gauthier-Lièvre <i>et</i> Thomas, 1958)	P	P	N	N	N	N
Abéché e Oum Hadjer, Chade (Gauthier-Lièvre <i>et</i> Thomas, 1958)	N	P	N	N	N	N
N'Djolé, Gabão (Gauthier-Lièvre <i>et</i> Thomas, 1958)	N	P	N	N	N	N
América do Sul						
San Fernando de Apure e Guarico, Venezuela (Deflandre 1926)	N	N	N	N	P	P
Puerto Nuevo, Buenos Aires, Argentina (Boltovskoy, 1956)	N	P	N	N	N	N
Rio San Felipe, Buenos Aires, Argentina (Vucetich, 1972)	N	N	P	N	N	N
Ushuaia, SF, Formosa e Eurioica, Argentina (Vucetich, 1973)	N	N	P	N	N	N
Buenos Aires, Argentina (Boltovskoy <i>et</i> Lena, 1971)	N	N	P	N	N	N
Contaco River, Osorno, Chile (Zapata <i>et al.</i> , 2002)	N	P	N	N	N	N
Brasil						
Rio de Janeiro (Cunha, 1913)	?	?	?	?	?	?
Santa Vitória do Palmar, RS (Closs <i>et</i> Madeira, 1962)	N	P	N	N	N	N
Tramandaí Lagoon, RS (Closs <i>et</i> Madeira, 1967)	P	N	N	N	N	N
Northern Pantanal, MT (Hardoim <i>et</i> Heckman, 1996)	N	P	N	P	N	N
Vale do Rio Suia Missu, Mato Grosso (Green, 1975)	N	N	N	N	P	N
Rio São Francisco, Três Marias, Minas Gerais (Dabés, 1995)	N	N	N	N	P	N
Lagoa Mirim, Rio Grande do Sul (Closs <i>et</i> Medeiros, 1967)	P	N	N	N	N	N
Alto Paraná, MS (Velho <i>et</i> Lansac-Tôha, 1996)	N	N	N	N	P	P
Rio Tietê, São Paulo (presente estudo)	P	P	P	P	N	N

Tabela VI. Comparações morfométricas entre diferentes populações das espécies de *Diffugia* investigadas. Caracteres como designados nas Figs 5, 19, 25, 35, 43. Eixos. Medidas em µm. ? – não informado.

Referências	dt	ct	da	la	ce	ne	n
<i>Diffugia corona</i>							
Daday (1905)	?	230	?	6-12	?	5-7	?
Deflandre (1926)	240-260	216-225	?	?	?	4-6	?
Stepanek (1952)	105-175	?	35-70	?	5-35	1	?
Boltovskoy (1956)	100-240	?	?	6-14	?	0-10	?
Gauthier-Lièvre <i>et</i> Thomas (1958)	120-190	110-200	50-80	>12	?	6-10	?
Closs <i>et</i> Madeira (1962)	120-330	?	?	5-20	?	<7	?
Closs <i>et</i> Madeira (1967)	100-270	?	?	?	?	0	?
Vucetich (1972)	130-180	135-200	?	8-10	?	4-6	?
Vucetich (1973)	130-180	135-200	50-80	?	?	?	?
Ogden <i>et</i> Hedley (1980)	141-176	137-189	51-83	12-20	?	?	10
Ogden <i>et</i> Zivkovic (1983)	126-177	126-190	53-86	10-16	?	2-8	14
Dekhlyar (1993)	112.0-120.0	112.3-128.2	59.4-66.7		24-32		10
Torres <i>et</i> Jebram (1994)	130-180	135-200	50-80	?	?	?	?
Velho <i>et</i> Lansac-Tóha (1996)	119-189	121-196	56-75	?	?	?	10
Blanco (2001)	50-230	50-220	20-90	?	?	0-7	200
Zapata <i>et al.</i> (2002)	?	110-195	?	8-12	?	>2	?
Bobrov <i>et</i> Mazei (2004)	132.5-184.5	141-210	8.5-86.1	?	?	?	65
presente estudo	80-330	80-380	30-200	9-15	10-100	0-10	683
<i>Diffugia gramen</i>							
Stepanek (1952)	105	112	42	3	CA	CA	?
Gauthier-Lièvre <i>et</i> Thomas (1958)	43-70	60-80	?	3	CA	CA	?
Stepanek <i>et</i> Jiri (1958)	53.4-64.7	70.8-92.4	17.5-28	3	CA	CA	100
Vucetich (1972)	56-64	75-90	19-27	3	CA	CA	?
Velho <i>et</i> Lansac-Tóha (1996)	64-75	78-97	23-29	3	CA	CA	10
Ogden (1980)	70-112	89-117	23-39	3	CA	CA	35
Ogden (1983)	42-75	61-97	18-33	3-4	CA	CA	44

Tabela VI (cont.)

Referências	dt	ct	da	la	ce	ne	n
Ogden <i>et</i> Hedley (1980)	80-98	68-95	28-36	3	CA	CA	4
Yugoslavia (Ogden <i>et</i> Meisterfeld 1989)	50.5-81.1	69.3-90	24.3-32.4	3-4	CA	CA	25
Suffolk (Ogden <i>et</i> Meisterfeld 1989)	50.4-88.0	68.9-97.4	19.6-33.3	3-4	CA	CA	36
Norfolk (Ogden <i>et</i> Meisterfeld 1989)	69.8-112.2	89-121.9	23.2-39.1	3-4	CA	CA	35
Bobrov and Mazei (2004)	39.5-77.5	57.0-85.5	15.9-36.0	3	CA	CA	40
presente estudo	50-160	80-160	20-80	3-4	CA	CA	192
<i>Diffflugia lanceolata</i>							
Decloitre (1954)	66-68	110-130	20-36	CA	CA	CA	2
Gauthier-Liévre <i>et</i> Thomas (1958)	48-60	120-190	20-25	CA	CA	CA	?
Ogden (1983)	56-92	108-155	22-32	CA	CA	CA	38
Ogden <i>et</i> Hedley (1980)	46-72	116-159	23-28	CA	CA	CA	4
Bobrov and Mazei (2004)	40.5-84.5	87.5-189.5	21-54	CA	CA	CA	82
presente estudo	40-120	80-240	20-80	CA	CA	CA	149
<i>Diffflugia claviformis</i>							
Penard (1899)	130-200	390-435	?	CA	CA	CA	?
Ogden (1979)	105-123	288-316	34-40	CA	CA	CA	2
Ogden <i>et</i> Hedley (1980)	97-196	247-393	33-62	CA	CA	CA	12
presente estudo	60-200	110-380	40-90	CA	CA	CA	113
<i>Diffflugia gigantea</i>							
Chardez (1967)	?	450-580	?	CA	CA	CA	?
Ogden <i>et</i> Fairman (1979)	168-231	341-480	55-84	CA	CA	CA	7
presente estudo	180-280	280-460	80-120	CA	CA	CA	9

Tabela VII. Localidades e exploração de habitat de *Diffugia gramen*. P – presente no micro-habitat. N – não presente ou não amostrada no habitat. ? – amostragem não especificada pelo autor.

Localidades	Sedimento		Perífiton		Plâncton	
	Lên	Lót	Lên	Lót	Lên	Lót
<i>Diffugia gramen</i>						
Europa						
Norfolk, Inglaterra (Ogden 1980, Ogden <i>et</i> Meisterfeld 1989)	N	N	P	N	N	N
Suffolk, Inglaterra (Ogden 1983, Ogden <i>et</i> Meisterfeld 1989)	N	N	N	P	N	N
Vlasina, Sérvia e Montenegro (Ogden <i>et</i> Meisterfeld 1989)	N	N	N	N	P	N
Praga, República Tcheca (Štěpánek 1952)	N	N	N	N	N	P
Bohemia, República Tcheca (Štěpánek <i>et</i> Jiří 1958)	N	N	N	N	N	P
África						
Rabat e Settat, Marrocos (Gauthier-Lièvre <i>et</i> Thomas 1958)	N	P	N	N	N	N
Sanhadja, La Calle, Argélia (Gauthier-Lièvre <i>et</i> Thomas 1958)	N	P	N	N	N	N
Sangalkam, Senegal (Gauthier-Lièvre <i>et</i> Thomas 1958)	N	P	N	N	N	N
Tabarka, Tunísia (Gauthier-Lièvre <i>et</i> Thomas 1958)	N	P	N	N	N	N
América do Sul						
San Fernando de Apure e Guarico, Venezuela (Deflandre 1926)	N	N	N	N	P	P
Formosa, Argentina (Vucetich 1970, 1973)	N	N	N	P	N	N
Buenos Aires, Argentina (Vucetich 1972, 1973)	N	N	P	N	N	N
Corrientes, Argentina (Vucetich 1973, 1978)	N	N	P	N	N	P
Brasil						
Rio de Janeiro, RJ (Wailes 1911, Cunha 1913)	?	?	?	?	?	?
Vale do Rio Suia Missu, MT (Green, 1975)	N	N	N	N	P	N
Rio São Francisco, Três Marias, MG (Dabés, 1995)	N	N	N	N	P	N
Alto Paraná, MS (Velho <i>et</i> Lansac-Tôha, 1996)	N	N	N	N	P	P
Represa Lomba do Sabão, RS (Torres <i>et</i> Schwarzbald 2002)	N	N	P	N	N	N
Rio Tietê, SP (presente estudo)	P	P	P	P	N	N

Tabela VIII. Caracterização biométrica dos espécimes de *Centropyxis* do Rio Tietê. Caracteres como designados na Fig 54. Medidas em μm . x – média aritmética; M – mediana; SD – desvio padrão; SE – erro padrão da média; CV – coeficiente de variação em %; Min – mínimo; Max – máximo; n – número de espécimes investigados.

Caracteres	x	M	Min	Max	SD	SE	CV	n
<i>Todos táxons</i>								
diâmetro da teca	159.4	160.0	60.0	400.0	41.72	0.91	26.2	2120
comprimento da teca	157.3	160.0	80.0	400.0	41.92	0.91	26.7	2109
altura da teca	41.5	40.0	20.0	150.0	11.85	0.26	28.6	2120
diâmetro da abertura	71.2	70.0	30.0	200.0	20.42	0.44	28.7	2120
comp. de espinhos	30.7	30.0	10.0	100.0	10.36	0.23	33.8	1957
número de espinhos	3.8	4.0	0.0	10.0	1.99	0.07	53.0	882
<i>C. aculeata</i>								
diâmetro da teca	149.4	150.0	80.0	320.0	33.32	1.01	22.3	1086
comprimento da teca	146.7	140.0	80.0	400.0	33.42	1.02	22.8	1076
altura da teca	41.7	40.0	20.0	120.0	10.33	0.31	24.8	1086
diâmetro da abertura	66.0	60.0	30.0	160.0	17.24	0.52	26.1	1086
comp. de espinhos	33.2	35.0	10.0	100.0	10.16	0.31	30.6	1084
número de espinhos	4.4	4.0	1.0	8.0	1.27	0.07	28.6	320
<i>C. discoides</i>								
diâmetro da teca	166.1	160.0	80.0	400.0	45.87	1.53	27.6	901
comprimento da teca	164.5	160.0	80.0	400.0	46.17	1.54	28.1	901
altura da teca	40.0	40.0	20.0	150.0	12.20	0.41	30.5	901
diâmetro da abertura	75.6	75.0	30.0	200.0	21.96	0.73	29.0	901
comp. de espinhos	27.4	30.0	10.0	90.0	9.66	0.33	35.2	868
número de espinhos	4.3	4.0	1.0	10.0	1.40	0.07	32.6	431
<i>C. ecornis</i>								
diâmetro da teca	192.4	200.0	100.0	380.0	37.04	3.30	19.3	126
comprimento da teca	189.5	200.0	100.0	380.0	36.79	3.28	19.4	126
altura da teca	47.8	50.0	20.0	80.0	12.89	1.15	27.0	126
diâmetro da abertura	83.4	80.0	40.0	180.0	19.77	1.76	23.7	126

Tabela IX. Razões morfométricas para as populações estudadas de *Centropyxis* no Rio Tietê. Caracteres como designados na Fig. 54. SD – desvio padrão; n – número de espécimes estudados; NA - não aplicável.

Razão	Todos (2120)	<i>C. aculeata</i> (1086)	<i>C. ecornis</i> (901)	<i>C. discoides</i> (126)
ct/dt (SD)	0.99 (0.05)	0.98 (0.06)	0.99 (0.05)	0.99 (0.04)
at/dt (SD)	0.27 (0.07)	0.29 (0.07)	0.25 (0.06)	0.25 (0.06)
da/dt (SD)	0.45 (0.07)	0.44 (0.07)	0.46 (0.06)	0.43 (0.06)
da/at (SD)	1.78 (0.52)	1.63 (0.46)	1.96 (0.52)	1.85 (0.64)
ce/da (SD)	0.43 (0.24)	0.53 (0.22)	0.37 (0.19)	NA
ce/at (SD)	0.72 (0.35)	0.83 (0.32)	0.69 (0.29)	NA
ce/dt (SD)	0.19 (0.09)	0.23 (0.08)	0.16 (0.07)	NA

Tabela X. Coeficiente de correlação entre as espécies de *Centropyxis* estudadas no Rio Tietê. Caracteres como designados na Fig 54. n - número de espécimes; NA - não aplicável.

Correlação	Todos táxons (1947†)	<i>C. aculeata</i> (1089†)	<i>C. discoides</i> (868†)	<i>C. ecornis</i> (126)
dt-ct	0.98*	0.97*	0.99*	0.97*
dt-at	0.55*	0.48*	0.67*	0.47*
dt-da	0.84*	0.78*	0.87*	0.75*
dt-ce	0.24*	0.21*	0.43*	NA
dt-ne	0.11**	0.23*	0.04NS	NA
ct-at	0.54*	0.48*	0.67*	0.44*
ct-da	0.84*	0.78*	0.88*	0.76*
ct-ce	0.25*	0.22*	0.44*	NA
ct-ne	0.11**	0.21*	0.05NS	NA
at-da	0.44*	0.41*	0.54*	0.46*
at-ce	0.30*	0.19*	0.41*	NA
at-ne	0.05NS	0.12*	0.22*	NA
da-ce	0.18*	0.18*	0.35*	NA
da-ne	0.15*	0.19*	0.13**	NA
ce-ne	0.10**	0.18*	0.08NS	NA

* $p=0.001$; ** $0.01 > p > 0.001$; NS não significativo; † quando o caráter ne é analisado, o número de espécimes é: Todos táxons = 755, *C. aculeata* = 325, *C. discoides* = 431

Tabela XI. Exploração de habitat dos espécimes de *Centropyxis* estudadas no Rio Tietê. Números em %. n - número de espécimes

Espécie (n)	Rio		Lago	
	Raízes	Sedimento	Raízes	Sedimento
Todos táxons(n=2120)	52.64	26.65	18.92	1.79
<i>C. aculeata</i> (n=1093)	56.27	24.52	16.93	2.29
<i>C. discoides</i> (n=901)	51.72	24.97	22.20	1.11
<i>C. ecornis</i> (n=126)	27.78	57.14	12.70	2.38

Tabela XII. Caracterização biométrica das espécies de *Lesquereusia* estudadas no presente trabalho. Caracteres como designados nas Figs 76, 86, 99. Medidas em μm . x – média aritmética; M – mediana; SD – desvio padrão; SE – erro padrão da média; CV – coeficiente de variação em %; Min – mínimo; Max – máximo; n – número de espécimes investigados.

Espécie	x	M	Min	Max	SD	SE	CV	n
<i>N. wailesi</i>								
largura da teca	180.41	180.0	100.0	320.0	35.40	1.65	19.62	463
altura da teca	183.33	180.0	100.0	340.0	35.28	1.64	19.25	463
diâmetro da abertura	58.23	60.0	40.0	100.0	11.13	0.52	19.12	463
<i>L. modesta</i>								
largura da teca	86.80	80.0	60.0	160.0	21.99	3.11	25.33	50
altura da teca	111.20	100.0	80.0	200.0	27.15	3.84	24.42	50
diâmetro da abertura	31.10	30.0	20.0	60.0	8.99	1.27	28.92	50

Tabela XIII. Razões morfométricas para as populações estudadas de *Lesquereusia* no Rio Tietê. Caracteres como designados nas Figs 76, 86. SD – desvio padrão; n – número de espécimes estudados.

Espécie (n)	lt/at (SD)	da/lt (SD)	da/at (SD)
<i>L. modesta</i> (n=50)	0.79 (0.11)	0.38 (0.14)	0.29 (0.1)
<i>N. waillesi</i> (n=463)	0.99 (0.15)	0.33 (0.07)	0.32 (0.06)

Table XIV. Coeficiente de correlação entre as espécies de *Lesquereusia* estudadas no Rio Tietê. Caracteres como designados nas Figs 76, 86. n - número de espécimes; NS - não significativo.

Espécie (n)	lt-at	lt-da	at-da
<i>N. wailesi</i> (n=463)	0.76	0.42	0.48
<i>L. modesta</i> (n=50)	0.81	0.06NS	0.10NS
p<0.001			

Tabela XV. Exploração de habitat das espécies de *Lesquereusia* estudadas no Rio Tietê. Números em %. n - número de espécimes

Espécie (n)	Lago		Rio	
	Sedimento	Raízes	Sedimento	Raízes
<i>N. waillesi</i> (n=463)	10.28	58.42	15.98	15.32
<i>L. modesta</i> (n=50)	0.00	98.00	0.00	2.00

Tabela XVI: Comparações morfométricas entre diferentes populações dos táxons nominais de entidades relacionadas a *Arcella hemisphaerica* investigados. Caracteres como designados na Fig 108. Medidas em μm . ? – não informado.

Táxons nominais agrupados sob	Diagnose	Núcleos	Amplitude morfométrica				Referências
			dt	at	da	at/dt	
<i>Arcella hemisphaerica</i> Perty, 1852	teca hemisférica em vista lateral	2	33-69	23-45	11-20	0.48-0.75	Perty 1852, Penard 1890, Playfair 1918, Wailes 1919, Deflandre 1926, Deflandre 1928, Decloitre 1954, Green 1975, Vucetich 1973, Ogden & Hedley 1980, Van Oye 1956
<i>Arcella hemisphaerica</i> fma. <i>undulata</i> Deflandre, 1928	depressões na superfície abapertural	2	42-51	33-40	11-16	~	Deflandre 1928, Decloitre 1954, Decloitre 1965, Vucetich 1973, Van Oye 1956, Hardoim & Heckman 1996
<i>Arcella hemisphaerica</i> var. <i>depressa</i> Playfair, 1918	superfície abapertural menos	2	34-57	21-36	10-15		Playfair 1918, Deflandre 1928
<i>Arcella hemisphaerica</i> var. <i>intermedia</i> Deflandre, 1928	deprimida presença de ondulação marginal	2	48-68	30-45	13-18	0.6-0.65	Deflandre 1928
<i>Arcella hemisphaerica</i> var. <i>intermedia</i> fma. <i>undulata</i> Deflandre, 1928	ondulação marginal, depressões na superfície abapertural	2					Deflandre 1928
<i>Arcella hemisphaerica</i> var. <i>gibba</i> Deflandre, 1926	domo determinado pela ondulação marginal	2	44-50	31-43	12-18	0.69-0.72	Deflandre 1928, Vucetich 1973
<i>Arcella hemisphaerica</i> var. <i>playfairiana</i> Deflandre, 1928	domo mais largo que região inferior	2	32-42	20-30	9-12		Deflandre 1928

Tabela XVI (cont.):

Táxons nominais agrupados sob	Diagnose	Núcleos	Amplitude morfométrica				Referências
			dt	at	da	at/dt	
<i>Arcella hemisphaerica</i> var. <i>tuberculata</i> Stepanek, 1963	tubérculos na superfície abapertural	2	55	41	20		Decloitre 1976, Stepanek 1963
<i>Arcella rotundata</i> Playfair, 1918	teca sub- esférica, baixa razão at/dt	2	47-62	25-30	12-17	0.53-0.55	Deflandre 1928, Green 1975, Van Oye 1956
<i>Arcella rotundata</i> var. <i>stenostoma</i> Deflandre, 1928	abertura relativamente e pequena	2	39-60	22-30	9.3-16	0.47-0.54	Deflandre 1928, Vucetich 1973, Dioni 1970
<i>Arcella rotundata</i> var. <i>stenostoma</i> fma. <i>undulata</i> Deflandre, 1928	abertura relativamente e pequena; depressões na superfície abapertural	2	40-48	20-25	12-15		Deflandre 1928, Decloitre 1948, Vucetich 1973, Dioni 1970
<i>Arcella rotundata</i> var. <i>aplanata</i> Deflandre, 1928	mais achatada que a forma tipo	2	64-86	24-33	9.5-30	0.35-0.40	Deflandre 1928, Van Oye 1956
<i>Arcella rotundata</i> var. <i>alta</i> Playfair, 1918	alta razão at/dt	2	36-53	22-32	10-15	0.6-0.62	Playfair 1918, Deflandre 1928
<i>Arcella rotundata</i> fma. <i>undulata</i> Stepanek, 1963	depressões na superfície abapertural	2					Stepanek 1963

Tabela XVII: Comparações morfométricas entre diferentes populações dos táxons nominais de entidades relacionadas a *Arcella gibbosa* investigados. Caracteres como designados na Fig 119. Medidas em μm . ? – não informado.

Táxons nominais	Diagnose	Núcleos	Amplitude morfométrica				Referências
			dt	at	da	at/dt	
<i>Arcella gibbosa</i> Penard, 1890	teca com domo circular; hemisférica em vista lateral; depressões regulares na superfície abapertural	2	70-140	45-80	18-32	0.53-0.69	Deflandre 1928, Decloitre 1948, Decloitre 1954, Green 1975, Vucetich 1973, Velho 1996
<i>Arcella gibbosa</i> var. <i>levis</i> Deflandre, 1928	superfície abapertural lisa		90-95	60	30		Deflandre 1928, Dioni 1970
<i>Arcella gibbosa</i> var. <i>mitriformis</i> Deflandre, 1928	domo abapertural + alto; alto at/dt		55-95	46-90	14-28	0.63-0.94	Deflandre 1928, Decloitre 1948, Decloitre 1954, Vucetich 1973
<i>Arcella gibbosa</i> var. <i>aplanata</i> Van Oye, 1956	domo abapertural + baixo; baixa at/dt		55		15	0.27	Van Oye 1956, Decloitre 1976

Tabela XVIII: Comparações morfométricas entre diferentes populações dos táxons nominais de entidades relacionadas a *Arcella discoides* investigados. Caracteres como designados na Fig 130. Medidas em μm . ? – não informado.

Táxons nominais	Diagnose	Núc.	Amplitude morfométrica				Referências
			dt	at	da	at/dt	
<i>Arcella discoides</i> Ehrenberg, 1871	baixa at/dt; circular em vista apertural	2	90-157	25-57.3	21-52	0.2-0.25	Deflandre 1928, Decloitre 1948, Green 1975, Vucetich 1973, Dioni 1970, Hardoim and Heckman 1996, Velho 1996
<i>Arcella discoides</i> var. <i>difficilis</i> Deflandre, 1928	ondulação marginal		108-128	25-36	37-48	0.25	Deflandre 1928
<i>Arcella discoides</i> var. <i>scutelliformis</i> Playfair, 1918	mais alta que o tipo; alto at/dt		44-95	25-37	14-34	0.29-0.34	Deflandre 1928, Van Oye 1956
<i>Arcella discoides</i> var. <i>foveosa</i> Playfair, 1918	depressões na superfície abapertural		53-78	25-38	18-28	0.3-0.35	Playfair 1918, Deflandre 1928
<i>Arcella discoides</i> var. <i>pseudovulgaris</i> Deflandre, 1928	ondulação marginal		76-128	25-39	20-48	0.27-0.29	Deflandre 1928
<i>Arcella discoides</i> var. <i>pseudovulgaris</i> forma <i>undulata</i> Deflandre, 1928	ondulação marginal; depressões na superfície abapertural	2	118-122	25-40	42-50		Deflandre 1928

Tabela XVIII (cont.):

Táxons nominais	Diagnose	Núc.	Amplitude morfométrica				Referências
			dt	at	da	at/dt	
<i>Arcella polypora</i> Penard, 1890	anel de poros circunda a abertura	6-20	75-200	25-42	37-43	0.2-0.29	Penard 1980, Deflandre 1928
<i>Arcella polypora</i> var. <i>curvata</i> Deflandre, 1928	teca arqueada em vista lateral	4-12	120-135	25-43	48-57		Deflandre 1928
<i>Arcella megastoma</i> Penard, 1902	teca sub-esférica; baixo at/dt; alto número de núcleos	35-200	140-402	25-45	40-216	0.22	Deflandre 1928, Green 1975, Vucetich 1972 1973, Hardoim <i>et</i> Heckman 1996, Velho 1996
<i>Arcella megastoma</i> fma <i>arcuata</i> Deflandre, 1928	teca arqueada em vista lateral	~	198-215	25-45	83-110		Deflandre 1928

Tabela XIX. Caracterização biométrica das espécies de *Arcella*. Caracteres como designados nas Figs 108, 119, 130 e 149. Medidas em μm . x – média aritmética; M – mediana; SD – desvio padrão; SE – erro padrão da média; CV – coeficiente de variação em %; Min – mínimo; Max – máximo; n – número de espécimes investigados.

	x	M	Min	Max	SE	SD	CV	n
<i>Arcella hemisphaerica</i>								
diâmetro da teca	68.48	70.00	60.00	80.00	0.22	7.52	11.00	1126
altura da teca	34.61	35.00	20.00	60.00	0.15	5.15	14.90	1126
diametro da abertura	20.54	20.00	10.00	50.00	0.10	3.28	16.00	1125
<i>Arcella gibbosa</i>								
diâmetro da teca	84.67	80.00	60.00	120.00	1.46	15.00	17.70	106
altura da teca	71.65	80.00	30.00	100.00	1.78	18.29	25.50	106
diametro da abertura	24.43	20.00	15.00	60.00	0.65	6.74	27.60	106
<i>Arcella discoides</i>								
diâmetro da teca	144.99	140.00	60.00	360.00	1.40	48.58	33.50	1198
altura da teca	30.22	30.00	20.00	90.00	0.26	8.82	29.20	1198
diametro da abertura	67.58	70.00	15.00	200.00	0.80	27.52	40.70	1195
<i>Arcella brasiliensis</i>								
diâmetro da teca	144.00	150.00	110.00	160.00	9.27	20.74	14.40	5
altura da teca	84.00	80.00	80.00	100.00	4.00	8.94	10.60	5
diametro da abertura	32.00	30.00	20.00	40.00	3.74	8.37	26.10	5

Tabela XX. Razões morfométricas para as populações estudadas de *Arcella* no Rio Tietê. Caracteres como designados s Figs 108, 119, 130 e 149. SD – desvio padrão; n – número de espécimes estudados.

Espécies (n)	at/dt (SD)	at/da (SD)	da/dt (SD)
<i>Arcella hemisphaerica</i> (1125)	0.51 (0.05)	1.71 (0.29)	0.30 (0.05)
<i>Arcella gibbosa</i> (106)	0.85 (0.20)	3.03 (0.87)	0.29 (0.07)
<i>Arcella discoides</i> (1195)	0.23 (0.08)	0.52 (0.28)	0.46 (0.09)
<i>Arcella brasiliensis</i> (5)	0.59 (0.09)	2.80 (0.87)	0.22 (0.05)

Table XXI. Coeficiente de correlação entre as espécies de *Arcella* estudadas no Rio Tietê. Caracteres como designados s Figs 108, 119, 130 e 149; n - número de espécimes.

Espécies (n) p	dt-at	dt-da	at-da
<i>Arcella hemisphaerica</i> (1125) p=0.0001	0.71*	0.33	0.27
<i>Arcella gibbosa</i> (106) p=0.0001	0.54	0.48	0.36
<i>Arcella discoides</i> (1195) p=0.001	0.53	0.91	0.50

*p=0.001

Tabela XXII. Exploração de habitat das espécies de *Arcella* estudadas no Rio Tietê.
Números em %; n - número de espécimes

Espécies(n)	Rio		Lago	
	Raízes	Sedimento	Raízes	Sedimento
<i>Arcella hemisphaerica</i> (1125)	81.4	0.0	13.3	5.3
<i>Arcella gibbosa</i> (106)	12.8	0.0	68.1	19.1
<i>Arcella discoides</i> (1195)	57.7	4.8	33.0	4.5
<i>Arcella brasiliensis</i> (5)	20.0	0.0	20.0	60.0

Figuras

Prancha I; Figs. 1 – 4: ilustrando Material e Métodos. 1. imagem da região na cidade de São Paulo onde se encontra o Parque Ecológico do Rio Tietê (área verde), obtida no programa Google Earth. 2. fotografia da montagem experimental realizada para peneirar as amostras obtidas no Rio Tietê, com duas peneiras geológicas sobrepostas e abaixo delas uma rede de plâncton. 3. gráfico obtido no software “EstimateS” com curvas de diversos estimadores de abundância de espécies, para 18 amostras iniciais. 4. fotografia da montagem experimental realizada para triar as alíquotas em busca de tecamebas. A pipeta Pasteur é utilizada para retirar os indivíduos de interesse com segurança.

Prancha IIa; Fig. 5: desenho esquemático dos eixos medidos em *Diffflugia corona*; 5a – vista lateral, 5b – vista apertural. at – altura da teca; dt – diâmetro da teca; da – diâmetro da abertura; ce – comprimento de espinho. Figs. 6 – 14: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *D. corona*. 6. vista apertural ilustrando o contorno circular da teca. 7. vista apertural oblíqua ilustrando região de inserção dos espinhos e contorno circular. 8. espinho oco posterior. 9. detalhe da composição da teca em um região do corpo. 10. detalhe de uma parede quebrada evidenciando a homogeneidade na construção da parede da teca. 11. detalhe da composição do espinho posterior evidenciando partículas utilizadas e cimento liso. 12. detalhe da região do complexo apertural evidenciando os lobos de ornamentação. 13. detalhe de um lobo de ornamentação do complexo apertural. 14. detalhe interno da arquitetura do complexo apertural, note as protuberâncias aculeiformes na coluna que representa a parte interna de um lobo.

Prancha IIb; Figs 15 – 18: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *D. corona ecornis*. 15. vista apertural evidenciando contorno circular. 16. detalhe de um lobo do complexo apertural. 17. detalhe de uma região da eca mostrando partículas aglutinadas e cimento liso. 18. detalhe da parte interna de um lobo do complexo apertural.

Prancha III; Fig. 19: desenho esquemático dos eixos medidos em *Diffflugia gramen*; 19a – vista lateral, 19b – vista apertural. at – altura da teca; dt – diâmetro da teca; da – diâmetro da abertura. Figs. 20 – 24: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *D. gramen*. 20. vista apertural oblíqua ilustrando o contorno ovóide e aspecto geral da teca. 21. detalhe de uma região da teca mostrando superfície lisa e partículas componentes da teca. 22. detalhe da composição e cimento liso da teca. 23. complexo apertural com bordo elevado e composto de partículas e cimento, seta mostra um dos poros que rodeiam a abertura. 24. detalhe do bordo elevado evidenciando a presença de cimento pela projeção em forma de espinho, indicada pela seta.

19

20

21

22

23

24

Prancha IV; Fig. 25: desenho esquemático dos eixos medidos em *Diffugia lanceolata*; 25a – vista apertural, 25b vista lateral –. at – altura da teca; dt – diâmetro da teca; da – diâmetro da abertura. Figs 26 – 34: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *D. lanceolata*. 26. vista lateral da teca evidenciando contorno e aspecto geral da teca. 27 – 30. diferentes aspectos encontrados para a teca de *D. lanceolata*, ênfase na variabilidade morfológica do espinho terminal. 31. detalhe de uma região da teca mostrando as partículas componentes achatadas e o cimento em unidades circulares semelhantes a um anel, como que “soldando” as partículas. 32. região do complexo apertural quebrada para evidenciar o padrão de construção homogêneo das paredes da teca. 33. detalhe do complexo apertural. 34. detalhe do bordo do complexo apertural evidenciando a sua composição por material cimentante sobreposto.

Prancha V; Fig. 35: desenho esquemático dos eixos medidos em *Diffflugia claviformis*; 35a – vista apertural, 35b vista lateral –. at – altura da teca; dt – diâmetro da teca; da – diâmetro da abertura. Figs. 36 – 42: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *D. claviformis*. 36 – 38: vista lateral da teca, evidenciando contorno e aspecto geral, ênfase na variedade encontrada para o espinho posterior. 39. região da teca, evidenciando partículas componentes e cimento. 40. aumento maior detalhando a composição da teca e estrutura em malha de rede do cimento. 41. detalhe do complexo apertural. 42. detalhe da borda do complexo apertural mostrando camadas de cimento depositadas.

Prancha VI; Fig. 43: desenho esquemático dos eixos medidos em *Diffflugia gigantea*; 43a – vista apertural, 43b vista lateral –. at – altura da teca; dt – diâmetro da teca; da – diâmetro da abertura. Figs 44 – 51: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *D. gigantea*. 44 – 46. vista lateral da teca evidenciando contorno e aspecto geral. 47. região da teca, evidenciando partículas componentes e cimento. 48. aumento maior detalhando a composição da teca e estrutura em malha de rede do cimento. 49, 50. detalhe da região do complexo apertural. 51. detalhe da borda do complexo apertural evidenciando camadas de cimento aglutinante depositadas.

Fig. 52: Histogramas das medidas feitas em *Centropyxis aculeata*, *C. discoides* e *C. ecornis*. d, h, l, p, s e x se referem a todas as amostras juntas. Os valores de d são para o teste de Kolgomorov – Smirnov com $p > 0,001$.

Fig. 53: Gráficos de dispersão comparando todas as medidas duas a duas.

Fig. 54: desenho esquemático dos eixos medidos em *Centropyxis aculeata*; 54a – vista apertural, 54b vista lateral –. at – altura da teca; lt – largura da teca; da – diâmetro da abertura, ce – comprimento do espinho.

54

Prancha VII; Figs. 55 – 75: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *Centropyxis aculeata*. 55 - 59. vista apertural geral da teca, evidenciando diferentes morfologias possíveis. 60, 61. vista lateral da teca evidenciando diferentes graus de compressão da região anterior. 62 – 67. espinho látero-posteriores, evidenciando diferentes morfologias possíveis. 68. região apertural, detalhe para pilares que sustentam o complexo apertural, mais delgado posterior, mais grosso anterior. 69. detalhe do pilar posterior, mais delgado. 70. detalhe dos pilares anteriores, mais grossos. 71. vista abapertural, evidenciando as quatro depressões onde se inserem os pilares. 72. região abapertural de uma teca com grande quantidade de partículas aglutinadas, onde não é possível ver as inserções dos pilares de sustentação. 73. detalhe de uma região aglutinada da teca. 74. teca quebrada mostrando o padrão do cimento aglutinante na região interior da teca. 75. detalhe do cimento aglutinante organizado em fios entrelaçados.

Prancha VIII; Fig. 76: desenho esquemático dos eixos medidos em *Netzelia waillesi*; 76a – vista lateral, 76b vista apertural –. at – altura da teca; dt – diâmetro da teca; da – diâmetro da abertura. Figs. 77 – 85: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *N. waillesi*. 77. vista apertural oblíqua ilustrando contorno bastante liso e aspecto geral da teca. 78. detalhe de uma região da teca mostrando padrão de aglutinação. 79. detalhe em maior aumento de uma região da teca mostrando cobertura e padrão do cimento aglutinante. 80. detalhe da região interna da teca evidenciando um idiossomo em forma de prego. 81. parede da teca quebrada para mostrar a cobertura interna e externa de cimento. 82. região interna da teca, note os pilares transversais. 83. detalhe de uma região da teca mostrando padrão do cimento. 84. detalhe da complexo apertural, forma geral. 85. complexo apertural evidenciando o anel de poros a externos ao bordo livre do complexo.

Prancha IXa; Fig. 86: desenho esquemático dos eixos medidos em *Lesquereusia modesta*; vista lateral. ct – comprimento da teca; lt – largura da teca; da – diâmetro da abertura. Figs 87 – 91: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *L. modesta*. 87 – 89. aspecto geral da teca em vista lateral. 90. aspecto geral da teca em vista apertural. 91. aspecto geral da teca em vista dorsal.

Prancha IXb; Figs. 92 – 98: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *L. modesta*. 92. detalhe da composição e cimento em uma região da teca. 93. aumento maior evidenciando um idiossomo em forma de “v” e cimento. 94. aumento maior evidenciando um idiossomo cilíndrico e cimento. 95. detalhe da região do complexo apertural evidenciando um idiossomo típico em forma de prego e cobertura de cimento. 96. detalhe da região interna da teca evidenciando componentes aglutinados e cimento. 97, 98. aspecto geral do complexo apertural de indivíduos com diferentes tipos de idiossomos.

Prancha X; Fig. 99: desenho esquemático dos eixos medidos em *Arcella hemisphaerica*; 99a – vista lateral, 99b vista apertural –. at – altura da teca; ct – comprimento da teca; da – diâmetro da abertura. Figs. 100 – 109: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *A. hemisphaerica*. 100. aspecto geral de um indivíduo com nível mediano de ondulações, vista abapertural. 101. aspecto geral de um indivíduo com um nível baixo de ondulações, vista abapertural. 102. aspecto geral, vista lateral. 103. aspecto geral de um indivíduo com um nível alto de ondulações, vista abapertural. 104. aspecto geral de um indivíduo com um nível alto de ondulações, vista lateral. 105. detalhe padrão de construção alveolar da teca, evidenciando hexágonos ocos de formação. 106. detalhe aspecto geral da construção alveolar. 107. aumento maior, mostrando poros nos vértices de cada hexágono constituinte. 108. aspecto geral, vista apertural. 109. detalhe da abertura com bordo recurvado.

Prancha XI; Fig. 110: desenho esquemático dos eixos medidos em *Arcella gibbosa*; 110a – vista lateral, 110b vista apertural –. at – altura da teca; ct – comprimento da teca; da – diâmetro da abertura. Figs. 111 – 120: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *A. gibbosa*. 111. vista apertural oblíqua evidenciando aspectos gerais da teca. 112-114. vista lateral de indivíduos mostrando a variabilidade no padrão de costelas e depressões característico da espécie. 115. detalhe dos hexágonos constituintes e sua conformação oca. 116. aspecto do padrão de construção alveolar. 117. aumento maior evidenciando que na região abapertural, a maioria dos vértices dos hexágonos inflados é provida de dois ou mais poros. 118, 119. detalhe dos hexágonos na região apertural, evidenciando como estão colapsados e a presença de um poro em cada vértice. 120. detalhe do complexo apertural com o bordo recurvado.

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

Prancha XIIa; Fig. 121: desenho esquemático dos eixos medidos em *Arcella discoides*; 121a – vista lateral, 121b vista apertural –. at – altura da teca; ct – comprimento da teca; da – diâmetro da abertura. Figs. 122 – 132: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *A. discoides*. 122, 123. vista abapertural evidenciando aspecto geral da teca. 124. vista apertural oblíqua evidenciando aspecto geral da teca. 125, 126, 127. vista lateral da teca evidenciando diferentes graus de curvatura da teca. 128. detalhe da construção alveolar mostrando as unidades ocas. 129. detalhe da construção alveolar da teca evidenciando a irregularidade dos alvéolos. 130. aumento menor evidenciando construção alveolar da teca. 131, 132. detalhe da construção alveolar evidenciando que a região abapertural é coberta por uma camada extra de matriz orgânica.

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

Prancha XIIb; Figs. 133 – 139: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *A. discoides*. 133. detalhe da construção da teca na região abapertural, com camada de cobertura. 134. detalhe da construção da teca na região apertural, sem camada de cobertura e com unidades colapsadas. 135, 136, 137, 138. vista apertural, evidenciando aspecto geral, diferentes morfologias da abertura e anel de poros ao redor da abertura. 139. detalhe do bordo apertural com anel de poros.

Prancha XIII; Fig. 140: desenho esquemático dos eixos medidos em *Arcella brasiliensis*; 140a – vista lateral, 140b vista apertural –. at – altura da teca; ct – comprimento da teca; da – diâmetro da abertura. Figs. 141– 146: fotografias retiradas ao Microscópio Eletrônico de Varredura ilustrando *A. brasiliensis*. 141. vista apertural evidenciando aspecto geral. 142. vista lateral evidenciando aspecto geral e ondulações na superfície abapertural. 143, 144. detalhe da construção alveolar da teca. 145. região da abertura mostrando o padrão de construção alveolar. 146. detalhe do bordo levantado do complexo apertural.

RESUMO

O presente trabalho explora os aspectos taxonômicos, ecológicos, morfológicos, biométricos e biogeográficos dos Arcellinida Kent, 1880 coletados no Parque Ecológico do Rio Tietê, São Paulo – Brasil. Foram encontrados organismos pertencentes à cerca de 30 táxons nominais, no entanto, a revisão da literatura, novos dados morfológicos obtidos através do Microscópio Eletrônico de Varredura e medidas biométricas realizadas com grande número de indivíduos permitem afirmar que muitos destes táxons estão se referindo a mesma entidade na natureza. Logo, na presente pesquisa são descritas, com detalhes de distribuição geográfica, morfologia ultra-estrutural, morfometria e ecologia, espécies pertencentes a quatro famílias e cinco gêneros: *Diffugia corona* Wallich, 1864; *Diffugia gramen* Penard, 1902; *Diffugia lanceolata* Penard, 1890; *Diffugia claviformis* Penard, 1899; *Diffugia gigantea* Chardez, 1967; *Centropyxis aculeata* (Ehrenberg, 1838); *Netzelia wailesi* (Ogden, 1980); *Lesquereusia modesta* Rhumbler, 1895; *Lesquereusia mimetica* Penard, 1911; *Arcella hemisphaerica* Perty, 1852; *Arcella gibbosa* Penard, 1890; *Arcella discoides* Ehrenberg, 1871 e *Arcella brasiliensis* Cunha, 1913. São discutidas inovações taxonômicas para que a comparação de dados obtidos usando técnicas atuais com aqueles reportados na literatura tradicional seja feita da maneira mais explícita possível, de modo a delimitar melhor o conceito taxonômico de cada espécie abordada.

ABSTRACT

The present survey explores the taxonomic, ecologic, morphologic, biometric and biogeographic aspects of the Arcellinida Kent, 1880 collected at the Ecological Park of the Tiete River, Sao Paulo – Brazil. Around 30 nominal taxa were identified, however, a review of the literature and new morphologic data obtained via the Scanning Electron Microscope and biometric measures with a large number of individuals allow the inference that many of these taxa are referring to the same natural entity. Therefore, the present work describes species from four families and five genera, along with details about geographic distribution, ultra-structural morphology, morphometry and ecology: *Diffugia corona* Wallich, 1864; *Diffugia gramen* Penard, 1902; *Diffugia lanceolata* Penard, 1890; *Diffugia claviformis* Penard, 1899; *Diffugia gigantea* Chardez, 1967; *Centropyxis aculeata* (Ehrenberg, 1838); *Netzelia wallesi* (Ogden, 1980); *Lesquereusia modesta* Rhumbler, 1895; *Lesquereusia mimetica* Penard, 1911; *Arcella hemisphaerica* Perty, 1852; *Arcella gibbosa* Penard, 1890; *Arcella discoides* Ehrenberg, 1871 e *Arcella brasiliensis* Cunha, 1913. Taxonomic innovations are discussed in order to make comparison of recent data with those reported on traditional literature a more explicit practice, allowing a better understanding of each species taxonomic concept.

Referências Bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON O. R. (1987) Fine structure of a silica biomineralizing testate amoebae, *Netzelia tuberculata*. *J. Protozool.* **34**: 302-309
- BAKKER-GRUNWALD T., WÖSTMANN C. (1993) *Entamoeba histolytica* as a model for the primitive eukaryotic cell. *Parasitol. Today* **9**: 27-31.
- BALDAUF S. L. (2003) The deep roots of eukaryotes. *Science* **300**: 1703-1706
- BALDAUF S. L., ROGER A. J., WENK-SIEFERT I., DOOLITTLE W. F. (2000) A kingdom-level phylogeny of Eukaryotes based on combined protein data. *Science* **290**: 972-977
- BLANCO M. A. (2001) Morphometric characters of *Diffugia corona* (Testacea, Diffugiidae) in lentic environments of Chaco, Argentina. *Iheringia, Sér. Zool.* **91**: 79-83.
- BOBROV A. A., CHARMAN D. J., WARNER B. G. (1999) Ecology of testate amoebae (Protozoa: Testacea) on Peatlands in Western Russia with special attention to niche separation in closely related taxa. *Protist* **150**: 125-136
- BOBROV A. A., MAZEI Y. (2004) Morphological variability of testate amoebae (Rhizopoda: Testacealobosea: Testaceafilosea) in natural populations. *Acta Protozool.* **43**: 133-146
- BOLIVAR I., FAHRNI J., SMIRNOV A., PAWLOWSKI J. (2001) SSU rRNA-based phylogenetic position of the genera *Amoeba* and *Chaos* (Lobosea, Gymnamoebia): the origin of gymnamoebae revisited. *Mol Biol Evol* **18**: 2306–2314
- BOLTOVSKOY E. (1956) Contribución al conocimiento de las tecamebas del Rio de la Plata. *Acta Geol. Lilloana* **1**: 299-314

- BOLTOVSKOY E., LENA H. (1966) Contribución al conocimiento de las tecamebas de Ushuaia (Tierra del Fuego, Argentina). *Neotropica* **12**(38): 55-65
- BOLTOVSKOY E., LENA H. (1971) Contribution à l'Etude des Thecamoebiens de la Province de Buenos Aires. *Hydrobiol.* **38** (3-4): 441-451
- BONECKER C. C., BONECKER S. L. C., BOZELLI R. L., LANSAC-TÔHA F. A., VELHO L. F. M. (1996) Zooplankton composition under the influence of liquid wastes from a pulp mill in middle Doce River (Belo Horizonte/MG - Brazil) *Arq. Biol. Tecnol.* **39**: 893-901
- BONECKER C. C., BONECKER S. L. C., BOZELLI R. L., LANSAC-TÔHA F. A., VELHO L. F. M. (1997) Limnological characterization of Marola lake, a pound in the middle Doce valley river - Belo Oriente, state of Minas Gerais, Brazil. *Braz. Arch. Tecnol.* **40**: 817-828
- BONECKER C. C., LANSAC-TÔHA F. A., BINI L. M. (1998) Composition of zooplankton in different environments of the Mato Grosso do Sul, Brazil. In: *Seminário Regional de Ecologia, 3, São Carlos*. São Carlos: UFSCar p. 1123-1135.
- BOVEE, E. C. (1985) Class Lobosea Carpenter, 1861. In *Illustrated Guide to the Protozoa* (Eds. Lee J. J., Hutner S. H., Bovee E. C.), Society of Protozoologists, Lawrence, Kansas, U.S.A. 158-209
- CASH J., HOPKINSON J. (1905) The British freshwater Rhizopoda and Heliozoa. Vol. I: Rhizopoda. London, Ray Society.
- CASH J., HOPKINSON J. (1909) The British freshwater Rhizopoda and Heliozoa. Vol. II: Rhizopoda, part 2. London, Ray Society. 1-116
- CAVALIER-SMITH T. (1987) Eukaryotes with no mitochondria. *Nature* **326**: 332-333.

- CAVALIER-SMITH T. (1993) Kingdom Protozoa and its 18 phyla. *Microbiol. Rev.* **57**: 953-994.
- CAVALIER-SMITH T. (1998) A revised six-kingdom system of life. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* **73**: 203-266.
- CAVALIER-SMITH T. (2000) Flagellate megaevolution: the basis for eukaryote diverification. Pp. 361-390 *In*: J. R. Green e B. S. C. Leadbeater, eds. *The Flagellates: Unity, Diversity and Evolution*. Taylor and Francis, London.
- CAVALIER-SMITH T., CHAO E. E. (1996) Molecular phylogeny of the free-living archezoan *Trepomonas agilis* and the nature of the first Eukaryote. *J. Mol. Evol.* **43**: 551-562.
- CAVALIER-SMITH T., CHAO E. E. Y., Oates B. (2004) Molecular phylogeny of Amoebozoa and the evolutionary significance of the unikont Phalansterium. *Europ. J. Protistol.* **40**: 21–48
- CHARDEZ D. (1956) Variations morphologiques et tératologie chez quelques Rhizopodes testacés. *Biol. Jaarboek* **23**: 265-276
- CHARDEZ D. (1961) Cathalogue des Thecamoebiens de Belgique. Protozoa, Rhizopoda, Testacea. *Bull. Inst. Agron. Stns. Rech. Gembloux* **29**: 269
- CHARDEZ D. (1966a) Influence du milieu sur *Centropyxis aculeata* (Ehrenberg) Stein (Rhizopoda Testacea). *Bull. Rech. agron. Gembloux* **1**(1): 13-19
- CHARDEZ D. (1966b) Note sur quelques Thecamoebiens. *Bull. Rech. Agron. Gembloux* **1**(1): 20-24
- CHARDEZ D. (1967) *Diffflugia oblonga* Ehrenberg et sés variétés (Protozoa, Rhizopoda Testacea). *Bull. Rech. Agron. Gembloux* **2**: 586-595

- CHARDEZ D., DECLOITRE L. (1973) Nota sistematica sobre la validez de dos especies de tecamebianos: *Diffflugia oblonga* Ehrenberg y *D. pyriformis* Perty. *Physis* **32**(85): 359-365
- CLARK C. G., CROSS G. A. (1988) Small-subunit ribosomal RNA sequence from *Naegleria gruberi* supports the polyphyletic origin of amoebas. *Mol. Biol. Evol.* **5**: 512-518.
- CLARK C. G., ROGER A. (1995) Direct evidence for secondary loss of mitochondria in *Entamoeba histolytica*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **92**: 6518-6521.
- CLOSS D., MADEIRA M. (1962) Tecamebas e Foraminíferos do Arroio Chuí (Santa Vitória do Palmar, R. Grande do Sul, Brasil). *Iheringia, Sér. Zool.* **19**:1-43
- CLOSS D., MADEIRA M. (1967) Foraminíferos e tecamebas aglutinantes da lagoa de Tramandaí, no Rio Grande do Sul. *Iheringia, Sér. Zool.* **35**:7-31
- CLOSS D., MEDEIROS V. M. F. (1967) Thecamoebina and Foraminifera from the Mirim Lagoon, Southern Brazil. *Iheringia sér. zool.* **35**: 75-88
- COLWELL, R. K. (2004) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versão 7. Guia do usuário e aplicativo disponíveis em: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- CORLISS J. O. (1972) Common sense and courtesy in nomenclatural taxonomy. *Syst. Zool.* **21**: 117-122
- CORLISS J. O. (1994) An interim utilitarian ('user friendly') hierarchical classification and characterization of the protists. *Acta Protozool.* **33**:1-51.
- CUNHA A. M. (1913) Contribuição para o conhecimento da fauna de protozoários do Brasil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* **5**: 101-122

- DABÉS M. B. G. S. (1995) Composição e descrição do zooplâncton de 5 (cinco) lagoas marginais do Rio São Francisco, Pirapora, Três Marias, Minas Gerais – Brasil. *Ver. Bras. Biol.* **55**(4): 831-845
- DABÉS M. B. G. S., VELHO L. F. M. (2001) Testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) associated to littoral aquatic macrophytes in a marginal lake of the São Francisco River, MG, Brazil. *Acta Scientiarum* **23**: 299-304
- DADAY E. (1905) Untersuchungen über die Süßwasser-Mikrofauna Paraguays. Protozoa. *Bibl. Zool.* **18**(44):1-342
- DECLOITRE L. (1948) Matériaux pour une faune Rhizopodique d'A. O. F. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire.* **10**: 235-284
- DECLOITRE L. (1954) Mission A. Villiers au Togo et au Dahomey (1950). *Bull. Inst. Fr. Afr. noire* **16**: 89-125
- DECLOITRE L. (1955) Rhizopodes thecamoebiens du Venezuela. *Hydrobiologia* **7**: 325-372
- DECLOITRE L. (1965) Contribution a la faune du Congo (Brazzaville). Mission A. Dexarpentries et A. Villiers. III Rhizopodes Thecamoebiens. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire* **27**: 165-184
- DECLOITRE L. (1976) Le genre Arcella Ehrenberg. Complements a jour au 31.Decembre 1974 de la monographie du genre parue en 1962. *Arch Protistenk* **118**:18-33
- DECLOITRE L. (1978) The Genus *Centropyxis* Supplement to the Monograph from 1929. *Arch. Protistenk.* **120**: 63-85
- DEFLANDRE G. (1926) Notes sur quelques Rhizopodes et Heliozoaires du Venezuela. *Bull. Soc. Zool. France* **51**: 515-53

- DEFLANDRE G. (1928) Le genre *Arcella* Ehrenberg. Morphologie - Biologie. Essay phylogenetique et systematic. *Arch. Protistenk.* **64**: 152-287
- DEFLANDRE G. (1929) Le genre *Centropyxis* Stein. *Arch. Protistenk.* **67**: 322-375
- DEFLANDRE G. (1953) Ordres des Testacealobosea (De Saedeleer, 1934), Testaceafilosea (De Saedeleer, 1934), Thalamia (Haeckel, 1862) ou thecamoebiens (Auct. plur.) (Rhizopoda Testacea). *In*: Grassé P. P. ed. *Traité de Zoologie* **1**: 97-149
- DEKHTYAR M. N. (1993) New species of the family Diffugiidae (Lobosea, Rhizopoda) with remarks on the validity of the genus *Protocucurbitella*. *Zool. Zhurnal* **72**(6): 5-15 (em Russo)
- DIONI W. (1967) Investigación preliminar de la estructura basica de las asociaciones de la micro y meso fauna de las raices de las plantas flotantes. *Acta Zool. Lill.* **23**: 111-13
- DIONI W. (1970) Taxocenosis de tecamebianos en cuencas isleñas del Paraná medio 1. Los tecamebianos de la vegetación flotante en el "madrejón" Don Felipe. *Acta Zool. Lill.* **27**: 200-240
- DULEBA W., DEBENAY J. P. (2003) Hydrodynamic circulation in the estuaries of Estação Ecológica Juréia-Itatins, Brazil, inferred from Foraminifera and Thecamoebian assemblages. *J. Foram. Res.* **33**: 62-93
- DURIGAN J. G., SIPAÚBA-TAVARES L. H., OLIVEIRA D. B. S. (1992) Estudo limnológico em tanques de piscicultura. Parte 1: variação mineral de fatores físicos, químicos e biológicos. *Acta Limnol. Bras.* **4**: 211-223
- EHRENBERG C. G. (1838) Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig: L. Voss.

- EHRENBERG C. G. (1871) Nacht zur Uebersicht der Organischen Atmosphärillen. *Abh. Akad. Berlin* 233-275
- FAHRNI J. F., BOLIVAR I., BERNEY C., NASSONOVA E., SMIRNOV A., PAWLOWSKI J. (2003) Phylogeny of lobose amoebae based on actin and small-subunit RNA genes. *Mol. Biol. Evol.* **20**: 1881-1886
- FINLAY B. J. (2002) Global dispersal of free-living microbial eukaryote species. *Science* **296**: 1061-1063
- FINLAY B. J., CLARKE K. J. (1999) Ubiquitous dispersal of microbial species. *Nature* **400**: 828
- FINLAY B. J., ESTEBAN G. F., CLARKE K. J., OLMO J. L. (2001) Biodiversity of Terrestrial Protozoa Appears Homogeneous across Local and Global Spatial Scales. *Protist* **152**: 355-366
- FINLAY B. J., ESTEBAN G. F., FENCHEL T. (2004) Protist diversity is different? *Protist* **155**: 15-22
- FINLAY B. J., ESTEBAN G. F., OLMO J. L., TYLER P. A. (1999) Global distribution of free-living microbial species. *Ecography* **22**: 138-144
- FINLAY B. J., FENCHEL T. (1999) Divergent perspectives on protist species richness. *Protist* **150**: 229-233
- FOISSNER W. (1997) Global soil ciliate (Protozoa, Ciliophora) diversity: a probability based approach using large sample collections from Africa, Australia and Antarctica. *Biodiv. Conserv.* **6**: 1627-1638
- FOISSNER W. (1998) An updated compilation of world soil ciliates (Protozoa, Ciliophora), with ecological notes, new records, and descriptions of new species. *Europ. J. Protistol.* **34**: 195-235

- FOISSNER W. (1999a) Protist diversity: Estimates of the near-imponderable. *Protist* **150**: 363-368
- FOISSNER W. (1999b) Soil Protozoa as Bioindicators: pros and cons, methods, diversity, representative examples. *Agriculture Ecosystems and Environment*, **74**: 95-112
- FOISSNER W., KORGANOVA G. (2000) The *Centropyxis aerophila* complex (Protozoa: Testacea). *Acta Protozool.* **39**: 257-273
- GAUTHIER-LIÈVRE L., THOMAS R. (1958) Les Genres *Diffflugia*, *Pentagonia*, *Magrebia* et *Hoogenraadia* (Rhizopodes testacés) en Afrique. *Arch. Protistenk.* **103**: 241-370
- GREEN J. (1975) Freshwater ecology in the Mato Grosso, Central Brazil, IV: Associations of testate Rhizopoda. *J. nat. Hist.* **9**: 545-560
- GROSPIETSCH T. (1975) Beitrag zur Kenntnis der Testaceen-Fauna des Lago Valencia (Venezuela). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **19**: 2778-2784
- HARDOIM E. L., HECKMAN C. W. (1996) The seasonal succession of biotic communities in wetlands of the tropical wet-and-dry climatic zone: IV. The free-living Sarcodines and Ciliates of the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* **81**(3): 367-384
- HAUSMANN K., HÜLSMANN N. (1996) *Protozoology*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- HEDLEY R. H., OGDEN C. G., MORDAN N. J. (1976) Manganese in the Shell of *Centropyxis*. *Cell Tiss. Res.* **171**: 543-549
- HINKLE G., LEIPE D. D., NERAD T. A., SOGIN M. L. (1994) The unusually long small subunit ribosomal RNA of *Phreatamoeba balamuthi*. *Nucleic Acids Res.* **22**: 465-469.

- HINKLE G., SOGIN M. L. (1993) The evolution of the Vahlkampfiidae as deduced from 16S-like ribosomal RNA analysis. *J. Eukaryot. Microbiol.* **40**: 599-603.
- LAHR D. J. G., LOPES S. G. B. C. (2006) Morphology, biometry, ecology and biogeography of five species of Diffugia Leclerc, 1815 (Protista: Arcellinida: Diffugiidae), from Tiete River, Brazil. *Acta Protozool.* in press.
- LAMINGER H. (1972) Die profundale Testaceenfauna (Protozoa, Rhizopoda) älterer und jüngerer Bodensee-Sedimente. *Arch Hydrobiol.* **70**: 108-129
- LANSAC-TÔHA F. A., Bonecker C. C., Velho L. F. M., Lima A. F. (1997) Composição, distribuição e abundância da comunidade zooplanctônica. In: Vazzoler A. E. M., Agostinho A. A., Hahn N. S. (Eds.) *A Planície de Inundação do alto Rio Paraná: aspectos físicos, químicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Universidade Estadual de Maringá p. 117-155.
- LANSAC-TÔHA F. A., VELHO L. F. M., BONECKER C. C. (1999) Estrutura da comunidade zooplanctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá-GO. In: Henry, R. (ed.) *Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: Universidade Estadual Paulista.
- LANSAC-TÔHA F. A., VELHO L. F. M., BONECKER C. C., AOYAGUI A. S. M. (2000) Horizontal distribution patterns of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) in plankton samples of Corumbá Reservoir area, state of Goiás, Brazil. *Acta Scientiarum* **22**(2): 347-353
- LEE J. J., LEEDALE G. F., BRADBURY P. (2000) *An Illustrated Guide to the Protozoa* (2a edição). Society of Protozoologists, Lawrence, Kansas.
- LEIDY J. (1879) Freshwater Rhizopods of North America. *U.S. Geological Survey of the Territories*. **12**

- LEVINE N. D., CORLISS J. O., COX F. E. *et al.* (16 co-autores). (1980) A newly revised classification of the Protozoa. *J. Protozool.* **27**: 37-58.
- LOPES R. M. (1993) Zooplankton spatial and seasonal distribution in the Tibagi River (Paraná State, Brazil) *Semina* **14**: 95-101
- MADEIRA-FALCETTA M. (1974) Ecological distribution of the thecamoebal and foraminiferal associations in the mixohaline environments of the southern Brazilian littoral. *An. Acad. Bras. Ciênc.* **46** (3-4): 667-687
- MARGULIS L. (1974) Five-kingdom classification and the origin and evolution of cells. *Evol. Biology* **7**: 45-78.
- MARGULIS L., CORLISS J.O., MELKONIAN M., CHAPMAN D. (1990) Handbook of Protoctista. Jones and Bartlett, Boston.
- MAYR, E. (2001) The biological species concept. *In: Species Concepts and Phylogenetic Theory: a Debate* (Q. D. Wheeler & R. Meier, eds), pp. 17–29. Columbia University Press, New York.
- MEDIOLI F. S., SCOTT D. B. (1983) Holocene Arcellacea (Thecamoebians) from Eastern Canada. *Cushman Found. Spec. Publ.* **21**: 5-63
- MEDIOLI F. S., SCOTT D. B. (1985) Designation of types, for one genus and nine species of arcellaceans (thecamoebians), with additional original reference material for four other species. *J. Foram. Res.* **15**: 24-37
- MEISTERFELD R. (1979) Zur Systematik der Testaceen (Rhizopoda, Testacea) in *Sphagnum*. Eine REM-Untersuchung. *Arch. Protistenkd.* **121**: 246-269
- MEISTERFELD R. (2000) Order Arcellinida Kent, 1880. *In: The Illustrated Guide to the Protozoa. 2 ed.* (Eds. J. J. Lee, G. F. Leedale, P. Bradbury). Allen Press, Lawrence, Kansas, USA, 827-860

- MILYUTINA I. A., ALESHIN V. V., MIKRJUOV K. A., KEDROVA O. S., PETROV N. B. (2001) The unusually long small subunit ribosomal RNA gene found in amitochondriate amoeboflagellate *Pelomyxa palustris*: its rRNA predicted secondary structure and phylogenetic implication. *Gene* **272**: 131-139.
- MITCHELL E. A. D., MEISTERFELD R. (2005) Taxonomy blurs the debate on cosmopolitanism vs. local endemism of free-living protists. *Protist* **156**: 263-267
- NETZEL H. (1972) Die bildung der Gehäusewand bei der Thekamöbe *Centropyxis discoides* (Rhizopoda, Testacea). *Z. Zellforsch.* **135**: 45-54
- NETZEL H. (1975) Morphologie und Ultrastruktur von *Centropyxis discoides* (Rhizopoda, Testacea) *Arch. Protistenkd.* **117**: 369-392
- NIKOLAEV S. I., MITCHELL, E. A. D., PETROV N. B., FAHRNI J., PAWLOWSKI J. (2005) The Testate Lobose Amoebae (Order Arcellinida Kent, 1880) Finally Find their Home within Amoebozoa. *Protist* **156**: 156-191.
- NUNES M. A., LANSAC-TÔHA F. A., BONECKER C. C., ROBERTO M. C., RODRIGUES L. (1996) Composição e abundância do zooplâncton de duas lagoas do Horto Florestal Dr. Luiz Teixeira Mendes, Maringá Paraná. *Acta Limnol. Bras.* **8**: 207-220
- OGDEN C. G. (1979a) Comparative morphology of some pyriform species of *Diffflugia* (Rhizopoda). *Arch. Protistenk.* **122**: 143-153
- OGDEN C. G. (1979b) Siliceous structures secreted by members of the subclass Lobosia. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool)* **36**: 203-207
- OGDEN C. G. (1980a) Shell structure in some pyriform species of *Diffflugia* (Rhizopodea). *Arch. Protistenk.* **123**: 455-470

- OGDEN C. G. (1980b) Notes on some Diffugiidae from Norfolk (Rhizopodea, Protozoa). *Bull. Br. Mus. nat. Hist.* **39**(3): 125-138
- OGDEN C. G. (1983) Observations on the systematics of the genus *Diffugia* in Britain (Rhizopoda, Protozoa). *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Zool.)* **44**: 1-73
- OGDEN C. G. (1988) The role of the organic matrix in the construction of the agglutinate shell of *Centropyxis discoides*. *J. Nat. Hist.* **22**: 137-148
- OGDEN C. G. (1990) The structure of the shell wall in testate amoebae and the importance of the organic cement matrix. In: Scanning electron microscopy in taxonomy and functional morphology (Ed. Claugher D.). *Syst. Ass. Special Vol.*, Clarendon Press, Oxford. **41**: 235-257
- OGDEN C. G., FAIRMAN S. (1979) Further observations on Pyriform species of *Diffugia* (Rhizopodea). *Arch. Protistenk.* **122**: 372-381
- OGDEN C. G., HEDLEY R. H. (1980) An Atlas of Freshwater Testate Amoebae. Oxford University Press, Oxford, UK.
- OGDEN C. G., MEISTERFELD R. (1989) The taxonomy and systematics of some species of *Cucurbitella*, *Diffugia* and *Netzelia* (Protozoa: Rhizopoda); with an evaluation of diagnostic characters. *Eur. J. Protistol.* **25**: 109-128
- OGDEN C. G., ŽIVKOVIĆ A. (1983) Morphological studies on some Diffugiidae from Yugoslavia (Rhizopoda, Protozoa). *Bull. Brit. Mus. nat. Hist.* **44**(6): 341-375
- OLIVEIRA D. B. S., SIPAÚBA-TAVARES L. H., DURIGAN J. G. (1992) Estudo limnológico em tanques de piscicultura. Parte II: variação semanal de fatores físicos, químicos e biológicos. *Acta Limnol. Bras.* **4**: 123-137
- PAGE F. (1987) The classification of 'naked' amoebae (Phylum Rhizopoda). *Arch. Protistenk.* **133**: 199-217.

- PAGE F., BLANTON L. (1985) The Heterolobosea (Sarcodina: Rhizopoda), a new class uniting the Schizopyrenida and the Acrasidae (Acrasida). *Protistologica* **21**: 121-132.
- PATTERSON D. J. (1994) Protozoa: Evolution and Systematics *in Progress* in Protozoology. Proceedings of the Ninth International Congress of Protozoology (eds. K. Haussman and N. Hülsmann) Fischer, Stuttgart, 1-14
- PATTERSON D. J. (1999) The diversity of eukaryotes. *Am. Nat.* **154**: 96-124
- PATTERSON D. J., LARSEN J. (1992) A perspective on protistan nomenclature. *J. Protozool.* **39**(1): 125-131
- PATTERSON D. J., BRUGEROLLE G. (1988) The ultrastructural identity of *Stephanopogon apogon* and its relatedness to other kinds of protists. *Eur. J. Protistol.* **23**: 279-290
- PATTERSON, D.J., LEE, W.J. 2000. Geographic distribution and diversity of free-living heterotrophic flagellates. In: 'The Flagellates' (eds. Green, J. and Leadbeater, B.S.C. Taylor and Francis), 269-287
- PENARD E. (1890) Études sur les rhizopodes d'eau douce. *Mem. Soc. Phys. Hist. Genève* **31**: 1-230
- PENARD E. (1899) Rhizopodes de faune profonde dans le lac Léman. *Revue suisse Zool.* **7**: 1-142
- PENARD E. (1902) *Faune Rhizopodique du Bassin du Léman*. Kündig, Genève
- PENARD E. (1911) On some Rhizopods from Sierra Leone. *Journ. of the Queckett Microsc. club* **2**: 299-306
- PERTY J. (1852) Zur Kenntnis Kleinster Lebensformen, mit specialverzeichniss der in der Schwaizbeobachtetenformen, Bern.

- PINTO C. (1925) Protozoários observados no Brasil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* **18**: 211-327
- PLAYFAIR G. I. (1918) Rhizopods of Sydney and Lismore. *Proc. of the Linnean Soc. of New South Wales* **28**: 633-675
- PROWAZECK S. Von (1910) Contribuição para o conhecimento da fauna de protozoários do Brasil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* **2**(2):149-158
- RHUMBLER L. (1895) Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden III et IV. *Zeit. wiss. Zool.* **61**: 38-110
- RICHARDS A. T., CAVALIER-SMITH T. (2005) Myosin domain evolution and the primary divergency of eukaryotes. *Nature* **436**: 1113-1118
- RIDE W.D.L, COGGER H.G, DUPUIS C, KRAUS O., MINELLI A., THOMPSON F. C., TUBBS P.K. (1999) International Code of Zoological Nomenclature, 4 ed. International Trust for Zoological Nomenclature. Cromwell, London, UK
- ROLLA M. E., DABÉS M. B. G. S., FRANÇA R. C., FERREIRA E. M. V. M. (1992) Inventário limnológico do Rio Grande a área de influência da futura usina hidrelétrica (UHE) de Igarapava. *Acta Limnol. Bras.* **4**: 139-162
- ROOT F. M. (1918) Inheritance in the asexual reproduction of *Centropyxis aculeata*. *Genetics* **3**:173-206
- SCHLEGEL M., MEISTERFELD R. (2003) The species problem in Protozoa revisited. *Eur. J. Protistol.* **39**: 349-355
- SCHLUMBERGER P. (1845) Observations sur quelques nouvelles espèces d'Infusoires de la famille des Rhizopodes. *Ann. Sci. nat. Zool.* **3**(3): 254-256
- SCHÖNBORN W., FOISSNER W., MEISTERFELD R. (1983) Licht-und rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen zur Schalenmorphologie

- und Rassenbildung bodenbewohnender Testaceen (Protozoa: Rhizopoda) sowie Vorschläge zur biometrischen Charakterisierung von Testaceen-Schalen. *Protistologica* **19**: 553-566
- SIMS G. P., ROGERSON A., AITKEN R. (1999) Primary and secondary structure of the small-subunit ribosomal RNA of the naked, marine amoeba *Vannella anglica*: phylogenetic implications. *J. Mol. Evol.* **48**: 740-749.
- SIPAÚBA-TAVARES L. H., LIGEIRO S. R., DURIGAN J. G. (1995) Variação de alguns parâmetros limnológicos em viveiro de piscicultura em função da luz. *Acta Limnol. Bras.* **7**: 138-150
- SMIRNOV A., NASSONOVA E., BERNEY C., FAHRNI J., BOLIVAR I., PAWLOWSKI J. (2005) Molecular phylogeny and classification of the Lobose amoebae, *Protist* **156** (2005), pp. 129–142.
- SOGIN M. L. 1991. Early evolution and the origin of Eukaryotes. *Curr. Opin. Genet. Dev.* **1**: 457-63.
- SOGIN M. L., HINKLE G., LEIPE D. D. (1993) Universal tree of life. *Nature* **362**: 795-795
- SONNEBORN T. M. (1957), "Breeding Systems, Reproductive Methods, and Species Problems in Protozoa," *In*: The Species Problem (Ed. Mayr E.), American Association for the Advancement of Science, Washington, D.C, pp. 155–324.
- SPSS, INC. (2000) Systat® 10. Chicago, Illinois, USA.
- STATSOFT, INC. (1995). STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK, 74104-4442, (918) 749-1119, fax: (918) 749-2217, e-mail: info@statsoft.com, WEB: <http://www.statsoft.com>.

- ŠTĚPÁNEK M. (1952) Testacea of the pond of Hrádek at Kunratice (Prague). *Acta Mus. Nat. Prague (Zool.)* **8**(3): 1-55
- ŠTĚPÁNEK M. (1963) Die Rhizopoden aus Katanga. *Ann. Musée roy. Afrique centr. Tervuren* **8** (117): 1-91
- ŠTĚPÁNEK M. (1965) Testacea des Benthos der Talsperre Vranov am Thayafluss. *Hydrobiol.* **29**: 1-66
- ŠTĚPÁNEK M., JIŘÍ J. (1958) *Diffflugia gramen* Penard, *Diffflugia gramen* var. *achlora* Penard and *Diffflugia gramen* f. *globulosa* f.n. (Morphometrical and Statistical study). *Hydrobiol.* **10**: S138-S156
- THOMAS R.(1957) *Centropyxis ecornis* et ses varietés. *Bull. Soc. Zool de France* **82**: 259-263
- THOMAS R., GAUTHIER-LIÈVRE L. (1959) Le genre *Lesquereusia* Schlumberger, 1845. *Bull. Soc. d'Hist. Nat. de l'Afrique du Nord.* **50**: 34-83
- TORRES V. S. (1998) Amebas testáceas ocorrentes na região de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. II. Novos registros para a região. *Rev. Bras. Zool.* **15**: 545-552
- TORRES V. S., JEBRAM D. H. A. (1994) Amebas testáceas ocorrentes na região de Porto Alegre, RS. *Biotemas*, **7**(1-2):65-78
- VAN OYE P. (1949) Rhizopodes de Java. *Bijdragen tot de Dierkunde* **28**: 327-352
- VAN OYE P. (1956) Rhizopoda Venezuelas mit Besonderer Berücksichtigung ihrer Biogeographie. *Ergebn. d. deutsch. limnol. Venezuela-Expedition 1952* **1**: 329-360
- VAN OYE P. (1958) Etude sur les Rhizopodes des marais du Sud-ouest d'Uvira (Congo-belge). *Hydrobiologia* **10**: 85-137

- VAN OYE P. (1959) Faune rhizopodique du plateau de Kundulungu (Congo Belge) avec considérations concernabt la répartition géographique des Rhizopodes. *Hydrobiologia* **13** (3): 239-286
- VELHO L. F. M., LANSAC-TÔHA F. A. (1996) Testate amoebae (Rhizopodes, Sarcodina) from zooplankton of the high Paraná River floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil: II. Family Diffugiidae. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* **31**: 179-192
- VELHO L. F. M., LANSAC-TÔHA F. A., BINI L. M. (1999) Spatial and temporal variation in densities of testate amoebae in the plankton of the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia* **411**: 103–113.
- VELHO L. F. M., LANSAC-TÔHA F. A., SERAFIM-JUNIOR M. (1996) Testate amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from Zooplankton of the high Paraná River floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil: I. Families Arcellidae and Centropyxidae. *Stud. Neotrop. Fauna & Environm* **31**: 35-50
- VUCETICH M. C. (1970) Algunos tecamebianos de la Provincia de Formosa. *Neotropica* **16**(49): 42-48
- VUCETICH M. C. (1972) Tecamebianos del eupleuston de cuerpos de agua de la provincia de Buenos Aires. *Acta Zool Lilloana*, **29**: 271-284
- VUCETICH M. C. (1973) Estudio de tecamebianos argentinos en especial los del dominio pampasico. *Rev. Mus. la Plata, sér. Zool* **11**(108): 287-332
- VUCETICH M. C. (1978) Nuevos aportes al conocimiento de los tecamebianos del dominio subtropical. *Neotropica* **24**(72): 79-90
- WAILES G. H. (1913) Freshwater Rhizopoda from North and South America. *J. Linn. Soc. Zool.* **32**: 201-218

- WALLICH G. C. (1864) On the extent and some of the principal causes of structural variation among the Diffflugian Rhizopods. *Annals and Mag. Of Nat. Hist.* **13** (3): 215-245
- WANNER M. (1999) A review on the variability of testate amoebae: methodological approaches, environmental influences and taxonomical implications. *Acta Protozool.* **38**: 15-29
- WILKINSON D. M. (2001) What is the upper size limit for cosmopolitan distribution in free-living microorganisms? *J. Biogeography* **28**: 285–291.
- YANG J., BEYENS L., SHEN Y., FENG W. (2004) Redescription of *Diffflugia tuberspinifera* Hu, Shen, Gu et Gong, 1997 (Protozoa: Rhizopoda: Arcellinida: Difflogiidae) from China *Acta Protozool.* **43**: 281-289
- YANG J., SHEN Y. (2005) Morphology, Biometry and Distribution of *Diffflugia biwae* Kawamura, 1918 (Protozoa: Rhizopoda). *Acta Protozool.* **44**: 103-111
- ZAPATA J., ALVAREZ P., CEA C. (2002) Thecamoebians from the Contaco River (40°33'12" S; 73°13'00" W), Osorno, Chile. *Bol. Soc. Biol. Concepción.* **73**: 17-35