

**Morfologia de ciliados haptoriais (Protista: Litostomatea)
encontrados em uma estação de tratamento de esgoto
da cidade do Rio de Janeiro, RJ**

Isabel Cristina Vidal Siqueira-Castro & Inácio Domingos da Silva-Neto

Laboratório de Protistologia, Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. CEP: 21941-590. Ilha do Fundão, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. e-mail: siqueiraicv@gmail.com

Abstract. Morphology of haptorian ciliates (Protista: Litostomatea) from an activated sludge sewage treatment plant in Rio de Janeiro city, Brazil. The haptorian ciliates are also found the microfauna activated sludge plants acting as predators of bacterivorous ciliates. The aim of this study was to record the morphology of five species of haptorian ciliates found in samples of raw sewage and sludge activated at the Penha Sewage Treatment Plant (ETEP), in Rio de Janeiro, Brazil. *Amphileptus punctatus*, presents flexible body, fusiform, flattened laterally, two macronucleus, a micronucleus and 14 longitudinal kineties. *Didinum nasutum* has generally ovoid body, with a cone oral, two ciliary bands, a macronucleus is horseshoe in shape and a micronucleus. *Loxophyllum australe* is flexible and contractile body, anterior end is more narrowed, four macronucleus spherical nodules, two micronucleus and 15 longitudinal kineties. *Spathidium anguilla* is amphora in shape body, oral bulge consisting of a circumoral kinety, a elongate and flexible macronucleus, from 3 to 8 micronuclei spherical and 12 longitudinal kineties. *Spathidium deforme* presents oval to ellipsoid shape body, with a elongate-ellipsoidal macronucleus and a micronucleus and 24 to 28 somatic kineties. *A. punctatus* was the most frequent species on the samples from three points of collection. *D. nasutum* and *L. australe* were recorded for the first time in activated sludge plants. The tanks of a sewage treatment plant, mainly the aeration tank, are important artificial ecosystems, consisting of a community composed of ciliates species commonly found in freshwater and by one even unknown taxonomic and ecologically. This study expand the knowledge of some species of predators ciliates that coexist with the major components of ciliatofauna that work on clarifying the sludge.

Key words: ciliated protozoa, Haptorida, Pleurostomatida.

Resumo. Os ciliados haptoriais compõem também a microfauna do lodo ativado atuando como predadores de outros ciliados. O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo da morfologia de cinco espécies de ciliados haptoriais encontrados em amostras de esgoto bruto e lodo ativado da Estação de Tratamento de Esgoto da Penha (ETEP), do Rio de Janeiro, Brasil. *Amphileptus punctatus* apresenta corpo flexível, fusiforme, achatado lateralmente, dois nódulos macronucleares, um micronúcleo e 14 cinécias longitudinais. *Didinum nasutum* possui corpo ovóide, com um cone oral, duas bandas ciliares, um macronúcleo em forma de “C” e um micronúcleo. *Loxophyllum australe* tem corpo flexível e contrátil, achatado lateralmente, com extremidade anterior mais afilada, 15 cinécias longitudinais, quatro nódulos macronucleares esféricos e dois micronúcleos. *Spathidium anguilla* tem corpo anforiforme, abertura oral constituída por um anel circum-oral, ciliatura somática constituída por 12 cinécias longitudinais, com aparato nuclear formado por um alongado e flexível macronúcleo e de 3 a 8 micronúcleos esféricos. *Spathidium deforme* apresenta corpo com formato oval a elipsóide, 24 a 28 cinécias meridionais, um macronúcleo e um micronúcleo. *A. punctatus* foi a espécie com maior frequência de ocorrência nas amostras obtidas em três pontos de coleta. *D. nasutum* e *L. australe* foram registradas pela primeira vez em plantas de lodo ativado. Os tanques de tratamento de esgoto de uma estação, principalmente o tanque de aeração, constituem importantes ecossistemas artificiais, constituídos por uma comunidade formada por espécies de ciliados comumente encontrados em água doce e ainda por espécies pouco conhecidas taxonômica e ecologicamente. O presente estudo permitiu o conhecimento de algumas espécies de ciliados predadores que coexistem com os importantes componentes da ciliatofauna que atuam na depuração do esgoto.

Palavras-chave: protozoários ciliados, Haptorida, Pleurostomatida, ciliados haptoriais.

INTRODUÇÃO

Os protistas ciliados representam um grupo amplamente diversificado morfológicamente, com a maioria das espécies de vida livre ocupando os mais diversos habitats, sendo algumas consideradas como bioindicadoras de qualidade ambiental (SLADECECK, 1973). Estes organismos são também encontrados em estações de tratamento de esgoto e há muito vêm sendo estudados os aspectos ecológicos de sua presença ou a dominância de alguns táxons em determinadas condições operacionais do sistema, auxiliando no diagnóstico da qualidade do efluente produzido (CURDS & COCKBURN, 1970; POOLE, 1984; AL-SHAHWANI & HORAN, 1991; ESTEBAN *et al.*, 1991; CURDS, 1992; MADONI, 1994; SALVADÓ *et al.*, 1995; CHEN *et al.*, 2004; LEE *et al.*, 2004; ZHOU *et al.*, 2006). Entre os protistas ciliados encontrados em estações de tratamento de esgoto, destacam-se os filtradores de bactérias e de matéria orgânica em suspensão, por estarem diretamente relacionados com o processo de depuração do esgoto. Além destes, há também a presença de ciliados predadores como componentes da biota do lodo ativado (MADONI & GHETTI, 1981; POOLE, 1984; FENCHEL, 1987; ETTI *et al.*, 2000).

A disponibilidade de alimento é um dos fatores que controla a distribuição dos protistas ciliados nos diferentes ecossistemas. Os ciliados predadores obtêm seu alimento através da utilização de organelas especiais, chamadas de extrusosomos, sendo geralmente os toxicistos o tipo mais comum, que são usados para imobilizar e matar a presa. A extrusão de toxicistos ocorre devido a mecanismos de contato ou pelo reconhecimento químico com a presa (RADEK & HAUSMANN, 1996; HAUSMANN, 2002; DIAS *et al.*, 2006). CURDS (1973) demonstrou através de simulações computacionais o efeito da predação sofrida por ciliados bacterívoros e verificou que os ciliados carnívoros livre natantes promovem maiores oscilações nas populações dos bacterívoros em relação aos carnívoros sésseis.

Entre os táxons de ciliados predadores encontrados no esgoto, destaca-se a Classe Litostomatea por reunir entre uma de suas subclasses, Haptorida, ciliados tipicamente carnívoros, distribuídos em duas principais

ordens Haptorida e Pleurostomatida. Estes ciliados são considerados predadores vorazes, devido a sua habilidade em capturar suas presas, normalmente outros ciliados ou flagelados heterotróficos, além de micrometazoários, como rotíferos, por meio de toxicistos que paralisam sua presa (CORLISS, 1979).

Alguns Haptorida apresentam os extrusosomos organizados em um campo ciliar localizado na região anterior dorsal, no lado esquerdo, denominada "dorsal brush" (CORLISS, 1979; FOISSNER & FOISSNER, 1988). Pleurostomatida apresenta espécimes com corpo comprimido lateralmente; extrusosomos distribuídos ao longo da margem da direita da abertura oral. (LYNN & SMALL, 2002).

O presente estudo teve como objetivo contribuir para o conhecimento morfológico, através da morfometria dos caracteres taxonômicos das espécies de ciliados haptorais, *Amphileptus punctatus* (Kahl, 1926) Foissner, 1984, *Didinium nasutum* (Mueller, 1773) Stein, 1859, *Loxophyllum australe* Foissner & O'Donoghue, 1990, *Spathidium anguila* Vuxanovici, 1962 e *Spathidium deforme* Kahl, 1928, encontradas em amostras de esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto da Penha, Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante o período de 2005 a 2006 foram obtidas amostras de esgoto, provenientes da Estação de Tratamento de Esgoto da Penha (22° 49'S, 43° 16'W), Rio de Janeiro, RJ, coletadas geralmente duas vezes ao mês, nos seguintes pontos amostrais: (i) caixa de distribuição dos decantadores primários, (ii) no tanque de aeração e (iii) na elevatória de recirculação de lodo dos decantadores secundários (fig.1), sendo constituídas, respectivamente, de: (i) esgoto tratado primariamente (esgoto bruto), (ii) lodo ativado sob aeração e (iii) lodo ativado decantado.

As amostras foram coletadas por meio de um frasco coletor com capacidade de 1000 mL, acoplado a uma corda de aproximadamente 3 metros de extensão. O material coletado foi homogeneizado, sub-amostrado e acondicionado em frasco plástico de volume igual a 500 mL, levado ao Laboratório de Protistologia do Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia da

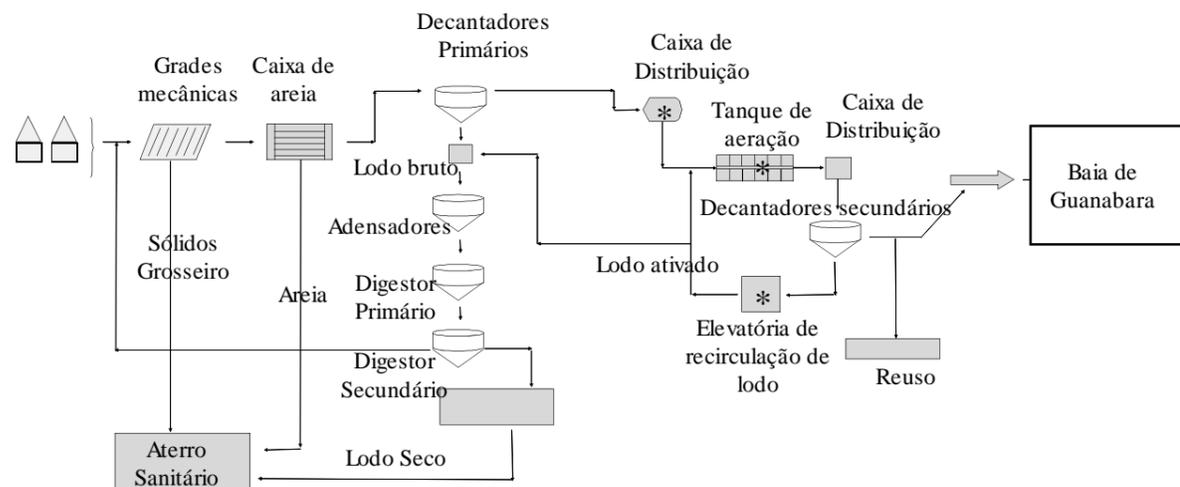


Figura 1. Representação esquemática da Estação de Tratamento de Esgoto da Penha, indicando os pontos de coleta (*).

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Alíquotas das amostras foram utilizadas para observação *in vivo* dos organismos e no preparo de culturas realizadas em placa de Petri, juntamente com água mineral e alguns grãos de arroz macerados. Os frascos plásticos contendo o material coletado foram preservados e, eventualmente, alíquotas foram observadas *in vivo* e/ou utilizadas em repiques de cultivo.

Os protistas foram triados das culturas, em microscópio estereoscópico, por meio de micropipetas, para serem isolados para observações *in vivo* sob microscopia de contraste de fase ou de contraste interferencial diferencial de Nomarski, para possibilitar identificação preliminar, e para preparo das principais técnicas ciliológicas. Foram utilizadas a técnica de microscopia óptica, o protargol, segundo Dieckmann (1995) e de microscopia eletrônica de varredura (FOISSNER *et al.*, 2002). A identificação das espécies baseou-se em comparações com guias de identificação (FOISSNER *et al.*, 1995; DRAGESCO & DRAGESCO-KERNÉIS, 1986; LYNN & SMALL, 2002), além de literatura complementar.

RESULTADOS

Os ciliados haptoriais encontrados no presente estudo foram observados e isolados de amostras *in natura* obtidas no dia da coleta e de culturas processadas

com alíquotas das amostras ou do próprio material coletado mantido em frascos fechados. As características morfológicas das espécies estudadas foram evidenciadas por meio de breve diagnose e ilustradas em pranchas com fotomicrografias dos organismos *in vivo* e impregnados, eletromicrografias e desenhos.

Diagnose das espécies:

Amphileptus punctatus (Fig. 2a-f, Tab. 1)

1926 - *Litonotus punctatus* KAHL, Arch. Protistenk., 55: 291.

1931 - *Hemiophrys (Litonotus) punctata* KAHL, 1926 - KAHL, Tierwelt Dtl., 21: 190 (Revision).

1962 - *Litonotus piger* VUXANOVICI, Studii Cerc. Biol., 14: 332.

1984 - *Amphileptus punctatus* (KAHL, 1926) - FOISSNER, Hydrobiologia, 119: 204.

1989 - *Amphileptus parafusidens* und *Amphileptus meianus* - SONG WEIBO & WILBERT, Lauterbornia, 3: 72, 82.

Espécimes *in vivo* com tamanho aproximado de 70-100 x 25-30 μm (n = 5), com corpo fusiforme e flexível, ligeiramente achatado lateralmente. Região anterior alongada e mais estreita que a posterior. Abertura oral na extremidade anterior. Citoplasma hialino, desprovido de pigmentação. Presença de dois

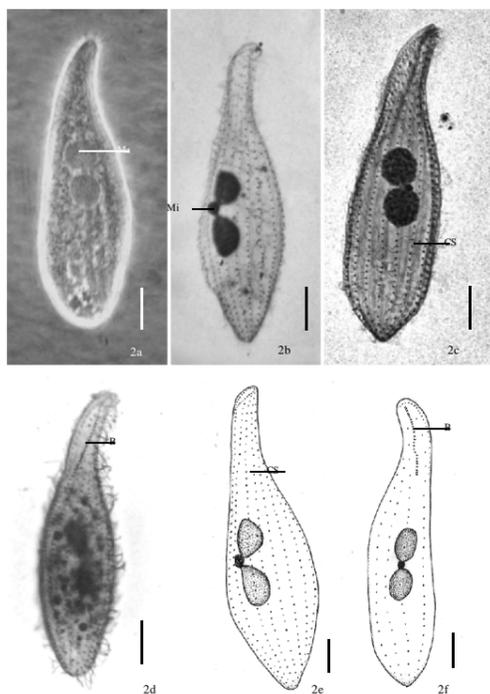


Figura 2a-f. Fotomicrografias e desenhos de *Amphileptus punctatus*. 2a - Fotomicrografia em contraste de fase do ciliado *in vivo*. 2b-c - Fotomicrografias ao Protargol do ciliado, evidenciando ciliatura somática do lado direito e aparato nuclear. 2d - Fotomicrografia ao Protargol do ciliado, evidenciando ciliatura somática do lado esquerdo. 2e-f - Desenhos esquemáticos da face ventral e dorsal do ciliado. B - "dorsal brush", CS - ciliatura somática, Ma - macronúcleo, Mi - micronúcleo. Barra = 10 μ m.

nódulos macronucleares arredondados. Um vacúolo contrátil pequeno e arredondado, localizado na extremidade posterior do corpo. Apresenta dois macronúcleos esféricos ($9,5 \pm 1,6 \times 7,4 \pm 0,89 \mu\text{m}$) e um único micronúcleo localizado entre eles. Espécimes fixados com tamanho corporal de $77,6 \pm 9,6 \times 23,3 \pm 3,3 \mu\text{m}$ ($n = 30$). Ciliatura somática composta de 14 cinécias longitudinais, com 10 cinécias distribuídas no lado direito e de 4 a 5 localizadas no lado esquerdo do corpo. Presença de uma cinécia composta de cílios e extrusosomas localizada no lado esquerdo, com cerca de 21 a 30 μm de comprimento, às vezes estendendo-se da extremidade anterior, próximo ao citóstoma até a região mediana do corpo. Extrusosomas, estruturas ejetáveis utilizadas na captura de presas, com cerca de 1 μm de comprimento.

Tabela 1. Caracterização morfométrica de *Amphileptus punctatus* encontrada no esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto da Penha, Rio de Janeiro. Todos os dados são baseados em espécimes impregnados pela prata (Protargol). As medidas são em μm . x - média aritmética, M - mediana, SD - desvio padrão, CV - coeficiente de variação, Min - valor mínimo observado na amostra, Max - valor máximo observado na amostra, n - tamanho da amostra.

Caracteres	x	M	SD	CV	Min	Max	n
Comprimento do corpo	77.6	77	9.64	12.4	57	100	30
Largura do corpo	23.3	23	3.33	14.3	16	33	30
Comprimento macronúcleo	9.53	9	1.61	16.9	7	13	30
Largura do macronúcleo	7.37	7	0.89	12.1	6	10	30
Comprimento do micronúcleo	2.48	2	0.89	35.9	1	5	27
Largura do micronúcleo	2.22	2	0.51	22.8	1	3	27
Número de cinécias	14.3	14	0.73	5.1	14	16	21
Comprimento Dorsal-Brush	23.5	23	2.88	12.2	21	30	10

Didinum nasutum (Fig. 3a-e; Tab. 2)

1773 - *Vorticella nasuta* MÜELLER, Vermium Terrestrium et Fluviatilium, p. 102.

1786 - *Vorticella nasuta* MÜELLER, 1773 - MÜELLER, Animalcula Infusoria, p. 268.

1859 - *Didinum nasutum* (O. F. MÜELLER) - STEIN, Lotos, 9: 5.

1930 - *Didinum nasutum* O. F. MÜELLER, 1786 - KAHL, Tierwelt Dtl., 18: 125.

1962 - *Didinum nasutum* O. F. MÜELLER - LIEBMAN, Handbuch der Frischwasser - und Abwasser - Biologie I, p. 422.

1968 - *Didinum nasutum* WESSENBERG & ANTIPA, Protistologica, 4: 427.

1984 - *Didinum nasutum* (O. F. MÜELLER, 1786) - FOISSNER, Staphia, 12: 44.

1986 - *Didinum nasutum* O. F. MÜELLER, 1786 - DRAGESCO & DRAGESCO-KERNÉIS, Faune Tropicale, 26: 172.

1995 - *Didinum nasutum* O. F. MÜELLER, 1786 - FOISSNER, Blatterer, Berger & Kohmann, Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, 1/95: 540.

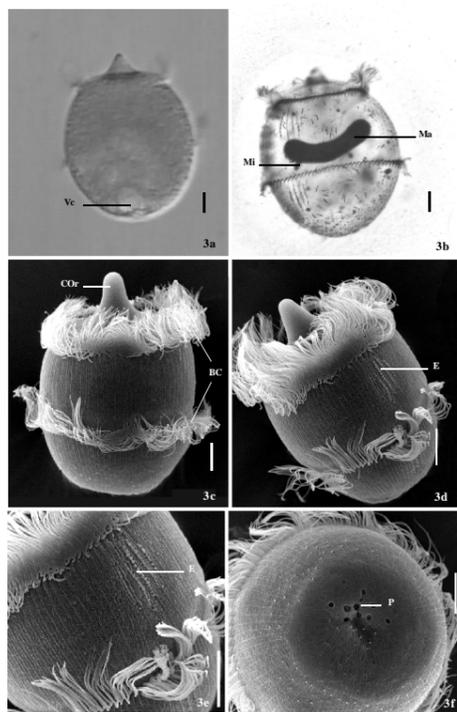


Figura 3a-e. Fotomicrografias e eletromicrografias de *Didinium nasutum*. 3a - Fotomicrografia em contraste interferencial de fase do ciliado *in vivo*. 3b - Fotomicrografia ao Protargol. 3c-f - Eletromicrografia mostrando ciliatura somática, região de estrusomas e poros de excreção. COr - cone oral, E - estrusomas, Ma - macronúcleo, Mi - micronúcleo, P - poro de excreção, Vc - vacúolo contrátil. Barra = 10 µm.

Ciliado de corpo ovóide a arredondado, medindo *in vivo* 80-110 x 70-85 ! m (n = 7), com duas bandas ciliares, uma anterior e outra equatorial, distantes uma da outra cerca de 37,5 ± 5,4 ! m. Região anterior bastante aplainada, com uma pequena projeção em forma de cone medianamente, no topo da qual se encontra o citóstoma. Região posterior do corpo arredondada e com o vacúolo contrátil. Desloca-se rapidamente por meio de movimentos rotacionais sobre o eixo do corpo. Organismos impregnados com dimensões corporais de 85,9 ± 9,0 x 68,7 ± 8,4 ! m (n = 15), incluindo o comprimento do cone oral. Macronúcleo (40,9 ± 7,3 x 10,6 ± 2,3 ! m) com a forma de um bastão encurvado e geralmente disposto horizontalmente na região mediana do corpo. Os dois micronúcleos esféricos posicionados bem próximos ao macronúcleo. Entre as duas bandas ciliares, mais próximas da banda anterior, presença de três a quatro

Tabela 2. Caracterização morfométrica de *Didinium nasutum* encontrado no esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto da Penha, Rio de Janeiro. Todos os dados são baseados em espécimes impregnados pela prata (Protargol). As medidas são em µm. x - média aritmética, M - mediana, SD - desvio padrão, CV - coeficiente de variação, Min - valor mínimo observado na amostra, Max - valor máximo observado na amostra, n - tamanho da amostra.

Caracteres	x	M	SD	CV	Min	Max	n
Comprimento do corpo	85.9	90	9	10.5	70	100	15
Largura do corpo	68.7	67	8.4	12.2	56	89	15
Comprimento do cone oral	9.1	9	0.7	7.7	8	10	15
Comprimento do macronúcleo	40.9	40	7.3	17.9	30	53	15
Largura do macronúcleo	10.6	10	2.3	21.3	8	15	15
Número de micronúcleos	2	2	0	0	2	2	13
Distância entre C1 e C2	37.5	37	5.6	15	30	45	11

curtas fileiras de extrusosomas do tipo toxicistos que, quando ejetados, medem cerca de 10 µm.

Loxophyllum australe (Figs.4a-c; Tab.3)

1990 - *Loxophyllum australe* FOISSNER & O'DONOGHUE, Invertebr. Táxon., 3:661.

Corpo fusiforme, flexível e contrátil, achatado lateralmente, com extremidade anterior mais afilada que a posterior e região equatorial mais larga, medindo *in vivo* cerca de 100-130 x 35-40 ! m (n = 3). Citoplasma desprovido de pigmentação. Presença de quatro nódulos macronucleares esféricos. Dois pequenos vacúolos contráteis arredondados posicionados em diagonal. Exibe lentos movimentos deslizantes sobre o fundo da placa de Petri. Após a impregnação pela prata, medem 102,0 ± 13,4 x 29,9 ± 3,5 ! m (n = 11). Aparato nuclear formado por dois diminutos micronúcleos esféricos (1,8 x 1,6 ! m), além dos quatro nódulos macronucleares que apresentam dimensões semelhantes (5,8 ± 0,72 x 5,5 ± 0,58 ! m) e geralmente ficam alinhados. Ciliatura somática constituída em média por 15 cinécias longitudinais, sendo 11 dispostas na lateral direita e quatro na lateral esquerda do corpo.

Tabela 3. Caracterização morfométrica de *Loxophyllum australe* encontrado no esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto da Penha, Rio de Janeiro. Todos os dados são baseados em espécimes impregnados pela prata (Protargol). As medidas são em μm . x – média aritmética, M – mediana, SD – desvio padrão, CV – coeficiente de variação, Min – valor mínimo observado na amostra, Max – valor máximo observado na amostra, n – tamanho da amostra.

Caracteres	x	M	SD	CV	Min.	Max.	n
Comprimento do corpo	102	100	13,4	13,2	80	125	11
Largura do corpo	29,9	30	3,5	11,8	23	35	11
Número de nódulos macronucleares	4,0	4	0	0	4	4	11
Comprimento do 1º nódulo	6,3	6	0,9	14,4	5	8	11
Largura do 1º nódulo.	5,6	6	0,5	8,9	5	6	11
Comprimento do 2º nódulo	5,5	5	0,8	15,0	4	7	11
Largura do nódulo.	4,8	5	0,4	8,4	4	5	11
Comprimento do 3º nódulo	4,91	5	0,3	6,1	4	5	11
Largura do nódulo.	5,0	5	0	0	5	5	11
Comprimento do 4º nódulo	6,5	6	0,7	10,6	6	8	11
Largura do nódulo.	5,8	6	0,6	10,4	5	7	11
Número de micronúcleos	2,0	2	0	0	2	2	10
Comprimento do micronúcleo	1,8	2	0,2	13,1	1,5	2	10
Largura do micronúcleo	1,6	1,5	0,4	24,6	1	2	10
Número de cinécias do lado esquerdo	10,9	11	0,9	8,5	10	12	9
Número de cinécias do lado direito	4	4	0	0	4	4	5

Spathidium anguilla (Fig. 5a-g; Tab. 4)

1962 - *Spathidium anguilla* VUXANOVICI, Studii Cerc. Biol. (Biol. Anim.), 14: 208.

2001 - *Spathidium anguilla* VUXANOVICI, 1962 – FOISSNER, Staphia, 12: 71.

Corpo com formato de ânfora, ligeiramente alongado, flexível, achatado lateralmente, medindo *in vivo* 85-100 x 30-40 μm (n = 5). Vacúolo contrátil

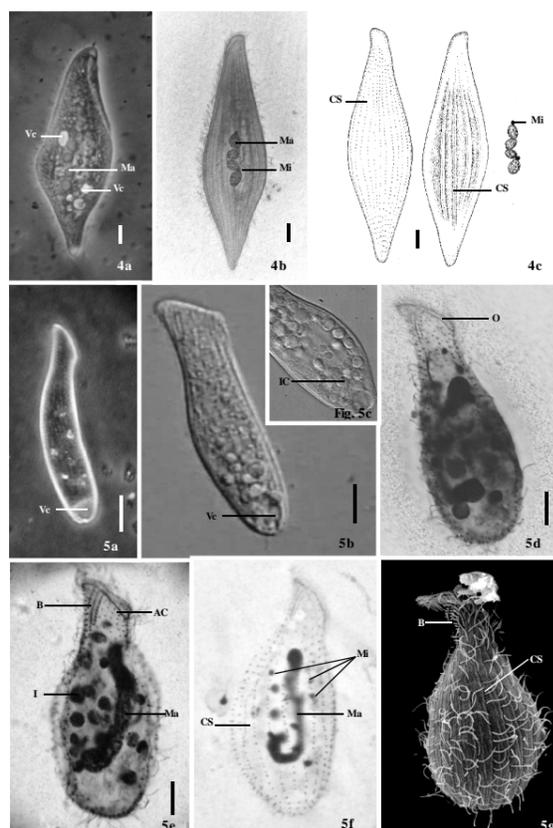


Figura 4a-c. Fotomicrografias e desenhos de *Loxophyllum australe*. **Figura 5a-g.** Fotomicrografias e eletromicrografias de *Spathidium anguilla*. 4a-b - Fotomicrografia do ciliado, respectivamente, *in vivo* em contraste de fase e ao Protargol mostrando ciliatura somática do lado direito. 4c - Desenhos esquemáticos dos lados direito e esquerdo do ciliado. 5a-c - Fotomicrografia do ciliado *in vivo* em contraste de fase e em contraste interferencial de fase, respectivamente. 5d-f - Fotomicrografias ao Protargol do ciliado. 5g - Eletromicrografia mostrando ciliatura somática. AC - anel circumoral, B - "dorsal brush", região formada por cílios e toxicistos, IC - inclusões citoplasmáticas, Ma - macronúcleo, Mi - micronúcleo, O - abertura oral, P - poro de excreção. Vc - vacúolo contrátil. Barra = 10 μm .

arredondado localizado na extremidade posterior. Organismos impregnados medem $83,4 \pm 9,5 \times 30,1 \pm 5,9 \mu\text{m}$ (n = 23). Abertura oral, com $18,9 \pm 2,6 \times 3,2 \pm 0,4 \mu\text{m}$ (n = 20), constituída por um anel circum-oral, ligado à ciliatura somática. Na face dorsal, ligada ao anel circum-oral, presença de três cinécias que se distinguem das demais pela presença de dicinetídeas e extrusosomos, formando uma região denominada "*dorsal brush*". Essas

Tabela 4. Caracterização morfométrica de *Spathidium anguilla* encontrado no esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto da Penha, Rio de Janeiro. Todos os dados são baseados em espécimes impregnados pela prata (Protargol). As medidas são em μm . x – média aritmética, M – mediana, SD – desvio padrão, CV – coeficiente de variação, Min – valor mínimo observado na amostra, Max – valor máximo observado na amostra, n – tamanho da amostra.

Caracteres	X	M	SD	CV	Min.	Max.	n
Comprimento do Corpo	83.4	85	9.5	11.4	60	103	23
Largura do corpo	30.1	30	5.9	19.6	18	40	23
Comprimento de boca	19	18	2.6	14	15	23	20
Largura de boca	3.2	3	0.4	14	3	4	5
Comprimento macronúcleo	53.8	52.5	14.8	27.5	30	92	22
Largura macronúcleo	4	4	0.7	16.5	3	5	21
Número de micronúcleos	6.7	8	1.8	27.2	3	8	15
Nº cinécias	11.2	12	1.3	11.3	8	12	15
B1	9.4	8	2.1	22.8	7	15	13
B2	14.2	15	2.5	17.7	11	20	13
B3	6.5	6	1.5	23	5	10	11

cinécias (B1, B2 e B3), de tamanhos distintos, estão sempre dispostas longitudinalmente no terço anterior do lado esquerdo do corpo e apresentam em média $9,4 \pm 2,1$; $14,2 \pm 2,5$ e $6,5 \pm 1,5$!m, respectivamente. Extrusosomas medem cerca de 3 μm de comprimento. Ciliatura somática constituída por 12 cinécias longitudinais. Aparato nuclear formado por um alongado e flexível macronúcleo, com formato de bastão, medindo $53,8 \pm 14,8 \times 4,0 \pm 0,7$!m (n = 22) e de 3 a 8 micronúcleos esféricos.

Spathidium deforme (Fig. 6a-d; Tab. 5)

1928 - *Spathidium deforme* KAHL, Arch. Hydrobiol., 19: 50.

1997 - *Spathidium deforme* KAHL – LEITNER & FOISSNER, 29:349.

Ciliado medindo *in vivo* 60-80 x 30-40 !m (n = 7). Corpo com formato oval a elipsóide, com a

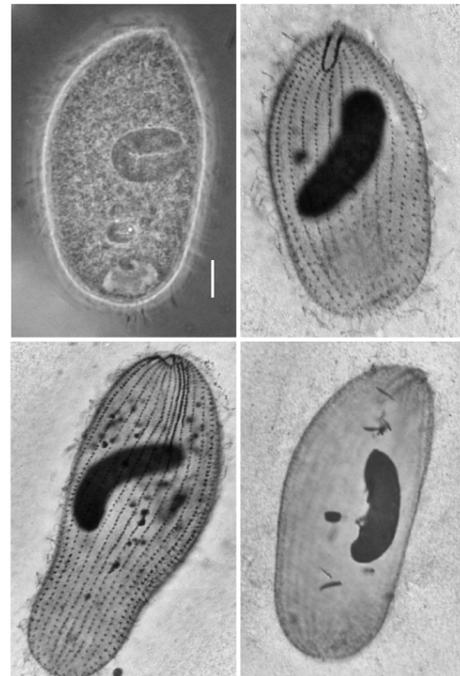


Figura 6a-d. Fotomicrografias de *Spathidium deforme*. 6a - Fotomicrografia em contraste de fase do ciliado *in vivo*. 6b-c - Fotomicrografias ao Protargol do ciliado, evidenciando face ventral e dorsal do ciliado, respectivamente. 6d - Fotomicrografia ao Protargol do ciliado evidenciando estrusosomas e aparato nuclear. AC - anel circumoral, B - "dorsal brush", CS - ciliatura somática, Ma - macronúcleo, Mi - micronúcleo, Vc - vacúolo contrátil. Barra = 10 μm .

extremidade anterior geralmente um pouco cônica, devido à presença do proeminente bordo oral e extremidade posterior geralmente mais estreita e arredondada. Citoplasma desprovido de granulações, contendo várias inclusões alimentares e coloração acastanhada. Macronúcleo com forma de um bastão alongado, geralmente encurvado. Vacúolo contrátil ocupa quase toda a extremidade posterior do corpo. Desloca-se rápido entre os flocos de lodo por meio de movimento rotacional em relação ao eixo do corpo. Organismos impregnados apresentam dimensões corporais de $61,5 \pm 9,2 \times 29 \pm 3,9$!m (n = 54). Abertura oral curta e estreita, medindo $10,1 \pm 2,1 \times 2,0 \pm 0,4$!m (n = 42), ladeada por um saliente bordo localiza-se na extremidade anterior do corpo e estende-se para o lado ventral. Face dorsal

Tabela 5. Caracterização morfométrica de *Spathidium deforme* encontrado no esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto da Penha, Rio de Janeiro. Todos os dados são baseados em espécimes impregnados pela prata (Protargol). As medidas são em μm . x – média aritmética, M – mediana, SD – desvio padrão, CV – coeficiente de variação, Min – valor mínimo observado na amostra, Max – valor máximo observado na amostra, n – tamanho da amostra.

Caracteres	x	M	SD	CV	Min.	Max.	n
Comprimento do corpo	61,5	61	9,2	15	40	87	54
Largura do corpo	29,0	29	3,9	13,3	22	37	54
Comprimento do citóstoma	10,1	10	2,1	20,7	7	15	42
Largura do citóstoma	2,0	2	0,4	22,1	1	3	42
Comprimento macronúcleo	28,2	28	4,9	17,4	20	38	54
Largura do macronúcleo	6,9	7	1,0	15,1	6	10	54
Comprimento do micronúcleo	2,8	3	0,8	27,3	2	5	41
Largura do micronúcleo	2,2	2	0,5	23,7	1	3	41
Número de cinécias ventrais	13,0	13	0,6	5	12	14	30
Número de cinécias dorsais	13,1	13	0,8	6,3	11	14	36
Número total cinécias	26,3	26	1,4	5,2	24	28	12
B1	12,1	12	2,3	18,9	10	17	19
B2	16,3	16	2,7	16,7	10	22	19
B3	8,9	9	1,5	17,1	7	12	19

da abertura oral com a região da “dorsal brush”, formada por três cinécias distintas. Extrusos medem em torno de $5 \mu\text{m}$.

Aparato nuclear é constituído por um macronúcleo alongado, medindo $28,2 \pm 4,9 \times 6,9 \pm 1,0 \mu\text{m}$ e por um micronúcleo esférico. Macronúcleo localizado no terço médio do ciliado apresenta-se variavelmente na posição horizontal ou vertical em relação ao eixo do corpo. Ciliatura somática composta de 24 a 28 cinécias meridionais. Ciliatura do anel circum-oral sem comunicação com as cinécias somáticas, como já relatado por LEITNER & FOISSNER (1997), contrariando diagnose do gênero.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Por ser um processo biológico, o sistema de tratamento do esgoto por lodos ativados fica susceptível às alterações de temperatura, ao tipo de material que recebe, à presença de poluentes químicos e à constituição da comunidade microbiana, sendo que esta última pode sofrer influência de dois principais fatores, o tempo de retenção celular e a concentração de matéria orgânica (PATTERSON, 1996; RATSAK *et al.*, 1996). É possível que vários fatores, além das condições de operação, influenciem na distribuição e ocorrência dos protistas ciliados nos tanques de tratamento de uma ETE. Disponibilidade de alimento, por exemplo, é um fator ecológico que determina a abundância e a distribuição dos organismos em um ambiente (CURDS, 1969).

A ocorrência de outras espécies de *Amphileptus*, *Loxophyllum* e *Spathidium* como componentes da biota do lodo ativado já havia sido registrada na literatura (CURDS, 1969; CURDS & COCKBURN, 1970; KLIMOWICZ, 1970; MADONI & GHETTI, 1981; SALVADÓ & GRACIA, 1993; MADONI, 1994; MARTÍN-CERECEDA *et al.*, 1996; LEITNER & FOISSNER, 1997; CUTOLO & ROCHA, 2000; ETTI *et al.*, 2000; CHEN, *et al.*, 2004; LEE *et al.*, 2004).

No presente estudo, a frequência de ocorrência das espécies de ciliados haptorais pode ser considerada baixa (<40%) no total de amostras de esgoto coletadas. Dentre as espécies de ciliados haptorais encontradas, *Amphileptus punctatus* foi a mais frequente, sendo registrada nas culturas preparadas com amostras dos três pontos de coleta. *Didinium nasutum* e *Loxophyllum australe* são espécies comumente encontradas em ambientes dulcícolas, sendo citadas na literatura (HARA *et al.*, 1985; FOISSNER & O'DONOGHUE, 1990; FOISSNER *et al.*, 1995) como predadoras de ciliados considerados eficientes filtradores, tais como *Paramecium* sp., *Tetrahymena* sp., *Glaucoma* sp. e *Cyclidium* sp. Ambas espécies, com o presente estudo, foram registradas pela primeira vez no esgoto.

Loxophyllum australe foi registrada em apenas uma coleta, encontrada no líquido sob aeração do tanque de aeração. O registro dessa espécie pela primeira vez em amostra de lodo ativado contribui

para o conhecimento de mais um tipo de ambiente colonizado por estes organismos.

Corroborando Leitner & Foissner (1997), foi observado que *S. deforme* apresenta variações quanto a forma do corpo, variando de piriforme a elipsóide. Segundo esses autores, *S. deforme* desenvolve-se bem em culturas de lodo ativado durante três semanas e logo desaparecem quando a saporidade do meio diminui. No presente estudo, esta espécie ocorreu apenas nas amostras de lodo ativado, sendo observada em amostras frescas, *in natura* e nas culturas por até duas semanas, coexistindo com *A. punctatus*, *Aspidisca* sp., *Euplotes aediculatus*, *Paramecium aureliae*, *Spirostomum teres*, além do flagelado *Peranema* sp. O registro de *S. deforme* no presente estudo consiste na segunda ocorrência dessa espécie neste tipo de ambiente.

Os tanques de tratamento de esgoto de uma estação, principalmente o tanque de aeração, constituem importantes ecossistemas artificiais, constituídos por uma comunidade formada por espécies de ciliados comumente encontrados em água doce e ainda por espécies pouco conhecidas taxonômica e ecologicamente.

Os ciliados haptorais registrados no presente estudo foram encontrados principalmente em amostras do líquido sob aeração do tanque de aeração, coexistindo com as espécies de ciliados bacterívoras, que são importantes componentes da ciliatofauna responsáveis pela depuração do esgoto. É importante salientar que a realização de estudos em estações de tratamento de esgoto, permitem o conhecimento da composição da taxocenose de protistas ciliados atuantes diretamente, ou não, no processo de depuração do esgoto, além de elucidar a ocorrência de novos habitats para algumas espécies de ciliados, como *D. nasutum* e *L. australe*, registradas pela primeira vez neste tipo de ambiente.

AGRADECIMENTOS

Ao suporte técnico do biólogo Orlando da C. Simões. Este estudo é parte da tese de doutorado de Isabel C. Vidal Siqueira-Castro, e foi financiado por CNPq, FAPERJ e bolsa concedida por CAPES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-SHAHWANI, S.M. & HORAN, N.J. 1991. The use of protozoa to indicate changes in the performance of activated sludge plants. **Water Research** 25 (6): 633-638.
- CHEN, S.; XU, M.; CAO, H.; ZHU, J.; ZHOU, K.; XU, J.; YANG, X.; GAN, Y.; LIU, W.; ZHAI, J. & SHAO, Y. 2004. The activated-sludge fauna and performance of five sewage treatment plants in Beijing, China. **European Journal of Protistology** 40: 147-152.
- CORLISS, J.O. 1979. **The ciliated protozoa. Characterization, classification and guide to the literature.** Oxford, Pergamon Press, 455 p.
- CURDS, C. R. 1969. An Illustrated Key to the British freshwater ciliated Protozoa commonly found in activated sludge. **Water Pollution Research Technical Paper No.12**, HMSO.
- CURDS, C. R. 1973. A theoretical study of factors influencing the microbial population dynamics of the activated-sludge process – I. The effects of diurnal variations of sewage and carnivorous ciliated protozoa. **Water Research** 7: 1269-1284.
- CURDS, C. R. 1992. **Protozoa and water industry.** Cambridge, University Press Cambridge, 122p.
- CURDS, C. R. & COCKBURN, A. 1970. Protozoan in Biological Sewage treatment process – II. Protozoa as Indicators in Activated Sludge Process. **Water Research** 4: 237-249.
- CUTOLLO, S. A. & ROCHA, A. A. 2000. Correlação entre a microfauna e as condições operacionais de um processo de lodos ativados. **In: Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental** 27:1-7.
- DIAS, R. J. P.; D'AGOSTO, M.; SIQUEIRA-CASTRO, I. C. V. & SILVA-NETO, I. D. 2006. Microscópios e vorazes. **Ciência Hoje** 39:56-58.
- DIECKMANN, J. 1995. An Improved Protargol Impregnation for Ciliates Yielding Reproducible Results. **European Journal of Protistology** 31: 372-382.
- DRAGESCO, J. & DRAGESCO-KERNÉIS, A. 1986. **Ciliés libres de l'Afrique intertropicale. Introduction à la connaissance et à l'étude des Ciliés.** L'Orstom, 559p.
- ESTEBAN, G., TÉLLEZ, C. & BAUTISTA, L. M. 1991. Dynamics of ciliated protozoa communities in activated sludge process. **Water Research** 25: 967-972.
- ETTI, M., FOISSNER, W., RICCI, N. & ERRA, F. 2000. The ciliate community (Protozoa: Ciliophora) of a municipal activated sludge plant: interactions between species and environmental factors. **Protozoological Monographs** 1: 1-62.
- FENCHEL, T. 1987. **Ecology of protozoa.** Madison, Science Tech Publishers, 197 p.

- FOISSNER, W., AGATHA, S. & BERGER, H. 2002. Soil Ciliates (Protozoa, Ciliophora) from Namibia (Southwest Africa), with Emphasis on Two Contrasting Environments, the Etosha Region and the Namib Desert. **Denisia** **5**: 1-1459
- FOISSNER, W.; BERGER, H.; BLATTERER, H. & KOHMANN, F. 1995. **Taxonomische und ökologische revision der ciliaten des saprobiensystems - Band IV: Gymnostomates, Loxodes, Suctoria.** Munich, Informationsberichte des Bayer Landesamtes für Wasserwirtschaft, 540p.
- FOISSNER, W. & FOISSNER, I. 1988. The fine structure of *Fuscheria terricola* Berger et al., 1983 and a proposed new classification of the subclass Haptoria Corliss, 1974 (Ciliophora, Litostomatea). **Archiv für Protistenkunde** **135**: 213-235.
- FOISSNER, W. & O'DONOGHUE, J. 1990. Morphology and infraciliature of some freshwater ciliates (Protozoa: Ciliophora) from Western and South Australia. **Invertebrate Taxonomy** **3(6)**: 661 – 696.
- HARA, R.; ASAI, H. & NAITOH, Y. 1985. Electrical responses of the carnivorous ciliate *Didinium nasutum* in relation to discharge of the extrusive organelles. **The Journal of Experimental Biology** **119**: 211-224.
- HAUSMANN, K. 2002. Food acquisition, food ingestion and food digestion by protists. **Japanese Journal of Protozoology** **35 (2)**: 85-95.
- KLIMOWICZ, H. 1970. Microfauna of activated sludge. Part I – Assemblage of microfauna in laboratory models of activated sludge. **Acta Hydrobiologica** **12 (4)**: 357-376.
- LEE, S.; BASU, S.; TYLER, C. W. & WEI, I. W. 2004. Ciliate populations as bio-indicators at Deer Island Treatment Plant. **Advance in Environmental Research** **8**: 371-378.
- LEITNER, A. R. & FOISSNER, W. 1997. Morphology and infraciliature of *Microthorax pusillus* Engelmann 1862 and *Spathidium deforme* Kahl 1928, two ciliates (Protozoa, Ciliophora) from activated sludge. **Linzer Biologische Beiträge** **29 (1)**: 349-368.
- LYNN D. H. & SMALL E. B. 2002. Phylum Ciliophora, pp. 371-656. **In**: LEE, J.J., BRADBURY, P.C. & LEEDALE, G.F. (eds.). **The Illustrated Guide to the Protozoa.** Lawrence, Kansas, Society of Protozoologists. 1436p.
- MADONI, P. 1994. A Sludge Biotic Index (SBI) for the evaluation of the biological performance of activated sludge plants based on the microfauna analysis. **Water Research** **28 (1)**: 67-75.
- MADONI, P. & GHETTI, P.F. 1981. The structure of ciliated protozoa communities in biological sewage-treatment plants. **Hydrobiologia** **83**: 207-215.
- MARTÍN-CERECEDA, M.; SERRANO, S. & GUINEA, A. 1996. A comparative study of ciliated protozoa communities in activated-sludge plants. **FEMS Microbiology Ecology** **21**: 267-276.
- PATTERSON, D. J. 1996. **Free-living freshwater protozoa – A colour guide.** London, Manson Publishing, 223p.
- POOLE, J. E. P. 1984. A study of the relationship between the mixed liquor fauna and plant performance for a variety of activated sludge sewage treatment works. **Water Research** **18 (3)**: 281-287.
- RADEK, R. & HAUSMANN, K. 1996. Phagotrophy of ciliates, pp. 197-219. **In**: HAUSMANN, K. & BRADBURY, P.C. (eds). **Ciliates: Cells as organisms.** Stuttgart, Gustav Fischer, 485p.
- RATSAK, C. H.; MAARSEN, K. A. & KOOIJMAN, A. L. M. 1996. Effects of protozoa on carbon mineralization in activated sludge. **Water Research** **30 (1)**: 1-12.
- SALVADÓ, H. & GRACIA, M. P. 1993. Determination of organic loading rate of activated sludge plants based on protozoa analysis. **Water Research** **27**: 891-895.
- SALVADÓ, H.; GRACIA, M. P. & AMIGÓ, J. M. 1995. Capability of ciliated protozoa as indicators of effluent quality in activated sludge plants. **Water Research** **29 (4)**: 1041-1050.
- SLADECECK, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. **Archiv für Hydrobiologie Beihefte.** Ergebnisse der Limnologie, 218p.
- ZHOU, K.; XU, M.; DAI, J. & CAO, H. 2006. The microfauna communities and operational monitoring of an activated sludge plant in China. **European Journal of Protistology** **42**: 291-295.

Recebido: 27/04/2009
 Revisado: 02/09/2009
 Aceito: 14/12/2009