

Macroalgas de riachos da Floresta Nacional de Irati, região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil

Ciro Cesar Zanini Branco^{1,3}, Rafael Guilherme Emed¹, Luis Henrique Zanini Branco² e Orlando Necchi Júnior²

Recebido em 22/09/2006. Aceito em 2/07/2007

RESUMO – (Macroalgas de riachos da Floresta Nacional de Irati, região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil). Estudos florísticos das comunidades de macroalgas lóticicas no Brasil são quase que exclusivamente baseadas em material do Estado de São Paulo. Informações sobre macroalgas de riachos são virtualmente ausentes no Estado do Paraná. Considerando a carência de trabalhos sobre estes importantes produtores primários de ambientes lóticicos, foi realizado um estudo mais amplo, a fim de conhecer melhor a biodiversidade das comunidades de macroalgas no Paraná. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento florístico das comunidades de macroalgas da Floresta Nacional de Irati (Flona de Irati), uma unidade de conservação que protege uma área de Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucária). Os estudos foram desenvolvidos em 11 riachos, através de duas coletas realizadas durante os períodos de 19-21 de julho/2005 e 2-4 de fevereiro/2006. Em cada riacho foi estabelecido um segmento de 10 metros de extensão, no qual foi realizado o exame visual detalhado do substrato a fim de determinar a presença de macroalgas. Além da presença das macroalgas, as seguintes variáveis ambientais foram medidas em cada data de amostragem: temperatura, turbidez, condutividade específica, pH, oxigênio dissolvido, profundidade, nutrientes, cor da água e demanda química de oxigênio (DQO). O levantamento taxonômico resultou na identificação de 23 táxons e mostrou a dominância, em termos de número de táxons, de Chlorophyta sobre as demais divisões. O gênero *Phormidium* Kützing ex Gomont foi o único representado por mais de uma espécie. De modo geral, a maioria das espécies encontradas na Flona de Irati tem sido reportada em estudos prévios, entretanto, uma parte significativa das macroalgas inventariadas foi formada por táxons de ocorrência rara em riachos brasileiros ou, até mesmo, prováveis novidades para a ciência.

Palavras-chave: macroalgas lóticicas, levantamento taxonômico, Floresta Ombrófila Mista, Mata de Araucária

ABSTRACT – (Stream macroalgae of Irati National Forest, mid-southern Paraná State, Southern Brazil). Surveys of stream macroalgal communities in Brazil are almost exclusively based on data from São Paulo State. There are no extensive studies concerning stream macroalgae in Paraná state. Having in mind the scarcity of works treating these important primary producers in lotic ecosystems, a more comprehensive study was carried out in order to increase our knowledge of stream macroalgal community biodiversity in Paraná state. In this context, the main objective of this study was to do a floristic survey of stream macroalgal communities in Irati National Forest (INF), a protected area of Mixed Ombrophilous Forest (Araucaria Forest). Eleven streams were sampled in 2005 (July 19-21) and 2006 (February 2-4). In each stream, a 10-meter cross-transect was established in which a detailed visual examination took place to determine the presence of macroalgae. In addition, the following environmental variables were measured at each sampling date: temperature, specific conductance, pH, dissolved oxygen, depth, nutrients, water colour and chemical oxygen demand (COD). The floristic survey resulted in the identification of 23 taxa and showed the dominance of Chlorophyta over other algal divisions. Only the genus *Phormidium* Kützing ex Gomont was represented by more than one species. In general, the majority of species found at Irati National Forest have been reported in previous studies; however, a significant portion of the macroalgae was composed of taxa that rarely occur in Brazilian streams or they may be new to science.

Key words: stream macroalgae, floristic survey, Mixed Ombrophilous Forest, Araucaria Forest

Introdução

Vários estudos sobre as comunidades algais de ambientes lóticicos podem ser relacionados na bibliografia especializada mundial. Entre eles, alguns representam importantes contribuições para o conhecimento da estrutura e função das comunidades

de macroalgas de águas correntes em várias regiões do globo (Holmes & Whitton 1981; Johansson 1982; Kawecka 1982; Whitton 1984; John & Moore 1985; Sheath *et al.* 1986; 1988; 1989; 1996; Biggs & Price 1987; Entwisle 1989; Biggs 1990; Sheath & Cole 1992; Sherwood & Sheath 1999; 2000; Verb & Vis 2001; Filkin *et al.* 2003; Sherwood 2004). Em regra, estes

¹ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências e Letras, Departamento de Ciências Biológicas, Av. Dom Antônio 2100, 19806-900 Assis, SP, Brasil

² Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Departamento de Zoologia e Botânica, Rua Cristóvão Colombo 2265, 15054-000 São José do Rio Preto, SP, Brasil

³ Autor para correspondência: czbranco@assis.unesp.br

estudos foram desenvolvidos em regiões temperadas e investigações com abordagens semelhantes em regiões tropicais são menos numerosas. Sheath & Cole (1992) incluíram em seus estudos sobre as macroalgas lólicas da América do Norte dados sobre a região de floresta tropical daquele continente. Vis et al. (1994) descreveram aspectos da estrutura das comunidades de macroalgas em riachos de algumas ilhas do Havaí.

No Brasil, as referências sobre estas algas, considerando aspectos florísticos, são quase que exclusivamente baseadas em material proveniente do Estado de São Paulo. Neste Estado, já foram realizados estudos enfocando as comunidades de algas em um riacho particular (Necchi Júnior *et al.* 1991), em bacias de drenagem (Necchi Júnior & Pascoaloto 1993; Branco & Necchi Júnior 1998) e em áreas de dimensões regionais (Necchi Júnior *et al.* 1995a; Branco & Necchi Júnior 1996). Ainda, para ambientes lólicos do Estado de São Paulo podem ser encontrados alguns estudos eminentemente taxonômicos compreendendo grupos algais específicos que, em menor ou maior grau, também reportam informações sobre macroalgas lólicas. Neste sentido, os seguintes trabalhos podem ser citados: Sant'Anna (1988) tratando de Scytonemataceae (Cyanophyta); Necchi Júnior (1989) sobre Rhodophyta de águas continentais; Branco *et al.* (1999) sobre Cyanophyta de riachos; Necchi Júnior *et al.* (2001; 2002) abordando, respectivamente, os gêneros *Vaucheria* de Candolle (Xanthophyta) e *Microspora* Thuret (Chlorophyta); Branco *et al.* (2002) sobre Chaetophoraceae (Chlorophyta) e Vieira Júnior *et al.* (2002; 2003) tratando, respectivamente, dos gêneros *Nitella* C. Agardh e *Chara* Linnaeus (Characeae, Chlorophyta).

De maneira geral, estudos envolvendo investigações que reportam informações taxonômicas sobre comunidades de macroalgas de ambientes lólicos são escassos para outras regiões, incluindo-se a região sul do Brasil. O Estado do Paraná, onde ocorre a maior área de Floresta Ombrófila Mista nativa do país, é um exemplo desta situação. Neste contexto, é possível afirmar que esta formação vegetal, onde o pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Huntze) é o principal elemento paisagístico, ainda é um bioma totalmente desconhecido quanto às comunidades de macroalgas de ambientes lólicos associadas a ela. Apenas um único estudo (Necchi Júnior *et al.* 2000) apresenta informações florísticas das comunidades de macroalgas de riachos deste bioma, entretanto, as amostragens foram conduzidas em uma área bastante restrita do Estado de São Paulo (nas regiões de altitude

de Campos do Jordão, Cunha e Campos de Cunha). Neste sentido, percebe-se a ausência absoluta de dados taxonômicos e ecológicos mais detalhados sobre as comunidades de macroalgas associadas às Matas de Araucária na sua região de maior distribuição e melhor estado de preservação.

Em função da evidente carência de trabalhos desenvolvidos no estado do Paraná, particularmente em áreas de Floresta Ombrófila Mista, foi desenvolvido um programa amostral a fim de conhecer melhor a biodiversidade das comunidades de macroalgas lólicas associadas a este bioma no Estado. Com base nestas informações, o presente estudo foi conduzido com o objetivo de se realizar o levantamento florístico das comunidades de macroalgas da Floresta Nacional de Irati - Flona de Irati, uma das maiores unidades de conservação federais que protege o bioma da Mata de Araucária.

Considerando as características ambientais típicas da área de estudos a seguinte hipótese geral foi estabelecida: em função do clima da região de estudos (sub-tropical com ocorrência freqüente de geadas no inverno e temperaturas médias mensais abaixo de 18 °C ao longo de todo o ano), do estado de preservação da área e das peculiaridades da flora terrestre (forte dominância de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Huntze), esperava-se a ocorrência de uma composição florística relativamente distinta daquelas registradas em outras regiões, com uma maior participação de novos registros para a região sul e para o Brasil.

Material e métodos

A Flona de Irati possui uma área territorial de 3.495 hectares e encontra-se situada nos municípios de Teixeira Soares e Fernandes Pinheiro (25°21'S, 50°35'W) fazendo parte do vale do rio Imbituva, afluente do rio Tibagi, e limita-se com o município de Irati pelo ribeirão Coxinhos, que verte para o rio das Antas, por sua vez afluente do rio Imbituva. A área de estudos posiciona-se em pleno planalto meridional brasileiro, onde o clima, conforme Köppen, é do tipo Cfb, isto é, com chuvas distribuídas durante todos os meses do ano e temperatura média abaixo de 18 °C. Os meses mais quentes são os de dezembro e janeiro e os mais frios são os de junho, julho e agosto.

A vegetação típica da área é, principalmente, a Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucária). Cerca de 37% de toda a área da Flona de Irati é formada por florestas nativas, 7% por florestas pluviais sub-tropicais, 6% por capoeiras e 10% por áreas de várzea. O

restante da área é formado por reflorestamentos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e *Pinus* sp. com idades de até 50 anos.

O conceito de macroalgas adotado neste estudo foi aquele proposto por Sheath & Cole (1992), qual seja: “tipicamente, macroalgas de riachos são bentônicas e formam um talo maduro que é uma estrutura discreta e reconhecível a olho nu, a identificação microscópica é geralmente necessária e frequentemente microalgas estão associadas ao talo”.

Os estudos foram desenvolvidos em 11 riachos localizados dentro dos limites da Flona de Irati (Tab. 1). A distribuição dos locais de amostragem procurou cobrir a área de estudos de forma representativa, considerando a acessibilidade e as condições de aplicabilidade das técnicas de amostragem (procedimento segundo Necchi Júnior *et al.* 2003). Considerando o tamanho da área de estudos, o número de pontos de amostragem (11) é perfeitamente coerente com trabalhos similares previamente realizados em outras regiões do Brasil (Necchi Júnior *et al.* 1995a; Branco & Necchi Júnior 1996; Necchi Júnior *et al.* 2000; Necchi Júnior *et al.* 2003).

A análise florística das comunidades macroalgais foi conduzida a partir de duas coletas realizadas durante os períodos de 19-21 de julho/2005 e 2-4 de

fevereiro/2006. Cada ponto de amostragem foi determinado como sendo um segmento de 10 metros de extensão do riacho, ao longo do qual foi realizado o exame detalhado do substrato a fim de verificar a presença de espécies de macroalgas (Necchi Júnior *et al.* 1995b; Branco & Necchi Júnior 1996). As técnicas de amostragem foram as mesmas daquelas descritas por Necchi *et al.* (1991) e consistiram, basicamente, no estabelecimento de uma transeção de 10 metros ao longo de uma das margens do riacho, dentro da qual a presença das macroalgas foi anotada. Para cada alga encontrada foram coletadas amostras representativas que foram imediatamente fixadas em solução de formaldeído 4%. Em laboratório, as observações microscópicas foram realizadas com o auxílio de microscópio trinocular LEICA, modelo DM-1000. As análises morfométricas e as ilustrações (fotomicrografias) dos espécimes foram realizadas com o uso de um sistema de câmera de vídeo digital LEICA, modelo DFC-280, acoplado a um microcomputador com o software Leica IM-50, específico para aquisição e análise de imagens. Para cada táxon identificado as seguintes informações são apresentadas: a) breve descrição e ilustrações (fotomicrografias) baseadas no material analisado. As medidas de diâmetro (diâm.) e comprimento (compr.) das células vegetativas e/ou

Tabela 1. Descrição dos pontos de amostragem, localização e data das coletas das comunidades de macroalgas realizadas na Floresta Nacional de Irati, PR, Brasil.

Ponto de amostragem	Localização	Data de amostragem
01	Localizado a 600 m da estrada principal. Talhão 85. Reflorestamento com <i>P. ellioti</i> . 25°21'28"S; 50°33'30"W	19/07/2005; 2/02/2006
02	Localizado a 100 m da estrada principal. Talhão 79. Floresta nativa de <i>A. angustifolia</i> . 25°21'10"S; 50°34'29"W	20/07/2005; 2/02/2006
03	Córrego da manilha, localizado a 400 m da estrada principal. Talhão 79. Floresta nativa de <i>A. angustifolia</i> . 25°20'57"S; 50°34'10"W	20/07/2005; 2/02/2006
04	Localizado a 50 m da estrada principal. Floresta nativa de <i>A. angustifolia</i> em transição com capoeira. 25°21'12"S; 50°34'56"W	19/07/2005; 3/02/2006
05	Localizado a 20 m da estrada principal. Talhão 94. Reflorestamento de <i>P. taeda</i> e Floresta nativa de <i>A. angustifolia</i> . 25°22'32"S; 50°35'16"W	20/07/2005; 3/02/2006
06	Localizado a 20 m da estrada principal. Talhão 82. Reflorestamento com <i>P. ellioti</i> . 25°23'03"S; 50°35'31"W	20/07/2005; 3/02/2006
07	Localizado nas imediações do viveiro de mudas. Talhão 80. Reflorestamento com <i>A. angustifolia</i> , instalado em 1955. 25°24'16"S; 50°35'28"W	19/07/2005; 2/02/2006
08	Localizado nas imediações do Barbaquá. Talhão 61. Floresta nativa de <i>A. angustifolia</i> . 25°24'02"S; 50°35'28"W	19/07/2005; 2/02/2006
09	Localizado a 400 m da estrada principal nas imediações da linha da Copel 1. Floresta nativa de <i>A. angustifolia</i> . 25°24'02"S; 50°35'28"W	21/07/2005; 4/02/2006
10	Localizado a 2.000 m da estrada principal nas imediações da linha da Copel 2, Floresta nativa de <i>A. angustifolia</i> . 25°22'47"S; 50°35'03"W	21/07/2005; 4/02/2006
11	Localizado nas imediações da antiga caixa d'água. Floresta nativa de <i>A. angustifolia</i> . 25°21'03"S; 50°34'27"W	20/07/2005; 3/02/2006

reprodutivas são apresentadas para todos os táxons, ao passo que a relação comprimento/diâmetro celulares (RC/D) é apresentada, em particular, para as Cyanophyta e as algas verdes da Família Chaetophoraceae, b) comentários, se as considerações taxonômicas forem pertinentes, c) material examinado, indicando o registro das amostras depositadas em herbário, d) distribuição nos pontos de amostragem da Flona de Irati e e) características dos riachos para cada espécie, incluindo valores mínimo, máximo e média de cada variável ambiental analisada. A classificação das espécies em divisões seguiu o sistema de Hoek *et al.* (1995), exceto para Cyanophyta (Komárek & Anagnostidis 1986; 1989; Anagnostidis & Komárek 1988; 1990).

Um conjunto representativo de amostras-testemunho foi incorporado ao Herbário SJRP (Holmgren *et al.* 1990; Holmgren & Holmgren 1993).

As seguintes variáveis ambientais foram medidas em cada coleta (como descrito por Necchi Júnior *et al.* 1995a): temperatura, turbidez, condutividade específica, pH e oxigênio dissolvido; todas tomadas diretamente em campo a partir de uma amostra de água e com o auxílio do analisador de água com sonda multiparâmetros Horiba, U-10. Em adição, foram realizadas medidas de velocidade da correnteza, com o auxílio do fluxômetro mecânico General Oceanics, modelo 2030R e profundidade, utilizando-se uma régua centimétrica. Nutrientes (nitrogênio total, amônio, nitrato, fósforo total, fosfato, ferro e cálcio), cor da água e demanda química de oxigênio (DQO) foram medidos em laboratório, em triplicata, com auxílio do espectrofotômetro Merck, modelo SQ118, e reagentes Merck Spectroquant específicos para cada parâmetro. As amostras utilizadas para a avaliação dos nutrientes foram congeladas imediatamente após a coleta e assim mantidas por, no máximo, 90 dias, quando as análises foram, então, efetivamente realizadas.

Resultados

O levantamento taxonômico das espécies de macroalgas de riachos da Flona de Irati resultou na identificação de 23 táxons. A divisão Chlorophyta foi, entre todas, a melhor representada em termos de número global de táxons (52,2% dos táxons identificados), seguida de Cyanophyta (26,1%), Heterokontophyta (13,0%) e Rhodophyta (8,7%).

Doze espécies (52,2% do total) foram registradas exclusivamente em um único riacho e em apenas uma das datas de amostragem. Em adição, duas outras

espécies (8,7%) ocorreram em único riacho, entretanto, foram coletadas nas duas datas de amostragem.

Entre as algas verdes, grupo predominante, foi observada ampla ocorrência de populações em estado vegetativo. A divisão Chlorophyta também se mostrou como a predominante em termos de distribuição nos pontos de amostragem com presença registrada em oito dos 11 riachos investigados (ocorrência em 73% dos pontos de amostragem). A divisão Cyanophyta ocorreu em sete pontos de amostragem (63%), ao passo que representantes das divisões Rhodophyta e Heterokontophyta foram identificados em seis e quatro pontos de amostragem, respectivamente (55% e 36%).

Seis táxons (26,1% do total - *Tyconema cf. tenue* (Skuja) Anagnostidis & Komárek, *Closterium pusillum* Hantzsch var. *pusillum*, *Epibolium* sp., *Gomphonema gracile* Ehenberg, *Hyalotheca dissiliens* (Smith) Brébisson var. *dissiliens* e *Zygonium* sp.) foram registrados pela primeira vez como parte de comunidades de macroalgas lólicas no Brasil (Necchi Júnior *et al.* 1991; 1995a; 2000; 2003; Necchi Júnior & Pascoaloto 1993; Branco & Necchi Júnior 1996; 1998). Desses, dois (*T. cf. tenue* e *Epibolium* sp.) constituem primeiros registros para o território nacional.

O gênero *Phormidium* Kützing ex Gomont foi o único que apresentou registro de mais de uma espécie (*P. aerugineo-caeruleum* (Gomont) Anagnostidis & Komárek e *P. retzii* (C. Agardh) Gomont).

CYANOPHYTA

OSCILLATORIACEAE

Geitlerinema splendidum (Gomont) Anagnostidis, Pl. Syst. Evol. 164: 33-46, 1989.

Fig. 1

Talo formado por tricomas emaranhados, verde azulado, 2,1-3,3 µm diâm., nitidamente afilado no ápice (probóscide), não-constrito; células com 3,9-6,6 compr., RC/D 1,4-2,8, 1-2 grânulos em cada lado do septo transversal.

Material examinado: SJRP 28242.

Distribuição na Flona de Irati: Ponto 10.

Características dos riachos (n = 2): temperatura da água - 12,4-21,5 °C (\bar{x} = 17), condutividade específica - 19-36 µS.cm⁻¹ (\bar{x} = 27,5), pH - 6,7-7,0 (\bar{x} = 6,8), saturação de oxigênio - 3,5-6,2 mg.l⁻¹ (\bar{x} = 4,8), velocidade da correnteza - 22,8-27,4 cm.s⁻¹ (\bar{x} = 25,1), profundidade - 5,9-12,0 cm (\bar{x} = 8,9), turbidez - 10-13 NTU (\bar{x} = 11,5), N total - 3600-10000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 6800), amônio - 48-61 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 54,5), nitrato - 1000-2700 µg.L⁻¹

(\bar{x} = 1850), P total - 1000-2000 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 1500), fosfato - 30-50 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 40), ferro - 410-1070 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 740), cálcio - 0,2 mg.L^{-1} , DQO - 0,5-5,3 mg.L^{-1} (\bar{x} = 2,9).

PHORMIDIACEAE

Microcoleus subtorulosus (Gomont) Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., Sér. 7, 15: 360, 1892.

Fig. 2

Talo prostrado formado por filamentos emaranhados, verde azulado, verde amarelado ou marrom amarelado; filamentos com pelo menos 4 tricomas por bainha; bainha hialina, espessa, com lamelação paralela; tricomas constrictos, 4,2-5,6(-7) μm diâm.; células freqüentemente mais curtas que largas, 3,7-6,1 μm compr., RC/D 0,8-1,2; conteúdo granuloso (grânulos grandes), verde; célula apical cônico-aguda curta ou cônico-arredondada longa, 5,8-8,9(-12,3) μm compr.

Material examinado: SJRP 28237.

Distribuição na Flona de Irati: Ponto 5.

Características do riacho (n = 1): temperatura da água - 20,6 °C, condutividade específica - 46 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, pH - 7,2, saturação de oxigênio - 5,9 mg.l^{-1} , velocidade da correnteza - 19,2 cm.s^{-1} , profundidade - 6,8 cm, turbidez - 17 NTU, N total - 11000 $\mu\text{g.L}^{-1}$, amônio - 30 $\mu\text{g.L}^{-1}$, nitrato - 2100 $\mu\text{g.L}^{-1}$, P total - 1000 $\mu\text{g.L}^{-1}$, fosfato - 40 $\mu\text{g.L}^{-1}$, ferro - 670 $\mu\text{g.L}^{-1}$, cálcio - 0,2 mg.L^{-1} , DQO - 0,5 mg.L^{-1} .

Phormidium aerugineo-caeruleum (Gomont)

Anagnostidis & Komárek, Algolog. Stud. 50-53: 407, 1988.

Fig. 3

Talo formado por tricomas emaranhados, verde azulado; bainha hialina, espessa, homogênea; tricomas não constrictos, 5,5-7,2 μm diâm.; células mais curtas que largas, 4,2-5,7 μm compr., RC/D 0,6-0,9; conteúdo celular granuloso (grânulos grandes), verde azulado; célula apical cilíndrico-arredondada, 5,3-5,8 μm compr.

Material examinado: SJRP 28238, SJRP 28241.

Distribuição na Flona de Irati: Pontos 6, 9.

Características dos riachos (n = 2): temperatura da água - 13,8-14,5 °C (\bar{x} = 14,1), condutividade específica - 38,0-39,0 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (\bar{x} = 38,5), pH - 6,8-7,1 (\bar{x} = 7,0), saturação de oxigênio - 6,7-6,8 mg.l^{-1} (\bar{x} = 6,75), velocidade da correnteza - 30,1-30,4 cm.s^{-1} (\bar{x} = 30,2), profundidade - 13-19 cm (\bar{x} = 16), turbidez - 5-7 NTU (\bar{x} = 6), N total - 2300-4500 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 3400), amônio - 54,6-93 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 73,8), nitrato - 506,6-3264,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 1885,3), P total - 1000 $\mu\text{g.L}^{-1}$, fosfato - 30-40 $\mu\text{g.L}^{-1}$

(\bar{x} = 35), ferro - 280-460 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 370), cálcio - 0,2-4 mg.L^{-1} (\bar{x} = 2,1), DQO - 0,5-3,1 mg.L^{-1} (\bar{x} = 1,8).

Phormidium retzii (C. Agardh) Gomont, Ann. Sci. Nat, Sér 7, 16: 175, 1892.

Fig. 4

Talo em feixes prostrados, intensamente verde azulado; filamentos emaranhados; bainha hialina, fina, às vezes ausente; tricomas não constrictos, 4,6-8,4(-10) μm diâm.; células desde mais curtas a mais longas que largas, 2,8-8,5(-10,5) μm compr., RC/D 0,3-1,5; conteúdo celular granuloso (grânulos pequenos), verde azulado; septos ocasionalmente granulados; célula apical cilíndrica arredondada ou truncada, 3,9-8,5(-10) μm compr.

Material examinado: SJRP 28237, SJRP 28239, SJRP 28241, SJRP 28243.

Distribuição na Flona de Irati: Pontos 5, 7, 9, 11.

Características dos riachos (n = 6): temperatura da água - 12,0-25,0 °C (\bar{x} = 17,8), condutividade específica - 5,0-54,0 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (\bar{x} = 30,6), pH - 6,0-7,4 (\bar{x} = 6,8), saturação de oxigênio - 4,5-7,3 mg.l^{-1} (\bar{x} = 5,9), velocidade da correnteza - 17,4-56,6 cm.s^{-1} (\bar{x} = 29), profundidade - 6,8-18,1 cm (\bar{x} = 12,1), turbidez - 3-43 NTU (\bar{x} = 14,3), N total - 2300-15000 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 8350), amônio - 31,3-556,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 123,4), nitrato - 300-7000 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 2872,2), P total - 1000-2000 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 1333,3), fosfato - 20-60 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 36,6), ferro - 90-840 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 520,5), cálcio - 0,2-21 mg.L^{-1} (\bar{x} = 4,1), DQO - 3,9-13,9 mg.L^{-1} (\bar{x} = 4,2).

Tychonema cf. tenue (Skuja) Anagnostidis & Komárek, Algolog. Stud. 80: 413, 1988.

Fig. 5

Talo formado por tricomas emaranhados, verde azulado; tricomas não constrictos, 5,5-6,7 μm diâm.; células tanto mais curtas quanto mais longas do que largas, 3,4-7,2 μm compr., RC/D 0,4-1,2; conteúdo celular queratomizado, translúcido; célula apical arredondada, espessamento apical presente.

Comentário: os espécimes analisados apresentaram o conteúdo celular caracteristicamente queratomizado, caráter típico do gênero. As medidas celulares concordam perfeitamente como as descritas para a espécie (Komárek & Anagnostidis 2005). Entretanto, em função do registro de sua ocorrência na literatura (basicamente em águas claras, frias e ácidas de pântanos de países do norte europeu) ser diferente das características do ambiente onde foi coletada, sugere-se que o verdadeiro posicionamento

taxonômico desta população seja reavaliado em estudos mais detalhados.

Material examinado: SJRP 28240.

Distribuição na Flona de Irati: Ponto 8.

Características do riacho (n = 1): temperatura da água - 10,8 °C, condutividade específica - 36,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH - 7,2, saturação de oxigênio - 7,6 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, velocidade da correnteza - 18,2 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, profundidade - 18 cm, turbidez - 16 NTU, N total - 4400 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, amônio - 37 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, nitrato - 1866,7 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, P total - 1000 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, fosfato - 40 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, ferro - 370 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, cálcio - 0,2 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, DQO - 0,5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

SCHIZOTHRICACEAE

Symplocastrum cf. *friesii* (Agardh) Forti, Syll. Myxoph.: 347, 1907.

Fig. 6

Talo composto por filamentos formando feixes, verde-azulado; filamentos com 1-4 tricomas por bainha, 12,5-23,5 μm diâm.; bainha espessa, hialina, em forma de funil, fechada no ápice; tricomas constrictos, 4,5-5,5 μm diâm.; células freqüentemente mais longas que largas, 5,3-10,3 μm compr., RC/D 1-2; conteúdo celular granuloso (grânulos grandes), esverdeado; célula apical cônica ou cilíndrico-arredondada, 6,0-8,4 μm compr.

Comentário: as características morfológicas e métricas do material analisado correspondem perfeitamente com aquelas apresentadas na descrição de *S. friesii* (Komárek & Anagnostidis 2005), entretanto, os registros de ocorrência indicam que esta espécie é de hábito aerofítico e/ou terrestre. Há, por outro lado, anotações de ocorrência da espécie (que necessitam de revisão) tanto em águas paradas como em águas correntes.

Material examinado: SJRP 28243.

Distribuição na Flona de Irati: Ponto 11.

Características do riacho (n = 1): temperatura da água - 18,7 °C, condutividade específica - 12 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH - 5,9, saturação de oxigênio - 5,8 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, velocidade da correnteza - 12,5 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, profundidade - 10,5 cm, turbidez - 11 NTU, N total - 8000 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, amônio - 2,5 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, nitrato - 3000 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, P total - 1000 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, fosfato - 20 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, ferro - 190 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, cálcio - 0,2 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, DQO - 0,5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

CHLOROPHYTA

CHAETOPHORACEAE

Chaetophora attenuata Hazen, Men. Torrey Bot. Club 11: 1902.

Fig. 7-8

Matriz gelatinosa globosa ou tuberculosa, coloração verde clara, consistência firme, 0,2-1,0 cm diâm.; filamentos eretos di ou tricotomicamente ramificados, frouxamente ramificados, não fasciculado no ápice; ramos terminais com ápices fortemente atenuados, freqüentemente setíferos, 12-19(-25) por eixo principal; células do sistema ereto cilíndricas, 23,5-46,9 μm compr., 5,4-8,2 μm diâm., RC/D 4,1-8,6; atenuados em direção ao ápice; cloroplasto formando uma banda parietal mediana nas células da região central e laminar nas células das regiões periféricas da planta, recobrando quase que totalmente a parede celular; sistema basal formado por uma massa de células palmelóides, aproximadamente isodiamétricas, das quais partem os filamentos eretos; rizóides presentes, surgindo das células basais ou dos ramos eretos.

Material examinado: SJRP 28242.

Distribuição na Flona de Irati: Ponto 10.

Características do riacho (n = 1): temperatura da água - 21,7 °C, condutividade específica - 36 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH - 6,7, saturação de oxigênio - 3,5 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, velocidade da correnteza - 22,8 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, profundidade - 5,9 cm, turbidez - 13 NTU, N total - 10000 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, amônio - 48 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, nitrato - 2700 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, P total - 2000 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, fosfato - 50 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, ferro - 1070 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, cálcio - 0,2 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, DQO - 0,5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Draparnaldia mutabilis (Roth) Bory, Ann. Mus. Hist. Nat. 12: 405, 1808.

Fig. 9

Talo envolvido por mucilagem macia, quase fluida, consistindo de filamentos ramificados; eixo principal distinto, formado por células cilíndricas a doliformes, 32,5-122,5 μm compr., 42,5-67,5 μm diâm., RC/D 0,6-2,1; fascículos laterais quase sempre sem raque distinta, ovalados, di ou tricotomicamente ramificados, alternados ou opostos; células dos fascículos cilíndricas, 25,0-35,0 μm compr., 5,0-10,0 μm compr., RC/D 2-7; cloroplastos fimbriados, tipicamente formando uma banda mediana nas células do eixo principal e laminar nas células dos fascículos laterais, recobrando quase que totalmente a parede celular; células terminais dos fascículos acuminadas ou rombudas; pêlos multicelulares ausentes; sistema basal formado por uma massa profusa de rizóides ramificados.

Material examinado: SJRP 28239.

Distribuição na Flona de Irati: Ponto 7.

Características do riacho (n = 1): temperatura da água - 25,0 °C, condutividade específica - 30 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH - 6,8, saturação de oxigênio - 5,7 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, velocidade

da correnteza - 43,0 cm.s⁻¹, profundidade - 7,9 cm, turbidez - 3 NTU, N total - 13000 µg.L⁻¹, amônio - 31 µg.L⁻¹, nitrato - 3100 µg.L⁻¹, P total - 2000 µg.L⁻¹, fosfato - 60 µg.L⁻¹, ferro - 840 µg.L⁻¹, cálcio - 21 mg.L⁻¹, DQO - 0,5 mg.L⁻¹.

Stigeoclonium amoenum Kützing, Phyc. Gen.: 1918, 1845.

Fig. 10-11

Plantas de coloração verde brilhante; sistema prostrado composto exclusivamente por massa profusa de rizóides; sistema ereto bem desenvolvido, células do eixo principal diferenciadas em dois tipos distintos, longas e curtas, as últimas normalmente produtoras de ramos laterais primários; regiões de ramificação formadas por 2-3(-4) células curtas em seqüência; células longas, cilíndricas, 13,6-47,5 µm compr., 9,1-15,4 µm diâm., RC/D 1,3-3,7; células curtas, cilíndricas a quadráticas, 15,0-25,0 µm compr., 10,0-15,0 µm diâm., RC/D 1-2,2; ramificações alternadas, opostas, freqüentemente com duas ramificações a partir de uma mesma célula curta; ramos laterais formados por células cilíndricas; ápices dos ramos principais acuminados, pêlos ocasionais; cloroplasto parietal em forma de banda mediana nas células da região central e laminar nas células da região periférica da planta, recobrando quase que totalmente a parede celular; células do eixo principal formam filamentos multisseriados na produção dos zoósporos.

Material examinado: SJRP 28239, SJRP 28241.

Distribuição na Flona de Irati: Pontos 7, 9.

Características dos riachos (n = 2): temperatura da água - 13,8-25 °C (\bar{x} = 19,4), condutividade específica - 30-39 µS.cm⁻¹ (\bar{x} = 34,5), pH - 6,8, saturação de oxigênio 5,7-6,8 mg.l⁻¹ (\bar{x} = 6,2), velocidade da correnteza - 30-43 cm.s⁻¹ (\bar{x} = 36,5), profundidade - 7,9-19 cm (\bar{x} = 13,4), turbidez - 3-5 NTU (\bar{x} = 4), N total - 4500-13000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 8750), amônio - 31-93 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 62), nitrato - 3100-3264,1 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 3182), P total - 1000-2000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 1500), fosfato - 30-60 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 45), ferro - 280-840 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 560), cálcio - 4-21 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 12,5), DQO - 0,5-3,1 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 1,8).

OEDOGONIACEAE

Bulbochaete sp.

Fig. 12

Filamentos unisseriados e ramificados formando tufos; células cilíndricas possuindo pêlos de comprimento variável e base em forma de bulbo cônico,

11,6-15,8 µm diâm., 26,1-44,0 µm compr.; oogônio e anterídio não observados.

Material examinado: SJRP 28242.

Comentários: observou-se apenas a ocorrência de espécimes estéreis, inviabilizando, portanto, a identificação em nível específico. Parte da amostra coletada foi mantida viva em temperatura e luminosidade ambientes, na tentativa de se induzir a formação de estruturas de reprodução, entretanto, sem sucesso.

Distribuição na Flona de Irati: Ponto 10.

Características do riacho (n = 1): temperatura da água - 12,4 °C, condutividade específica - 19 µS.cm⁻¹, pH - 7,0, saturação de oxigênio - 6,3 mg.l⁻¹, velocidade da correnteza - 27,4 cm.s⁻¹, profundidade - 12 cm, turbidez - 10 NTU, N total - 3600 µg.L⁻¹, amônio - 61 µg.L⁻¹, nitrato - 1000 µg.L⁻¹, P total - 1000 µg.L⁻¹, fosfato - 30 µg.L⁻¹, ferro - 410 µg.L⁻¹, cálcio - 0,2 mg.L⁻¹, DQO - 5,3 mg.L⁻¹.

Oedogonium sp.

Fig. 13

Filamentos formando emaranhados; células cilíndricas, levemente constrictas nos septos, 12,5-45,0 µm diam., (15-)21,4-102,0 µm compr.; oogônio e anterídio não observados.

Comentários: observou-se apenas a ocorrência de espécimes estéreis, inviabilizando, portanto, a identificação em nível específico. Parte das amostras coletadas foi mantida viva em temperatura e luminosidade ambientes, na tentativa de se induzir a formação de estruturas de reprodução, entretanto, sem sucesso.

Material examinado: SJRP 28238, SJRP 28239, SJRP 28240, SJRP 28242.

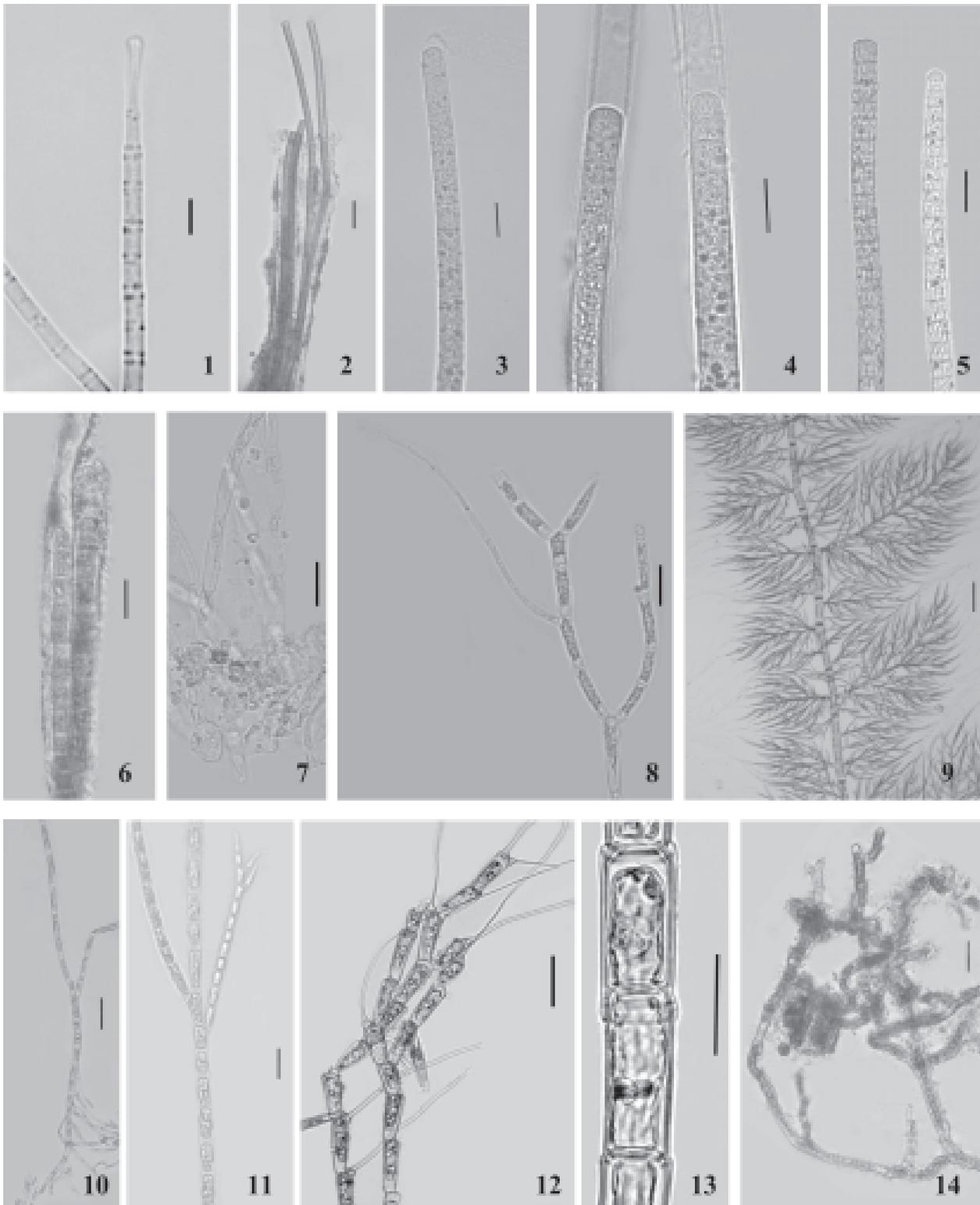
Distribuição na Flona de Irati: Pontos 6, 7, 8, 10.

Características dos riachos (n = 4): temperatura da água - 10,8-25,0 °C (\bar{x} = 15,6), condutividade específica - 19-38 µS.cm⁻¹ (\bar{x} = 30,7), pH - 6,7-7,2 (\bar{x} = 7,0), saturação de oxigênio - 5,7-7,6 mg.l⁻¹ (\bar{x} = 6,5), velocidade da correnteza - 18,3-43,0 cm.s⁻¹ (\bar{x} = 29,7), profundidade - 7,9-18 cm (\bar{x} = 12,9), turbidez - 3-16 NTU (\bar{x} = 9), N total - 2300-13000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 5825), amônio - 31-61 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 45,9), nitrato - 506,6-3100 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 1618,3), P total - 1000-2000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 1250), fosfato - 30-60 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 42,5), ferro - 370-840 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 520), cálcio - 0,2-21 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 5,4), DQO - 0,5-5,3 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 1,7).

TRENTEPOHLIACEAE

Epibolium sp.

Fig. 14



Figuras 1-14. Fotomicrografias das espécies de macroalgas identificadas nos riachos da Floresta Nacional de Irati, PR, Brasil. 1. *Geitlerinema splendidum* (Gomont) Anagnostidis. 2. *Microcoleus subtorulosus* (Gomont) Gomont. 3. *Phormidium aerugineo-caeruleum* (Gomont) Anagnostidis & Komárek. 4. *Phormidium retzii* (C. Agardh) Gomont. 5. *Tychonema cf. tenue* (Skuja) Anagnostidis & Komárek. 6. *Symplocastrum cf. friesii* (Agardh) Forti. 7-8. *Chaetophora attenuata* Hazen: 7. Tricoma atenuado. 8. Células palmelóides basais. 9. *Draparnaldia mutabilis* (Roth) Bory. 10-11. *Stigeoclonium amoenum* Kützing: 10. Células de onde partem ramificações. 11. Rizóides. 12. *Bulbochaete* sp. 13. *Oedogonium* sp. 14. *Epibolium* sp. Barras = 100 µm fig. 9; 50 µm fig. 11-12; 20 µm fig. 2, 7-8, 10, 13-14; 10 µm fig. 3-6; 5 µm fig. 1.

Talo epifítico, verde, sem mucilagem, crescendo sobre plantas aquáticas, formado por filamentos reptantes ramificados, espalhados, algumas vezes formando anastomoses ou discos irregulares; ápice dos ramos sem pêlos, truncados; células cilíndricas, as vezes irregulares, 5,7-16,2 μm diâm., 16,7-46,1 μm compr.; cloroplastos parietais com 1 ou 2 pirenóides.

Comentário: o material coletado na Flona de Irati apresentou características morfológicas perfeitamente concordantes com aquelas descritas por Printz (1915) para este gênero de ocorrência rara em águas correntes do mundo (Sarma 1986). Da mesma forma, o material estudado mostrou características, incluindo as de caráter ambiental (p.ex., ocorrência sobre plantas aquáticas em ambientes de água doce), perfeitamente de acordo com a descrição de *E. dermaticola* Printz, reportado por Sarma (1986) para as águas doces da Nova Zelândia. Entretanto, as medidas celulares mostraram diferenças evidentes e significativas: diâmetro e o comprimento celulares do material examinado foram maiores do que o descrito por Sarma (1986). Considerando que o gênero abriga outras espécies de água doce, novas análises microscópicas, associadas a um estudo comparativo mais aprofundado a partir de material de literatura, terão que ser realizados para que se possa identificar a espécie.

Material examinado: SJRP 28243.

Distribuição na Flona de Irati: Ponto 11.

Características do riacho (n = 1): temperatura da água - 18,7 °C, condutividade específica - 12 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, pH - 5,9, saturação de oxigênio - 5,8 mg.l^{-1} , velocidade da correnteza - 12,5 cm.s^{-1} , profundidade - 10,5 cm, turbidez - 11 NTU, N total - 8000 $\mu\text{g.L}^{-1}$, amônio - 2,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$, nitrato - 3000 $\mu\text{g.L}^{-1}$, P total - 1000 $\mu\text{g.L}^{-1}$, fosfato - 20 $\mu\text{g.L}^{-1}$, ferro - 190 $\mu\text{g.L}^{-1}$, cálcio - 0,2 mg.L^{-1} , DQO - 0,5 mg.L^{-1} .

DESMIDIACEAE

Closterium pusillum Hantzsch var. *pusillum*, Algae Europ. Exsic.: 1008, 1861.

Fig. 15

Talo formado por uma colônia gelatinosa, geralmente globosa, 0,5-2,5 cm de diâm.; células semi-lunadas, 4,8-7,3 vezes mais longas que largas, ligeiramente curvada (ca. 50° de arco), 9,6-11,1 μm diâm., 51,2-70,9 μm compr., margem dorsal convexa, margem ventral ligeiramente côncava, pólos arredondado-truncados, parede celular lisa, incolor com espessamento polar; cloroplastídio axial, 2 pirenóides dispostos em série mediana por semi-célula; vacúolo terminal.

Material examinado: SJRP 28239.

Distribuição na Flona de Irati: Ponto 7.

Características do riacho (n = 1): temperatura da água - 25,0 °C, condutividade específica - 30 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, pH - 6,8, saturação de oxigênio - 5,7 mg.l^{-1} , velocidade da correnteza - 43,0 cm.s^{-1} , profundidade - 7,9 cm, turbidez - 3 NTU, N total - 13000 $\mu\text{g.L}^{-1}$, amônio - 31 $\mu\text{g.L}^{-1}$, nitrato - 3100 $\mu\text{g.L}^{-1}$, P total - 2000 $\mu\text{g.L}^{-1}$, fosfato - 60 $\mu\text{g.L}^{-1}$, ferro - 840 $\mu\text{g.L}^{-1}$, cálcio - 21 mg.L^{-1} , DQO - 0,5 mg.L^{-1} .

Hyalotheca dissiliens (Smith) Brébisson var. *dissiliens*, British Demidieae 51: 1848.

Fig. 16

Talo formado por filamentos unisseriados emaranhados; filamentos não torcidos, constrição mediana pouco pronunciada, às vezes imperceptível; células mais ou menos cilíndricas, 1,4-1,7 vez mais largas do que longas, 26,2-28,4 μm diâm., (13,0-)15,1-20,1 μm compr.; semi-células transversalmente oblongas, margens laterais retas a levemente convexas, margem apical amplamente truncada, parede celular lisa, incolor.

Material examinado: SJRP 28236.

Distribuição na Flona de Irati: Ponto 4.

Características do riacho (n = 1): temperatura da água - 13,8 °C, condutividade específica - 31 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, pH - 7,2, saturação de oxigênio 7,5 mg.l^{-1} , velocidade da correnteza - 68,2 cm.s^{-1} , profundidade - 23 cm, turbidez - 16 NTU, N total - 2300 $\mu\text{g.L}^{-1}$, amônio - 2,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$, nitrato - 1166 $\mu\text{g.L}^{-1}$, P total - 1000 $\mu\text{g.L}^{-1}$, fosfato - 30 $\mu\text{g.L}^{-1}$, ferro - 1026 $\mu\text{g.L}^{-1}$, cálcio - 0,2 mg.L^{-1} , DQO - 4,2 mg.L^{-1} .

ZYGNEMACEAE

Mougeotia sp.

Fig. 17

Filamentos formando emaranhados; células cilíndricas, 11,7-26,7 μm diâm., 91,0-227,5 μm compr.; zigósporos não observados.

Comentários: observou-se apenas a ocorrência de espécimes estéreis, inviabilizando, portanto, a identificação em nível específico.

Material examinado: SJRP 28238, SJRP 28239, SJRP 28240, SJRP 28241, SJRP 28242.

Distribuição na Flona de Irati: Pontos 6, 7, 8, 9, 10.

Características dos riachos (n = 6): temperatura da água - 12,4-24,0 °C (\bar{x} = 19,9), condutividade específica - 19-60 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (\bar{x} = 41,8), pH - 6,7-7,3

(\bar{x} = 7,0), saturação de oxigênio - 4,5-6,2 mg.l⁻¹ (\bar{x} = 5,7), velocidade da correnteza - 11,4-30,4 cm.s⁻¹ (\bar{x} = 24,6), profundidade - 8,4-18,1 cm (\bar{x} = 12,5), turbidez - 1-12 NTU (\bar{x} = 7,5), N total - 2300-17000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 10150), amônio - 17-121 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 51,6), nitrato - 506,6-7300 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 3817,7), P total - 1000-2000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 1166,6), fosfato - 20-60 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 36,6), ferro - 410-840 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 590), cálcio - 0,2-21 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 5,2), DQO - 0,5-5,3 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 1,3).

Spirogyra sp.

Fig. 18

Filamentos formando emaranhados; células cilíndricas, 21,9-75,0 µm diâm., 74,7-217,4 µm compr.; zigósporos não observados.

Comentários: observou-se apenas a ocorrência de espécimes estéreis, inviabilizando, portanto, a identificação em nível específico.

Material examinado: SJRP 28235, SJRP 28239, SJRP 28240, SJRP 28242.

Distribuição na Flona de Irati: Pontos 3, 7, 8, 10.

Características dos riachos (n = 4): temperatura da água - 12,4-25,0 °C (\bar{x} = 18,8), condutividade específica - 18-60 µS.cm⁻¹ (\bar{x} = 31,7), pH - 6,8-7,1 (\bar{x} = 6,9), saturação de oxigênio - 5,6-6,2 mg.l⁻¹ (\bar{x} = 5,9), velocidade da correnteza - 11,4-43,0 cm.s⁻¹ (\bar{x} = 24,4), profundidade - 7,9-12 cm (\bar{x} = 9,1), turbidez - 1-10 NTU (\bar{x} = 5,7), N total - 3600-17000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 9575), amônio - 2,5-121 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 53,8), nitrato - 1000-4000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 2375), P total - 1000-2000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 1250), fosfato - 30-60 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 40), ferro - 410-840 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 607,5), cálcio - 0,2-21 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 10), DQO - 0,5-5,3 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 1,7).

Zygnema sp.

Fig. 19

Filamentos formando emaranhados; células cilíndricas, 14,5-18,9 µm diâm., 22,6-40,5 µm compr.; zigósporos não observados.

Comentários: observou-se apenas a ocorrência de espécimes estéreis, inviabilizando, portanto, a identificação em nível específico. A população estudada apresentou uma relativa variação na forma do cloroplasto, sendo encontrado desde o típico padrão estrelado até formas globulares (almofada), muito semelhantes aos encontrados em *Zygonium* Kützing. Por vezes, tais variações foram observadas em células de um mesmo filamento. Considerando-se que o material estudado estava estéril (e, portanto, impossibilitando a precisa separação dos gêneros), a identificação em nível genérico baseou-se na predominância de plastídios estrelados.

Material examinado: SJRP 28239.

Distribuição na Flona de Irati: Ponto 7.

Características do riacho (n = 1): temperatura da água - 12,0 °C, condutividade específica - 17 µS.cm⁻¹, pH - 6,7, saturação de oxigênio - 6,4 mg.l⁻¹, velocidade da correnteza - 56,6 cm.s⁻¹, profundidade - 12 cm, turbidez - 43 NTU, N total - 4600 µg.L⁻¹, amônio - 556,6 µg.L⁻¹, nitrato - 2700 µg.L⁻¹, P total - 2000 µg.L⁻¹, fosfato - 60 µg.L⁻¹, ferro - 633,3 µg.L⁻¹, cálcio - 1 mg.L⁻¹, DQO - 13,9 mg.L⁻¹.

Zygonium sp.

Fig. 20

Filamentos formando emaranhados; células cilíndricas, 13,6-18,9 µm diâm., 21,5-47,9 µm compr.; zigósporos não observados.

Comentários: observou-se apenas a ocorrência de espécimes estéreis, inviabilizando, portanto, a identificação em nível específico. Da mesma forma que o descrito acima para o gênero *Zygnema* C. Agardh, as populações estudadas apresentaram ampla variação, intra e interpopulacional, na forma dos plastos. Entretanto, em tais populações observou-se predominância de cloroplastos globulares semelhantes a almofadas. As análises dos aspectos vegetativos das populações de *Zygonium* Kützing, bem como da população de *Zygnema*, sugerem que os referidos gêneros apresentam perfis morfométricos com ampla sobreposição, sendo recomendado maiores estudos para que se possa complementar as suas respectivas circunscrições taxonômicas.

Material examinado: SJRP 28235, SJRP 28242.

Distribuição na Flona de Irati: Pontos 3, 10.

Características dos riachos (n = 2): temperatura da água - 12,4-21,0 °C (\bar{x} = 16,7), condutividade específica - 19-30 µS.cm⁻¹ (\bar{x} = 24,5), pH - 6,6-7,0 (\bar{x} = 6,8), saturação de oxigênio - 5,4-6,3 mg.l⁻¹ (\bar{x} = 5,8), velocidade da correnteza - 15,1-27,4 cm.s⁻¹ (\bar{x} = 21,2), profundidade - 5,6-12 cm (\bar{x} = 8,8), turbidez - 1-10 NTU (\bar{x} = 5,5), N total - 3600-20000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 11800), amônio - 36-61 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 48,5), nitrato - 1000-2900 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 1950), P total - 1000 µg.L⁻¹, fosfato - 20-30 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 25), ferro - 410-970 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 690), cálcio - 0,2-21 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 10,6), DQO - 0,5-5,3 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 2,9).

HETEROKONTOPHYTA

GOMPHONEMACEAE

Gomphonema gracile Ehenberg, Infus.: 27, 1838.

Fig. 21

Talo formado por colônia gelatinosa; células presas ao substrato através de filamentos mucilaginosos; valvas lineares a lanceoladas; extremidades apicais rostradas a capitadas; estrias unisseriadas; eixo apical 45,4-80,7 µm; eixo transapical 9,5-13,6 µm; 12-13 estrias em 10 µm.

Material examinado: SJRP 28238, SJRP 28239, SJRP 28242.

Distribuição na Flona de Irati: Pontos 6, 7, 10.

Características dos riachos (n = 3): temperatura da água - 21,7-25,0 °C (\bar{x} = 23,3), condutividade específica - 30-50 µS.cm⁻¹ (\bar{x} = 38,6), pH - 6,7-7,3 (\bar{x} = 7,0), saturação de oxigênio - 3,5-5,8 mg.l⁻¹ (\bar{x} = 5,0), velocidade da correnteza - 18,4-43,0 cm.s⁻¹ (\bar{x} = 28,0), profundidade - 5,9-11,6 cm (\bar{x} = 8,4), turbidez - 3-13 NTU (\bar{x} = 9,3), N total - 10000-13000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 11000), amônio - 17-48 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 32), nitrato - 2700-7300 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 4366,6), P total - 1000-2000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 1666,6), fosfato - 30-60 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 46,6), ferro - 450-1070 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 786,6), cálcio - 0,2-21 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 7,1), DQO - 0,5 mg.L⁻¹.

FRAGILARIACEAE

Ulnaria ulna (Nitzsch) P. Compère, Stud. Diat.: 100, 2001.

Fig. 22

Valvas lineares a linear-lanceoladas; sem constrição mediana; extremidades rostradas a subcapitadas; área axial linear; área central retangular; estrias paralelas, justapostas a outra margem; eixo apical 69,8-161,2 µm; eixo transapical 5,1-6,5 µm; 10-14 estrias em 10 µm.

Material examinado: SJRP 28239, SJRP 28240, SJRP 28242.

Distribuição na Flona de Irati: Pontos 7, 8, 10.

Características dos riachos (n = 5): temperatura da água - 10,8-25,0 °C (\bar{x} = 18,7), condutividade específica - 19-60 µS.cm⁻¹ (\bar{x} = 36,2), pH - 6,7-7,2 (\bar{x} = 6,9), saturação de oxigênio - 3,5-7,6 mg.l⁻¹ (\bar{x} = 5,7), velocidade da correnteza - 11,4-43,0 cm.s⁻¹ (\bar{x} = 24,5), profundidade - 5,9-18,3 cm (\bar{x} = 10,5), turbidez - 1-16 NTU (\bar{x} = 8,6), N total - 3600-17000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 9600), amônio - 31-121 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 59,6), nitrato - 1000-4000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 2533,3), P total - 1000-2000 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 1400), fosfato - 30-60 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 44), ferro - 370-1070 µg.L⁻¹ (\bar{x} = 688), cálcio - 0,2-21 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 5,92), DQO - 0,5-5,3 mg.L⁻¹ (\bar{x} = 1,4).

VAUCHERACEAE

Vaucheria sp.

Fig. 23

Talo formando densos emaranhados de filamentos sifonáceos; sífões estéreis, escassamente ramificados, 65,3-83,5 µm diâm.; oogônios e anterídios não observados.

Material examinado: SJRP 28239.

Distribuição na Flona de Irati: Ponto 7.

Características do riacho (n = 1): temperatura da água - 12,0 °C, condutividade específica - 17 µS.cm⁻¹, pH - 6,7, saturação de oxigênio - 6,4 mg.l⁻¹, velocidade da correnteza - 56,6 cm.s⁻¹, profundidade - 12 cm, turbidez - 43 NTU, N total - 4600 µg.L⁻¹, amônio - 556,6 µg.L⁻¹, nitrato - 2700 µg.L⁻¹, P total - 2000 µg.L⁻¹, fosfato - 60 µg.L⁻¹, ferro - 633,3 µg.L⁻¹, cálcio - 1 mg.L⁻¹, DQO - 13,9 mg.L⁻¹.

RHODOPHYTA

BATRACHOSPERMACEAE

Batrachospermum sirodotii Skuja ex. Flint, Am. J. Bot. 37: 755, 1950.

Fig. 24-25

Planta monóica, moderadamente mucilaginosa; ramificação irregular abundante; verticilos esféricos, contíguos ou separados, 250-650 µm diâm.; internó 200-650 µm compr.; célula basal ovóide ou cilíndrica; córtex bem desenvolvido; ramos primários 6-10 células; ramos secundários numerosos, retos ou levemente curvos, inclinados sobre o internó; espermatângios esféricos, terminais, 5-7 µm diâm.; ramo que sustenta o carpogônio reto ou curvo; filamentos bractéoides poucos, curtos, 1-4 células; carpogônio 35-70 µm compr.; tricogínio cilíndrico, pedicelado; carposporófito central, semi-esférico, menor que o raio do verticilo.

Comentário: a descrição do material encontrado na Flona de Irati concorda perfeitamente com a descrição apresentada por Necchi Júnior (1990), como *B. virgatum* (Kützinger) Sirodot.

Material examinado: SJRP 28239, SJRP 28241.

Distribuição na Flona de Irati: Pontos 7, 9.

Características dos riachos (n = 4): temperatura da água - 12,0-25,0 °C (\bar{x} = 17,7), condutividade específica - 17-54 µS.cm⁻¹ (\bar{x} = 35), pH - 6,7-6,8 (\bar{x} = 6,7), saturação de oxigênio - 4,5-6,8 mg.l⁻¹ (\bar{x} = 5,8), velocidade da correnteza - 17,1-56,6 cm.s⁻¹ (\bar{x} = 36,6), profundidade - 7,9-18,9 cm (\bar{x} = 14,2), turbidez - 3-43 NTU (\bar{x} = 15,7), N total -

4500-15000 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 9275), amônio - 25-556,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 176,4), nitrato - 2700-7000 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 4016), P total - 1000-2000 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 1500), fosfato - 20-60 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 42,5), ferro - 280-840 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 595,8), cálcio - 1-21 mg.L^{-1} (\bar{x} = 7), DQO - 0,5-13,9 mg.L^{-1} (\bar{x} = 4,5).

Estágio “Chantransia” de *Batrachospermum* sp.
Fig. 26

Planta azulada; sistema basal bem desenvolvido formado por filamentos rizoidais; filamento composto de células cilíndricas, 11,5-76,8 μm compr., 7,2-29,2 μm diâm.; ramificações se desenvolvendo em ângulos <25° com o eixo principal; monosporângios esféricos ou obovóides, 14,1-23,3 μm diâm.

Material examinado: SJRP 28234, SJRP 28236, SJRP 28239, SJRP 28240, SJRP 28241.

Distribuição na Flona de Irati: Pontos 2, 4, 7, 8, 9. Características dos riachos (n = 6): temperatura da água - 12,0-25,0 °C (\bar{x} = 20,9), condutividade específica - 17-60 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (\bar{x} = 44), pH - 6,7-7,1 (\bar{x} = 6,8), saturação de oxigênio - 4,5-6,8 mg.l^{-1} (\bar{x} = 5,9), velocidade da correnteza - 3,3-56,6 cm.s^{-1} (\bar{x} = 24,1), profundidade - 3,3-18,1 cm (\bar{x} = 10,8), turbidez - 1-43 NTU (\bar{x} = 12,3), N total - 4600-17000 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 11600), amônio - 25-556,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 163,2), nitrato - 2100-7000 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 3650), P total - 1000-3000 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 1666,6), fosfato - 20-90 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 51,6), ferro - 590-930 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (\bar{x} = 728,8), cálcio - 1-21 mg.L^{-1} (\bar{x} = 9,6), DQO - 0,5-13,9 mg.L^{-1} (\bar{x} = 2,7).

HILDENBRANDIACEAE

Hildenbrandia angolensis Welwitsch ex W. West et G.S. West, J. Bot. 35: 3, 1897.

Fig. 27

Plantas crostosas, fortemente aderidas ao substrato, formando manchas circulares ou irregulares, vermelho-escuras, 1,0-2,5 cm diâm.; talo formado por filamentos prostrados, ramificados e de crescimento indeterminado; filamentos eretos curtos, pouco ramificados, densamente agregados, 6-15 células esféricas ou cúbicas ou cilíndricas, 3,5-4,4 μm diâm., 7,0-9,0 μm compr.

Comentário: as características gerais do material analisado concordam precisamente com a descrição de *H. angolensis* apresentada por Necchi Júnior (1987), como *H. rivularis* (Liebmann) J. Agardh. Entretanto, a medida celular do material estudado é consideravelmente menor do que aquelas dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo (5-9 μm , 6-10 μm , respectiva-

mente). Considerando que a outra espécie do gênero que ocorre em águas continentais (*H. rivularis*) têm dimensões muito maiores e ocorre apenas na Europa (Sheath *et al.* 1993), entendemos que as diferenças nas medidas celulares podem ser consideradas como ampliações dos limites morfométricos da espécie.

Material examinado: SJRP 28233.

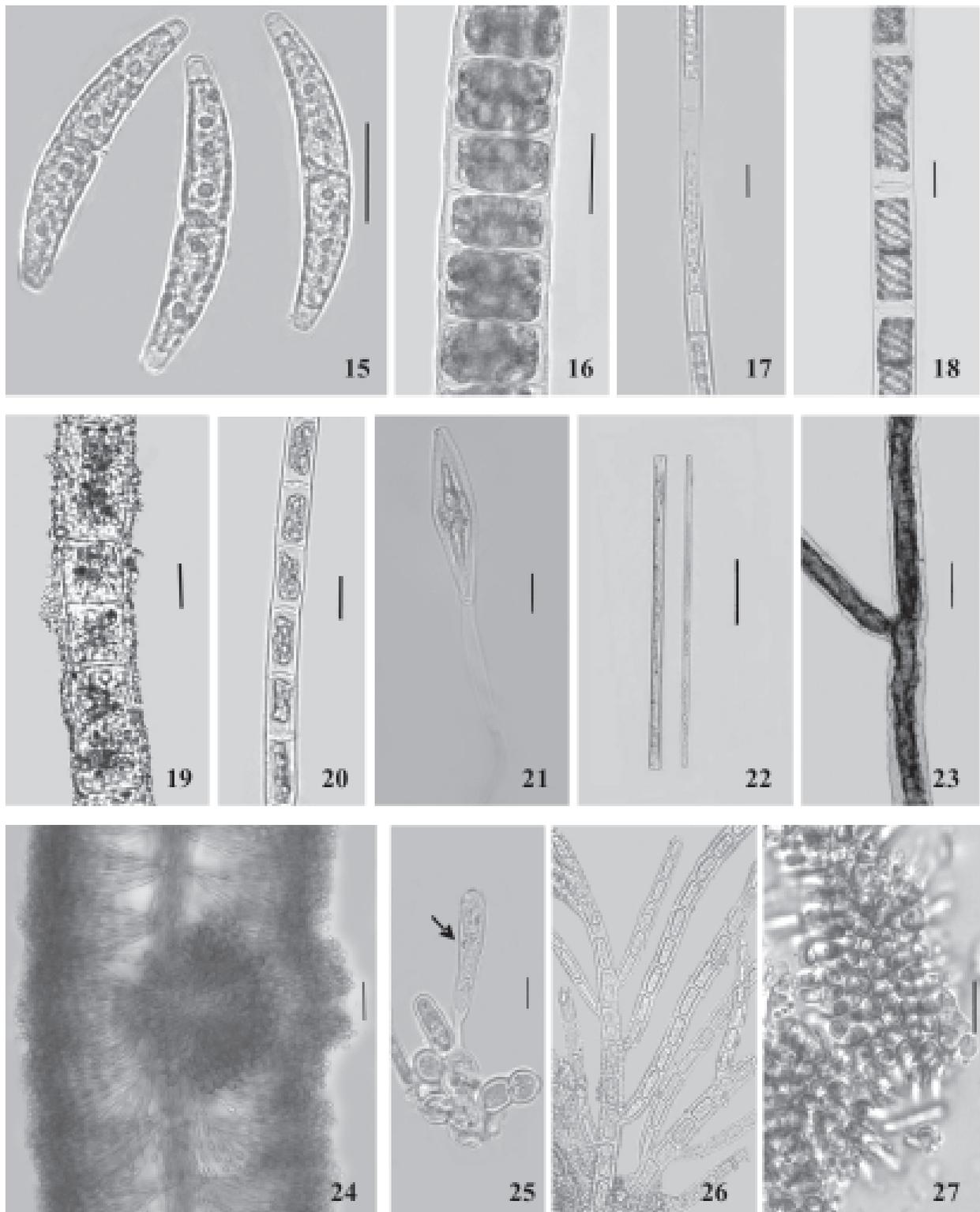
Distribuição na Flona de Irati: Ponto 1.

Características do riacho (n = 1): temperatura da água - 18,0 °C, condutividade específica - 30 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, pH - 6,5, saturação de oxigênio - 6,1 mg.l^{-1} , velocidade da correnteza - 17,5 cm.s^{-1} , profundidade - 12,3 cm , turbidez - 1 NTU, N total - 6000 $\mu\text{g.L}^{-1}$, amônio - 9 $\mu\text{g.L}^{-1}$, nitrato - 4600 $\mu\text{g.L}^{-1}$, P total - 1000 $\mu\text{g.L}^{-1}$, fosfato - 30 $\mu\text{g.L}^{-1}$, ferro - 60 $\mu\text{g.L}^{-1}$, cálcio - 9 mg.L^{-1} , DQO - 0,5 mg.L^{-1} .

Discussão

A composição florística da comunidade de macroalgas da Floresta Nacional de Irati foi representada por 23 táxons, entre os quais alguns têm sido recorrentemente reportados em estudos conduzidos em diversas regiões do globo. Entre as cianofíceas, por exemplo, *Phormidium retzii* (C. Agardh) Gomont foi frequentemente encontrada não só em outras regiões do Brasil como também em outras partes do mundo (Branco *et al.* 1999). Sheath & Cole (1992) estudaram as comunidades de macroalgas de 1.000 riachos da América do Norte e encontraram *P. retzii* como sendo a espécie mais bem distribuída entre as inventariadas. Similarmente, Branco *et al.* (1999) também reportaram a referida espécie como sendo a de maior ocorrência entre as comunidades de macroalgas de ambientes lóticos do Estado de São Paulo. Assim como *P. retzii*, outras algas identificadas na Flona de Irati (ca. de 80% do total) foram encontradas anteriormente em estudos enfocando as comunidades de macroalgas lóticas do Brasil e de outras partes do mundo (Sheath *et al.* 1986; 1988; 1989; 1996; Necchi Júnior *et al.* 1991; 1995a; 2000; Sheath & Cole 1992; Necchi Júnior & Pascoaloto 1993; Branco & Necchi Júnior 1996; 1998; Sherwood & Sheath 1999; 2000; Verb & Vis 2001; Filkin *et al.* 2003; Sherwood 2004).

Por outro lado, alguns táxons inventariados podem ser considerados como sendo pouco conhecidos ou, até mesmo, novos para a ciência. Neste contexto, *Symplocastrum cf. friesii* (Agardh) Forti e *Tychonema cf. tenue* (Skuja) Anagnostidis & Komárek representam táxons de ocorrência rara em águas correntes do



Figuras 15-27. 15. *Closterium pusillum* Hantzsch var. *pusillum*. 16. *Hyalotheca dissiliens* (Smith) Brébisson var. *dissiliens*. 17. *Mougeotia* sp. 18. *Spirogyra* sp. 19. *Zygnema* sp. 20. *Zygogonium* sp. 21. *Gomphonema gracile* Ehenberg. 22. *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P. Compère. 23. *Vaucheria* sp. 24-25. *Batrachospermum sirodotii* Skuja ex. Flint: 24. Carposporófito. 25. Tricogíneo (seta). 26. Estágio “Chantransia”. 27. *Hildendrandia angolensis* Welwitsch ex W. West et G.S. West. Barras = 50 µm fig. 18, 22-24; 20 µm fig. 15-17, 19-20, 26; 10 µm fig. 21, 25, 27.

Brasil. *S. cf. friesii* foi reportada como componente da comunidade de macroalgas uma única vez em riachos brasileiros (Branco *et al.* 1999, como *Schizothrix cf. friesii*), ao passo que *T. cf. tenue* é registrada pela primeira vez. *Closterium pusillum* Hantzsch var. *pusillum* e *Hyalotheca dissiliens* (Smith) Brébisson var. *dissiliens*, espécies de ocorrência relativamente comum no fitoplâncton e perifíton, também foram poucas vezes citadas como tendo crescimento macroscópico bentônico evidente em águas correntes brasileiras, embora esta última tenha sido citada anteriormente como uma macroalga para a América do Norte (Sheath & Cole 1992). No mesmo sentido, deve-se fazer o registro da alga vermelha incrustante *Hildenbrandia angolensis* Welwitsch ex W. West et G.S. West, que apesar da ampla ocorrência em termos biogeográficos (Necchi Júnior 1987; Sheath *et al.* 1993), é raramente encontrada em riachos brasileiros. Entretanto, a composição das comunidades de macroalgas da Flona de Irati diferencia-se de forma mais marcante pela ocorrência de uma população que, aparentemente, representa novidade para a ciência. No Ponto 11 foi encontrada uma população da alga verde filamentosa ramificada nunca registrada para o Brasil, *Epibolium* sp. Os espécimes analisados estão perfeitamente de acordo com as características morfológicas do gênero, contudo, as características morfométricas indicam que são necessários estudos mais detalhados para se chegar a uma identificação específica precisa.

Os resultados do estudo taxonômico, de certa forma, confirmam a hipótese inicial estabelecida para o presente estudo, já que as comunidades de macroalgas da Flona de Irati apresentaram uma composição florística relativamente distinta daquelas registradas anteriormente, com a ocorrência de táxons raros para ambientes lóticos brasileiros, além de um táxon potencialmente desconhecido da ciência. Estes resultados, por si só, sugerem que as comunidades de macroalgas lóticas brasileiras são ainda pouco conhecidas e, desta forma, recomenda-se fortemente a realização de mais estudos em outras regiões geográficas ou biomas do país para que se possa compreender melhor a biodiversidade e a biogeografia destas comunidades algais, que constituem importantes produtores primários em águas correntes.

Agradecimentos

Este estudo recebeu apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

(FAPESP), Auxílio à Pesquisa (Proc. 04/09996-2) e pela bolsa de IC para RGE (05/01012-6). Os autores agradecem ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), pela autorização para a realização do projeto; ao corpo de funcionário da Floresta Nacional de Irati, em especial ao Biólogo Ademar Luis Brandalise, pela colaboração e pela cessão das dependências da unidade de conservação durante as amostragens; a Rogério Antônio Kuprek e a Cleto Kaveski Peres, pelo valioso auxílio nos trabalhos de campo; a Priscila Tremarim, pelo auxílio nas identificações das diatomáceas.

Referências bibliográficas

- Biggs, B.J.F. 1990. Periphyton communities and their environments in New Zealand rivers. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research** 24: 367-386.
- Biggs, B.J.F. & Price, G.M.A. 1987. A survey of filamentous algal proliferation in New Zealand rivers. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research** 21: 175-191.
- Branco, C.C.Z. & Necchi Júnior, O. 1996. Survey of stream macroalgae of eastern Atlantic Rainforest of São Paulo State, southeastern Brazil. **Algological Studies** 80: 35-57.
- Branco, C.C.Z.; Necchi Júnior, O. & Branco, L.H.Z. 2002. Taxonomy and ecological distribution of Chaetophoraceae (Chaetophorales, Chlorophyta) in lotic ecosystems from São Paulo State, southeastern Brazil. **Algological Studies** 106: 43-75.
- Branco, L.H.Z. & Necchi Júnior, O. 1998. Distribution of macroalgae in three tropical drainage basins of southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie** 142: 241-256.
- Branco, L.H.Z.; Necchi Júnior, O. & Branco, C.C.Z. 1999. Cyanophyta from lotic ecosystems of São Paulo State, southeastern Brazil. **Algological Studies** 94: 63-87.
- Entwistle, T.J. 1989. Macroalgae in Yarra River basin: flora and distribution. **Proceedings of the Royal Society of Victoria** 101: 1-76.
- Filkin, N.R.; Sherwood, A.R. & Vis, M.L. 2003. Macroalgae from 23 Stream in the Hawaiian Islands. **Pacific Science** 57: 421-431.
- Holmes, N.T.H. & Whitton, B.A. 1981. Phytobenthos of River Tees and its tributaries. **Freshwater Biology** 11: 43-60.
- Holmgren, P.K. & Holmgren, N.H. 1993. Additions to Index Herbariorum (Herbaria), Edition 8 - second series. **Taxon** 42: 489-505.
- Holmgren, P.K.; Holmgren, N.H. & Barnett, L.C. 1990. **Index Herbariorum: Part 1 - The Herbaria of the world**. New York, New York Botanical Garden.
- John, D.M. & Moore, J.A. 1985. Observation on phytobenthos of freshwater Thames I. The environment, floristic composition and distribution of macrophytes (principally macroalgae). **Archiv für Hydrobiologie** 102: 435-459.

- Johansson, C. 1982. Attached algal vegetation in running waters of Jämtland, Sweden. **Acta Phytogeographica Suecica** **71**: 1-83.
- Kawecka, B. 1982. Stream ecosystem in mountain grassland (West Carpathians). 6: Sessile algae communities. **Acta Hydrobiologica** **24**: 357-365.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. **Sußwasserflora Von mitteleuropa band 19/2 Cyanoprocaryota 2. Teil: Oscillatoriales**. München, Elsevier.
- Necchi Júnior, O. 1987. Estudo sobre as Rhodophyta de águas continentais do Brasil: 6 - Ocorrência de *Hildenbrandia rivularis* (Liebmann) J. Agardh nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo. **Nerítica** **2**: 147-152.
- Necchi Júnior, O. 1989. Rhodophyta de água doce do Estado de São Paulo: levantamento taxonômico. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** **11**: 11-69.
- Necchi Júnior, O. 1990. **Revision of the genus *Batrachospermum* Roth (Rhodophyta, Batrachospermales) in Brazil**. Bibliotheca Phycologica, Band 84. Stuttgart, E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Necchi Júnior, O.; Branco, C.C.Z.; Simões, R.C.G. & Branco, L.H.Z. 1995a. Distribution of stream macroalgae in northwest region of São Paulo State, southeastern Brazil. **Hydrobiologia** **299**: 219-230.
- Necchi Júnior, O.; Branco, C.C.Z. & Branco, L.H.Z. 2000. Distribution of stream macroalgae in São Paulo State, southeastern Brazil. **Algological Studies** **97**: 43-57.
- Necchi Júnior, O.; Branco, L.H.Z. & Branco, C.C.Z. 1995b. Comparison of three techniques for estimating periphyton abundance in bedrock streams. **Archiv für Hydrobiologie** **134**: 393-402.
- Necchi Júnior, O.; Branco, L.H.Z. & Branco, C.C.Z. 2003. Ecological distribution of stream macroalgal communities from a drainage basin in the Serra da Canastra National Park, Minas Gerais, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology** **63**: 1-12.
- Necchi Júnior, O.; Dip, M.R. & Góes, R.M. 1991. Macroalgae of a stream in southeastern Brazil: composition, seasonal variation and relation to physical and chemical variables. **Hydrobiologia** **213**: 241-250.
- Necchi Júnior, O. & Pascoaloto, D. 1993. Seasonal dynamics of macroalgal communities in the Preto River basin, São Paulo, southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie** **129**: 231-252.
- Necchi Júnior, O.; Pascoaloto, D.; Branco, C.C.Z. & Branco, L.H.Z. 1997. Stream macroalgal flora from the northwestern region of São Paulo State, southeastern Brazil. **Algological Studies** **84**: 91-112.
- Necchi Júnior, O.; Spezamiaglio, D.N.; Branco, C.C.Z. & Branco, L.H.Z. 2001. Estudo taxonômico e distribuição ecológica do gênero *Vaucheria* (Xanthophyta, Vaucheriaceae) em ecossistemas lóticos do Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea** **28**: 231-242.
- Necchi Júnior, O.; Spezamiaglio, D.N.; Branco, C.C.Z. & Branco, L.H.Z. 2002. Taxonomy and ecological distribution of the genus *Microspora* (Microsporaceae, Chlorophyta) in lotic ecosystems of São Paulo State, southeastern Brazil. **Algological Studies** **105**: 39-50.
- Printz, H. 1915. Die chlorophyceen des Sudlichen Sibiriens und des. Uriankailandes. Pp. 1-52. In: H. Printz (ed.). **Contribuciones ad Floram Asiae interioris pertinentes**. Trondheim, Norske Videnskabers Selskabs Skrifter.
- Sant'Anna, C.L. 1988. Scytonemataceae (Cyanophyceae) from the State of São Paulo, southern Brazil. **Nova Hedwigia** **46**: 519-539.
- Sarma, P. 1986. The freshwater Chaetophorales of New Zealand. **Nova Hedwigia Beiheft** **58**. Berlim, J. Cramer.
- Sheath, R.G. & Cole, K.M. 1992. Biogeography of stream macroalgae in North America. **Journal of Phycology** **28**: 448-460.
- Sheath, R.G.; Hambrook, J.A. & Nerone, C.A. 1988. The benthic macro-algae of Georgia Bay, the North Channel and their dranaige basin. **Hydrobiologia** **163**: 141-148.
- Sheath, R.G.; Hamilton, P.B.; Hambrook, J.A. & Cole, K.M. 1989. Stream macroalgae of eastern boreal forest region of North America. **Canadian Journal of Botany** **67**: 3553-3562.
- Sheath, R.G.; Kaczmarczyk, D. & Cole 1993. Distribution and systematics of freshwater *Hildenbrandia* (Rhodophyta, Hildenbrandiales) in North America. **European Journal of Phycology** **28**: 115-121.
- Sheath, R.G.; Morison, M.O.; Korch, J.E.; Kaczmarczyk, D. & Cole, K.M. 1986. Distribution of stream macroalgae in south-central Alaska. **Hydrobiologia** **135**: 259-269.
- Sheath, R.G.; Vis, M.L.; Hambrook, J.A. & Cole, K.M. 1996. Tundra stream macroalgae of North America: composition, distribution and physiological adaptations. **Hydrobiologia** **336**: 67-82.
- Sherwood, A.R. 2004. Bibliographic checklist of the nonmarine algae of the Hawaiian Islands. Records of the Hawaii Biological Survey for 2003. **Bishop Museum Occasional Papers** **80**: 1-26.
- Sherwood, A.R. & Sheath, R.G. 1999. Seasonality of macroalgae and epilithic diatoms in spring-fed streams in Texas, U.S.A. **Hydrobiologia** **390**: 73-82.
- Sherwood, A.R. & Sheath, R.G. 2000. Seasonality and distribution of epilithic diatoms, macroalgae and macrophytes in a spring-fed streams system in Ontario, Canada. **Hydrobiologia** **435**: 143-152.
- Verb, R.G. & Vis, M.L. 2001. Macroalgal communities from a acid mine drainage impacted watershed. **Aquatic Botany** **71**: 93-107.
- Vieira Júnior, J.; Necchi Júnior, O.; Branco, C.C.Z. & Branco, L.H.Z. 2002. Characeae (Chlorophyta) em ecossistemas lóticos do Estado de São Paulo, Brasil - 1: gênero *Nitella*. **Hoehnea** **29**: 249-266.
- Vieira Júnior, J.; Necchi Júnior, O.; Branco, C.C.Z. & Branco, L.H.Z. 2003. Characeae (Chlorophyta) em ecossistemas lóticos do Estado de São Paulo, Brasil - 2: gênero *Chara* e distribuição ecológica. **Hoehnea** **30**: 53-70.
- Vis, M.L.; Sheath, R.G.; Hambrook, J.A. & Cole, K.M. 1994. Stream macroalgae of the Hawaiian islands: a preliminary study. **Pacific Science** **48**: 175-187.
- Whitton, B.A. 1984. **Ecology of European Rivers**. Oxford, Blackwell Scientific Publications.