

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

THAMIS MEURER

Variação da Composição, Distribuição espacial e Influência dos Fatores
Ambientais sobre a ocorrência de Characeae (Chlorophyta) em um reservatório
subtropical

Toledo - PR

Abril/2011

THAMIS MEURER

Variação da Composição, Distribuição espacial e Influência dos Fatores Ambientais sobre a ocorrência de Characeae (Chlorophyta) em um reservatório subtropical

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientadora: Prof. Dr^a. Norma Catarina Bueno

Toledo - PR

Abril/2011

FOLHA DE APROVAÇÃO

THAMIS MEURER

Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca: Aquicultura e Manejo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof^a. Dra. Norma Catarina Bueno

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof. Dr. Nyamien Yahaut Sebastien

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Aprovada em: 28 de abril de 2011.

Local de defesa: Auditório da Unioeste/*Campus* de Toledo.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Antonia e
Delson, e ao meu irmão
Gustavo, dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

À Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI) pela concessão de bolsa.

À Professora Dr^a Norma Catarina Bueno por todas as oportunidades a mim confiadas durante toda minha formação, incentivo, dedicação e também pelo exemplo constante de integridade profissional e de caráter, que levarei para toda minha vida profissional.

Ao Professor Dr. Bartolomeu Tavares pelos ensinamentos e momentos de alegria.

Ao Professor Dr. Sidinei Magela Thomaz (UEM) por me disponibilizar dados e me receber em seu laboratório, pelas valiosas contribuições a este trabalho, pelos valiosos ensinamentos e apoio para a evolução deste trabalho.

Ao Roger Mormul (UEM) pela paciência e auxílio que permitiram a realização deste trabalho.

Aos Professores Dr. Edson Fontes de Oliveira (UTFPR) e Dr. Nyamien Yahaut Sebatien (UNIOESTE) por aceitarem o convite para compor a banca, e também aos suplentes.

Aos Professores Dr. Bartolomeu Tavares e Dr. Nyamien Yahaut Sebastien por aceitarem compor a banca do exame geral de qualificação.

À Simone Frederigi Benassi (Itaipu Binacional) pelo apoio concedido.

Às minhas eternas amigas e companheiras Jascieli, Viviane, Fernanda, Elaine, Margaret e Paula por todo apoio, felicidade, conselhos e compreensão compartilhados. Também à Thaís e Ana Carolina, que mesmo por um tempo mais recente fazem parte igualmente de todos meus momentos de alegria e satisfação. A todas desejo sucesso, felicidade e muita paz.

A todos meus demais colegas de mestrado, em especial à Daniele, Elaine e Adelaide.

Meus agradecimentos especiais à minha Família pelo eterno apoio e compreensão a respeito das minhas escolhas e caminhos traçados, sempre com a certeza de que quando se busca um sonho verdadeiro a realização é garantida. Também à Carolina, quem participou de todas as etapas deste processo e me dedicou acima de tudo sua amizade.

Meus também especiais agradecimentos ao amado Sam, que há muito tempo me dedica sincero amor, carinho e compreensão, eu agradeço pelo incentivo, companheirismo, conversas, confissões, conselhos e maravilhosos momentos passados juntos. Também à sua família pela recepção, aceitação e confiança aos meus cuidados, meus sinceros agradecimentos.

Às minhas eternas e tão queridas amigas Pati, Melina, Lari, Marina e Pri e também à Aline Makelly e Aninha. A cada uma eu agradeço pela sincera amizade e incontáveis momentos de alegria que jamais esquecerei; vocês moram em meu coração.

Às amigas Daia, Cris, Nicole, Aline (Xuma), Helo, Paulinha e Gi pelo convívio e felicidade.

Ao mestre Vicente pelos imensuráveis conselhos, amizade e ensinamentos que levarei para toda a vida.

Aquele me confere proteção e que me guia aos caminhos de luz e liberação, agradeço pela graça de viver e oportunidade de fazer o bem e evoluir espiritualmente.

Agradeço também a todos os mestres que compartilharam seus conhecimentos e que por fim facilitaram minha formação.

Minhas sinceras desculpas aos que não foram citados, mas aos quais agradeço igualmente por tudo o que me foi concebido.

BABA NAM KEVALAM

Variação da Composição, Distribuição espacial e Influência dos Fatores Ambientais sobre a ocorrência de Characeae (Chlorophyta) em um reservatório subtropical

RESUMO

A família Characeae, representada no Brasil pelos gêneros *Chara* e *Nitella*, é considerada a ancestral mais próxima das plantas terrestres e possui uma série de papéis ecológicos, entre eles o aumento da transparência da água, aumento da complexidade de habitat. O presente trabalho objetivou verificar a composição e estrutura da comunidade de Characeae no reservatório de Itaipu (24°05'S e 25°33'S; 54°00'W e 54°37'W), formado no rio Paraná, relacionando-as com variáveis ambientais simples, tais como: condutividade, transparência da água e fetch. As coletas foram realizadas em oito braços de rios que formam a margem brasileira do reservatório (Arroio Guaçu, São Francisco Verdadeiro, São Francisco Falso, São Vicente, São João, Ocoí, Pinto e Passo Cuê). Foram identificados 17 táxons, dos quais *Chara hydropitys* Reichenbach, *C. rusbyana* Howe, *Nitella axillaris* A. Braun, *N. glaziovii* G. Zeller, *N. gracilis* (Smith) C. Agardh, *N. hyalina* (DC) C. Agardh, *N. inversa* Imahori e *N. microcarpa* Braun, todas novas citações no reservatório de Itaipu e Estado do Paraná. *Chara guairensis*, *Nitella furcata* e *Nitella glaziovii* apresentaram as maiores abrangências geográficas, enquanto *Chara hydropitys* e *Chara rusbyana* apresentaram distribuição mais restrita. Além disso, verificou-se que entre os fatores ambientais considerados importantes para o estabelecimento dos carófitos nos afluentes do reservatório, foi encontrado que a radiação subaquática afeta positivamente a ocorrência dos gêneros *Chara* e *Nitella*, enquanto valores de fetch demonstraram influência negativa sobre a ocorrência do gênero *Nitella* durante o período analisado.

Palavras-Chave: Charophyceae, Itaipu, fatores ambientais, macrófita aquática.

Variation of the Composition, Spatial Distribution and Influence of Environmental Factors on the occurrence of Characeae (Chlorophyta) in a subtropical reservoir

ABSTRACT

The family Characeae, represented in Brazil by the genera *Chara* and *Nitella*, is considered the closest living relatives of terrestrial plants and play several ecological roles, such as the increase of water transparency and habitat complexity. This research aimed to verify the composition and structure of Characeae community at Itaipu reservoir (24°05'S e 25°33'S; 54°00'W e 54°37'W), formed in Parana river, relating them to simple environmental variables, such as conductivity, water transparency and fetch. Samples were collected in eight arms of rivers that form the Brazilian side of the reservoir (Arroio Guaçu, São Francisco Verdadeiro, São Francisco Falso, São Vicente, São João, Ocoí, Pinto e Passo Cuê). A total of 17 taxa were identified, of which *Chara hydropitys* Reichenbach, *C. rusbyana* Howe, *Nitella axillaris* A. Braun, *N. glaziovii* G. Zeller, *N. gracilis* (Smith) C. Agardh, *N. hyalina* (DC) C. Agardh, *N. inversa* Imahori and *N. microcarpa* Braun, represent new citations in the Itaipu Reservoir and Paraná State. *Chara guaiensis*, *Nitella furcata* and *Nitella glaziovii* showed the largest geographical ranges, while *Chara hidropytis* and *Chara rusbyana* showed more restricted distribution. Furthermore, it was found that among the environmental factors considered important for the establishing of charophytes at the tributaries of the reservoir, the underwater radiation positively affects the occurrence of the genera *Chara* and *Nitella*, while fetch values showed negative influence on the occurrence of genus *Nitella* during the period analyzed.

Key-words: Charophyceae, Itaipu, environmental factors, aquatic macrophyte.

O primeiro artigo (Capítulo I) desta dissertação foi elaborado e formatado segundo as normas da publicação científica *Aquatic Botany*, disponível em <http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/503303/authorinstructions>. O segundo artigo (Capítulo II) foi elaborado e formatado segundo as normas da publicação científica *Systematic Botany*, disponível em <http://www.aspt.net/publications/sysbot/checklist_sysbot.php>.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - Distribuição de Characeae (Chlorophyta) determinada por fatores ambientais em um reservatório subtropical

RESUMO.....	9
Palavras-Chave:	9
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
2.1. Área de Estudo	11
2.2. Coleta e análise do material biológico.....	11
2.3. Dados Abióticos e Morfométricos dos locais de coleta	12
2.4. Análise dos Dados	14
3. RESULTADOS	15
4. DISCUSSÃO	24
REFERÊNCIAS	28

CAPÍTULO II - Os gêneros *Chara* e *Nitella* (Chlorophyta, Characeae) em um reservatório subtropical (Itaipu – Brasil).

RESUMO	35
Palavras-chave	35
INTRODUÇÃO.....	36
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
RESULTADOS	38
DISCUSSÃO	57
LITERATURA CITADA	60

CAPÍTULO I

Distribuição de Characeae (Chlorophyta) determinada por fatores ambientais em um reservatório subtropical

Thamis Meurer^{1,2}, Norma Catarina Bueno¹

RESUMO

A família Characeae, representada no Brasil pelos gêneros *Chara* e *Nitella*, é considerada a ancestral mais próxima das plantas terrestres e possui uma série de papéis ecológicos, entre eles o aumento da transparência da água, aumento da complexidade de habitat e influência direta e indireta sobre outras comunidades aquáticas. O presente trabalho objetivou verificar a composição e estrutura da comunidade de Characeae na margem brasileira do reservatório de Itaipu, formado no rio Paraná, relacionando com algumas variáveis abióticas, tais como: condutividade, transparência da água e fetch. As coletas foram realizadas em oito braços de rios que formam a margem brasileira do reservatório (Arroio Guaçu, São Francisco Verdadeiro, São Francisco Falso, São Vicente, São João, Ocoí, Pinto e Passo Cuê). Foram identificados 17 táxons, dos quais 11 representam novas citações para a área de estudo, além disso, verificou-se que a radiação subaquática afeta positivamente a ocorrência dos gêneros *Chara* e *Nitella*, enquanto valores de fetch demonstraram influência negativa sobre a ocorrência do gênero *Nitella* durante o período analisado.

Palavras-Chave:

Charophyceae, Itaipu, radiação subaquática, fetch.

1. INTRODUÇÃO

A família de macroalgas denominada Characeae possui seis gêneros, sendo *Chara* e *Nitella* os gêneros registrados em território nacional até o momento. As carófitáceas (nome-

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Caixa Postal 711, 85814-110 Cascavel, PR, Brasil

² Autor para correspondência: thamismeurer@gmail.com

comum erva-de-pedra) são consideradas macrófitas aquáticas devido ao seu porte e morfologia diferenciada (Pott e Pott, 2000), e análises filogenéticas moleculares as posicionam como os ancestrais mais próximos das plantas terrestres (Karol *et al.* 2001).

Essas macroalgas apresentam um leque de papéis ecológicos, sua zanação nos corpos de água relaciona-se diretamente com a disponibilidade de radiação subaquática local e sua presença promove a estabilidade do sedimento, o que contribui para o aumento da transparência da água (Steinman *et al.* 2002, Nôges *et al.* 2003). Além disso, são importantes no armazenamento e ciclagem de nutrientes (Kufel e Kufel 2002, Palma-Silva *et al.* 2004, Rodrigo *et al.* 2007), retirando-os do sedimento e os bombeando para a coluna d'água (Vermeer *et al.* 2003), podendo ainda influenciar a composição e a biomassa fitoplanctônica através de alelopatia, conforme demonstrado por Mulderij *et al.* (2003), em estudo com espécies do gênero *Chara* e espécies de algas verdes, como *Chlorella* e *Selenastrum*. Outro fator importante é a disponibilização de recurso alimentar (Noordhuis *et al.* 2002), além da influência indireta sobre a biomassa de zooplâncton (van Donk e van de Bund 2002). Espécies de carófitos também sofrem influência ambiental, podendo apresentar plasticidade morfológica e reprodutiva em resposta a variáveis como o nível da água, sendo a história de vida dos espécimes um importante fator na morfologia e reprodução (Casanova 1994). Muitas revisões na literatura apontam diversas funções desempenhadas por essas macroalgas, como por exemplo, Bonis e Grillas (2002), Coops (2002) e Kufel e Kufel (2002).

Em relação aos trabalhos em ecologia de carófitos no Brasil, Carneiro *et al.* (1994) ao estudarem a sazonalidade de um banco de *Chara hornemanni*, apontaram os bancos de propágulos do sedimento como importantes para a flutuação das populações frente aos efeitos da sazonalidade. Palma-Silva *et al.* (2002a, 2002b, 2004) apontaram os carófitos como importante reservatório de nutrientes e energia, limitando a produção primária fitoplanctônica de duas formas: através da diminuição dos nutrientes da coluna d'água (controle bottom-up) e através da estruturação do habitat, promovendo efeito positivo sobre o zooplâncton que, por sua vez, produz efeito “top-down” sobre o fitoplâncton. Por último, entre as publicações brasileiras mais recentes em ecologia de carófitos estão Bueno e Bicudo (2006, 2008), que investigaram a variação temporal e biomassa de *Nitella furcata* subsp. *mucronata* var. *mucronata* f. *oligospira* (A. Braun) R. D. Wood em ambiente lântico (lago das Ninféias - SP). Os autores encontraram que o crescimento vegetativo ocorreu no período chuvoso (out-mar) e o desenvolvimento de estruturas reprodutivas no período seco, quando temperatura e nutrientes foram fatores importantes para o crescimento e acúmulo da biomassa.

Entretanto, grande parte dos trabalhos com Characeae realizados no Brasil são de cunho taxonômicos, entre os quais estão: Bicudo (1972), Bueno *et al.* (1996), Bueno e Bicudo (1997), Prado (2003), Picelli-Vicentim *et al.* (2004), Meurer *et al.* (2008), Bueno *et al.* (2009) e Bueno *et al.* (no prelo). Na margem brasileira do reservatório de Itaipu, a ocorrência de Characeae foi registrada em trabalhos ecológicos e/ou de monitoramento, como em Thomaz *et al.* (1999, 2003) e Mormul *et al.* (2010). Apesar do crescente número de pesquisas a fim de modelar a vegetação de macrófitas submersas, mais estudos são necessários a fim de predizer sua distribuição espacial.

Considerando seu importante papel nos ecossistemas aquáticos e a importância do conhecimento da diversidade de espécies, neste estudo é apresentada a composição da flora carofítica na margem brasileira do reservatório de Itaipu, um grande reservatório subtropical, a composição de espécies dos gêneros abordados é comparada com registros em trabalhos anteriores de levantamentos de macrófitas no local. Os braços do reservatório foram comparados de acordo com sua composição e foram testadas as influências dos fatores abióticos (fetch, condutividade e radiação subaquática) sobre a ocorrência dos gêneros no reservatório.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

O estudo foi realizado na margem brasileira do reservatório de Itaipu, formado no rio Paraná (24°05'S e 25°33'S; 54°00'W e 54°37'W) na divisa do Brasil-Paraguai, possui tempo de residência da água de aproximadamente 40 dias e de acordo com as concentrações de nutrientes o corpo central tem características oligotróficas, enquanto os braços da margem esquerda apresentam características mesotróficas ou eutróficas (Bini *et al.* 1999).

2.2. Coleta e análise do material biológico

Os estudos da composição e da distribuição espacial das espécies no reservatório foram realizados utilizando-se esforço amostral padronizado, os dados foram coletados semestralmente nos anos de 2001, 2002 e 2003, em 235 pontos distribuídos em oito braços do reservatório de Itaipu (aproximadamente 30 pontos por braço), formados pelos tributários da

margem esquerda do reservatório (Arroio Guaçu, São Francisco Verdadeiro, São Francisco Falso, São Vicente, São João, Ocoí, Pinto e Passo Cuê). Os braços foram percorridos de barco desde a foz dos rios até as regiões que se aproximavam do corpo central do reservatório. Em velocidade baixa e constante, um rastelo foi arrastado nos 235 pontos e, quando localizadas, as macroalgas submersas da família Characeae eram coletadas.

As coletas foram realizadas pelo laboratório de Limnologia e Macrófitas Aquáticas do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupelia) e os pontos escolhidos são os mesmos que vêm sendo monitorados pela equipe deste laboratório desde 1999. Informações detalhadas sobre a metodologia de coleta estão descritas em Bini e Thomaz (2005) e Melo *et al.* (2007).

As amostras foram lavadas em água corrente para retirada de material aderido. O preparo do material para estudo seguiu os métodos em Bicudo (1974) e Bicudo e Menezes (2006), sendo analisadas em lupa (Olympus micronal, modelo SZ111) e microscópio binocular (Olympus CBA) acoplado com câmara clara e ocular micrometrada sempre em aumentos de 400 e 1000x. As amostras foram identificadas até o menor nível taxonômico de acordo a classificação de Krause (1997) e apoio de trabalhos específicos, como Groves & Groves (1911), Wood & Imahori (1964, 1965), Proctor *et al.* (1971), Bicudo (1974, 1977, 1979), Moore (1986), Bueno *et al.* (1996), Picelli-Vicentim *et al.* (2004), Vieira Junior *et al.* (2003) e Bueno *et al.* (2009). Os táxons que não apresentaram condições de ser identificados em nível específico ou inferior foram agrupados como “estéril”, em seus respectivos gêneros. As amostras encontram-se depositadas no Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNOP, *Campus* Cascavel, com duplicatas no herbário SP, do Instituto de Botânica de São Paulo (IBt).

2.3. Dados Abióticos e Morfométricos dos locais de coleta

Alguns potenciais preditores da ocorrência de macrófitas submersas foram obtidos durante as coletas. Em cada ponto foram obtidos dados de condutividade elétrica, como um indicador geral de nutrientes, através de potenciômetro digital Digimed® ($\mu\text{S cm}^{-1}$) e a transparência da coluna d'água foi mensurada através do disco de Secchi (metros), a fim de inferir a respeito da radiação subaquática. Os bancos foram georreferenciados através de um

aparelho “Global Position System” (GPS, marca Garmin®) e as coordenadas projetadas em um mapa do reservatório (Figura 1).

Para cada banco, a superfície livre da água para a ação do vento foi obtido através dos valores de “fetch” (não corrigido pela velocidade do vento), calculados com base em mapas do reservatório de Itaipu Binacional (escala 1:10.000). O cálculo consiste no somatório da distância do ponto até o próximo obstáculo (margem ou ilha) em diferentes direções, em intervalos angulares regulares. Os ângulos utilizados para o cálculo das distâncias apresentaram uma diferença de 10 graus iniciando em 0° e finalizando em 180° (informações detalhadas estão descritas em Bini e Thomaz 2005). A fórmula para o cálculo do “fetch” (Håkanson e Jansson, 1983) é:

$$F = \left(\frac{\sum x_i * \cos y_j}{\sum \cos y_j} \right) * S'$$

Na qual:

x_i = distância do ponto (i) até a margem seguinte ou ilha ($i = 1, 2, 3, \dots, 235$ locais);

y_j = ângulo utilizado para medir a distância ($j = 0, 10, 20, \dots, 180^\circ$);

S' = escala do mapa (1:10.000) para transformação da medida do “fetch” em km.

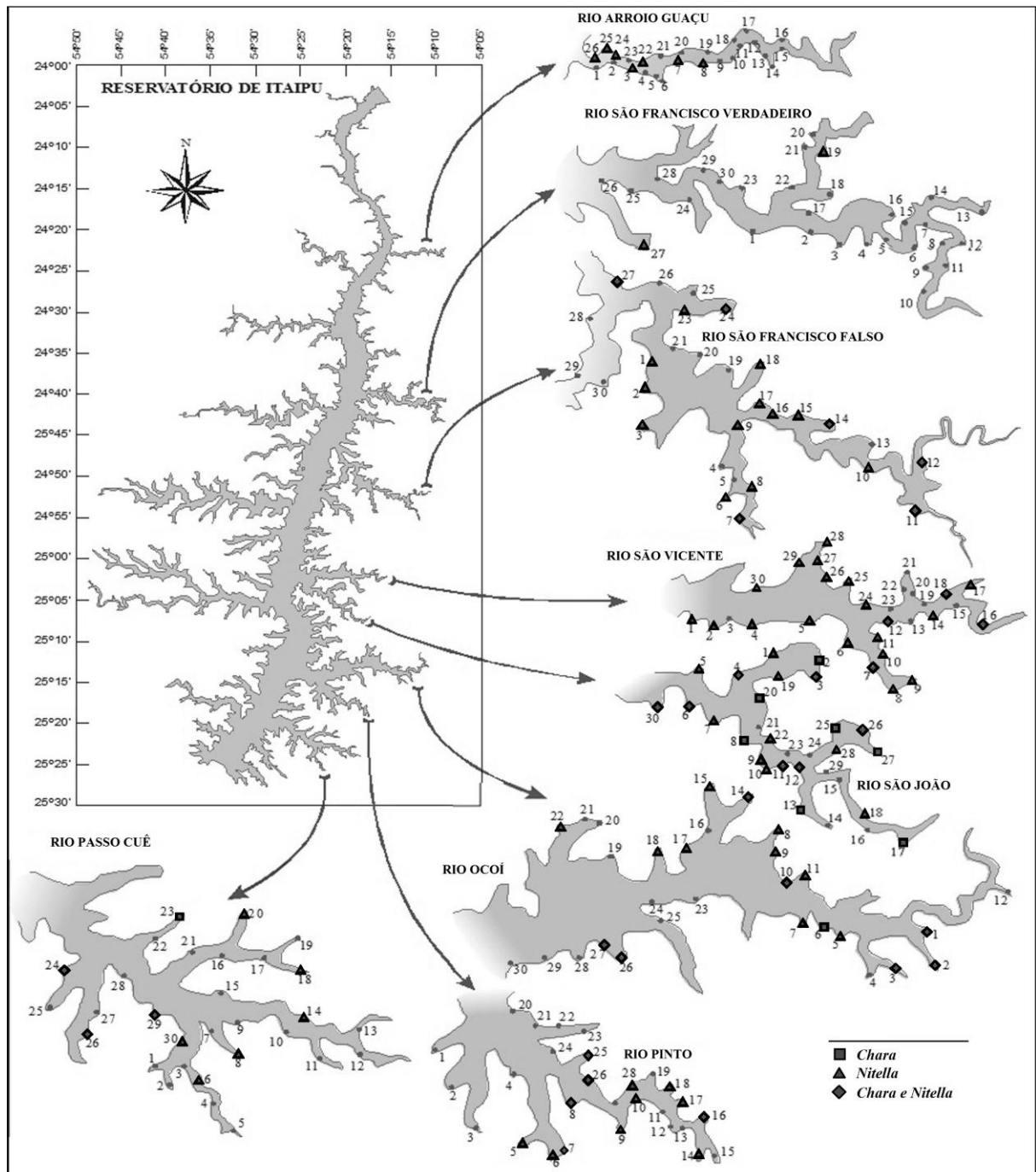


Fig. 1. Localização do reservatório de Itaipu e pontos de coleta nos braços analisados. Modificado de Thomaz *et al.* (2009).

2.4. Análise dos Dados

Foram consideradas a riqueza das espécies ou ausência e presença dos gêneros de Characeae nos bancos para verificar possíveis padrões espaciais de distribuição e riqueza de

Characeae existentes entre os braços dos rios amostrados, de acordo com as análises aplicadas.

Foram aplicadas curvas de acumulação (EstimateS; Colwell 1997) no intuito de comparar a riqueza de espécies entre os braços dos rios. A curva acumulativa é o gráfico do número esperado de espécies detectado em função do esforço amostral. Os pontos de coleta por braços dos rios foram utilizados como unidades de amostragem (colunas), a partir da riqueza total.

Para ordenar os locais e analisar possíveis gradientes espaciais na composição de espécies, foi aplicada uma análise de correspondência destendenciada (DCA), que nos permitiu verificar a similaridade na composição de espécies entre os braços dos rios estudados. As espécies mais importantes para cada eixo de ordenação foram identificadas através dos escores das correlações significativas com a matriz principal. Os escores da DCA e os escores das correlações foram estimados utilizando o PC-ORD 5.0 (McCune & Mefford, 1999).

Análises de variância unifatoriais (ANOVA one-way) foram aplicadas com o objetivo de testar separadamente o efeito dos braços de rios amostrados sobre os dois primeiros eixos da DCA (variável biótica). Nesta análise testou-se a diferenciação entre os braços dos rios quanto à sua composição. O teste post-hoc de Tukey HSD foi aplicado para investigar diferenças significantes entre as médias, quando houve diferença significativa dos fatores analisados ($p < 0,05$). Os testes foram realizados no programa STATISTICA v. 7.0.

Uma análise de regressão logística foi aplicada (Ter Braak e Looman, 1986) para testar se a probabilidade de ocorrência dos gêneros de Characeae era de alguma forma afetada pelas variáveis de condutividade, transparência da água e valores de fetch. O modelo de regressão logística foi a melhor escolha para analisar os dados devido às características binárias das variáveis dependentes (presença/ausência), regredidas com variáveis quantitativas (ex. fetch).

3. RESULTADOS

Quanto às variáveis abióticas estudadas, o *fetch* dos braços de rios amostrados variou entre 0.45km (braço do rio São Francisco Verdadeiro) e 30.15km (braço do rio Ocoí). Em

média, o braço do rio Pinto apresentou os maiores valores médios de *fetch* (média = 8.94 ± 7.25 DP), enquanto que os menores estavam localizados no rio Arroio Guaçu (média = $4.56 \text{ km} \pm 1.64$ DP).

A condutividade variou entre $38 \mu\text{S.cm}^{-1}$ (braço do rio Passo Cuê) e $91.7 \mu\text{S.cm}^{-1}$ (braço do rio Ocoí). Em média, o braço do rio Ocoí apresentou os maiores valores de condutividade (média = $56.11 \mu\text{S.cm}^{-1} \pm 11.58$ DP), e o rio Passo Cuê os menores (média = $44.79 \mu\text{S.cm}^{-1} \pm 2.36$ DP).

O valor da profundidade do disco de Secchi variou entre 0.39m (braço do rio São Francisco Verdadeiro) e 2.58m (braço do rio São João). O braço do rio São Vicente apresentou em média os maiores valores de Secchi (média = $2.11 \text{ m} \pm 0.15$ DP), e o rio Arroio Guaçu os menores (média = $0.92 \text{ m} \pm 0.21$ DP).

São apresentados os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões das variáveis abióticas para os oito braços de rios (Tabela 1, Figura 2). As menores amplitudes de variação para condutividade, *fetch* e secchi ocorreram no braço do rio Arroio Guaçu, por outro lado, as maiores amplitudes de variação para a condutividade e *fetch* ocorreram no rio Ocoí e para o Secchi no rio Passo Cuê.

Tabela 1: Estatística descritiva das variáveis abióticas obtidas nos oito braços de rios estudados. Mín=mínimo; Máx=máximo; DP=desvio padrão; Arroio Guaçu (AG); São Francisco Verdadeiro (SFV); São Francisco Falso (SFF); São Vicente (SV); São João (SJ); Ocoí (OC); Pinto (RP) e Passo Cuê (PC).

Rios	Fetch				Condutividade				Secchi			
	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP
AG	1.3	7.71	4.56	1.64	48.57	53.3	50.18	0.95	0.61	1.22	0.92	0.21
SFV	0.45	11.16	5.22	2.64	47.4	60.07	51.35	2.71	0.39	1.57	0.95	0.36
SFF	2.55	11.39	6.05	2.68	38.73	65.27	52.17	11.1	0.68	1.96	1.29	0.46
SV	0.96	17.26	6.58	3.77	48.52	53.52	50.16	1.05	1.76	2.45	2.11	0.15
SJ	1.19	15.55	6.34	3.67	46.25	50.9	48.42	1.14	1.13	2.58	1.88	0.28
OC	0.62	30.15	7.86	6.77	49.4	91.7	56.11	11.58	0.87	2.33	1.85	0.41
RP	1.84	28.95	8.94	7.25	43.75	50.46	48.75	1.58	1.03	2.51	1.86	0.41
PC	1.41	13.23	5.48	3.35	38	48	44.79	2.36	1.55	2.43	2.03	0.21

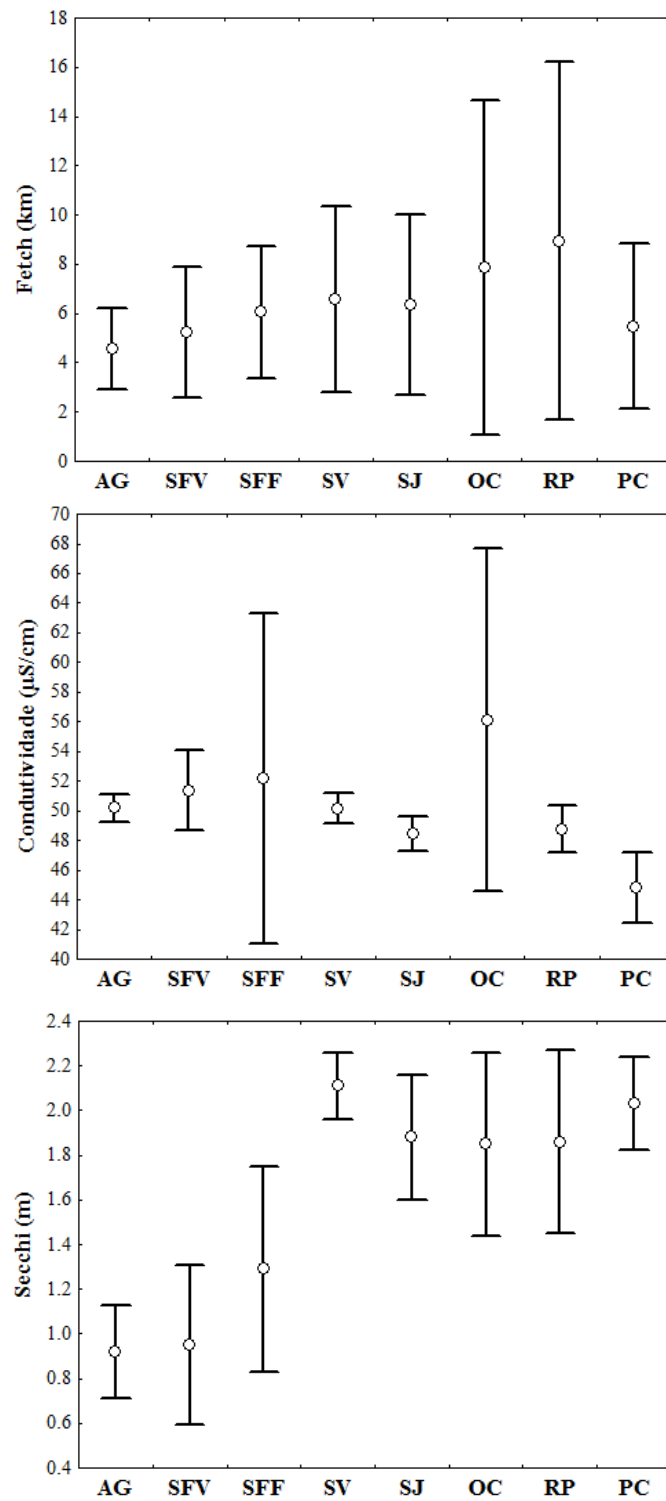


Fig. 2. Valores médios e desvio padrão para fetch, condutividade e Secchi nos braços dos rios Arroio Guaçu (AG), São Francisco Verdadeiro (SFV), São Francisco Falso (SFF), São Vicente (SV), São João (SJ), Ocoí (OC), Pinto (RP) e Passo Cuê (PC).

A riqueza de espécies nos oito braços amostrados compreendeu um total de 17 táxons, com o registro de 11 novas citações para o reservatório de Itaipu. Os espécimes que não puderam ser identificados como espécies foram incluídos em suas categorias genéricas (Tabela 2).

Considerando os 235 pontos do reservatório que registram a presença de macrófitas aquáticas, todas as espécies de Characeae identificadas apresentaram frequência de ocorrência inferior à 20%. A espécie mais frequente foi *Nitella* sp.1 (18,7%), seguida por *Nitella furcata* (14,4%), *Chara guairensis* (7,23%) e *Nitella glaziovii*, a qual teve frequência inferior a 5%. As demais espécies identificadas apresentaram, cada uma, frequência de ocorrência inferior a 4% e foram agrupadas como “outras espécies” (Figura 3).

Durante o processamento e análise do material, grande parte dos espécimes amostrados não apresentou condições de identificação em nível de espécie devido à fragmentação dos indivíduos e/ou ausência de gametângios. O grupo “*Nitella* estéril” apareceu em 30,2% dos 235 pontos amostrados, foi registrado em todos os rios estudados e representou um total de 121 espécimes amostrados, enquanto “*Chara* estéril” apresentou frequência de ocorrência de 7,6% e foi registrada em cinco dos oito rios amostrados, com um total 26 espécimes. Ambos os grupos incluem espécies visivelmente distintas.

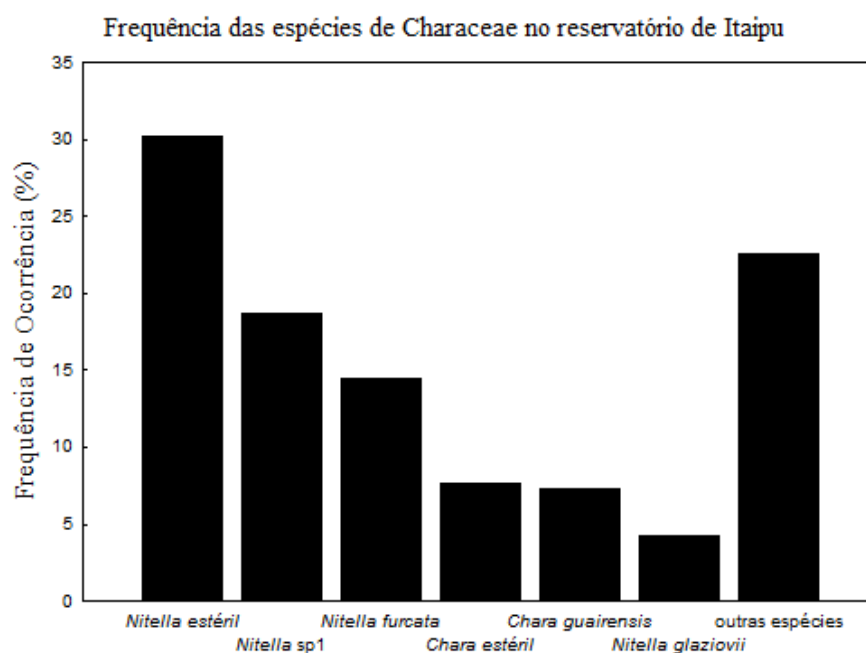


Fig. 3. Frequência de ocorrência das espécies de Characeae mais frequentes no reservatório, as espécies menos frequentes estão incluídas na coluna “outras espécies”.

Tabela 2: Inventário e presença das espécies de Charophyta no reservatório de Itaipu, entre 2001 e 2003. Arroio Guaçu (AG); São Francisco Verdadeiro (SFV); São Francisco Falso (SFF); São Vicente (SV); São João (SJ); Ocoí (OC); Pinto (RP) e Passo Cuê (PC).

Gênero <i>Chara</i>	AG	SFV	SFF	SV	SJ	OC	RP	PC
<i>Chara braunii</i> var.								
<i>brasiliensis</i>	-	-		-	-	-	-	
<i>Chara diaphana</i> *	-	-	-	-		-	-	-
<i>Chara guairensis</i>	-	-						
<i>Chara hydropitys</i> *	-	-	-	-		-	-	-
<i>Chara kenoyeri</i> *	-	-	-	-		-	-	-
<i>Chara rusbyana</i> *	-	-	-	-	-		-	-
<i>Chara estéril</i> **	-	-	-					
Gênero <i>Nitella</i>								
<i>Nitella acuminata</i>	-	-	-	-				-
<i>Nitella axillaris</i>	-	-					-	-
<i>Nitella furcata</i>	-	-						
<i>Nitella glaviozii</i> *		-						
<i>Nitella gracilis</i> *	-	-			-	-	-	
<i>Nitella hyalina</i> *			-		-	-	-	-
<i>Nitella inversa</i> *	-	-	-		-		-	
<i>Nitella microcarpa</i> *	-	-	-	-				
<i>Nitella subglomerata</i>	-	-		-				-
<i>Nitella</i> sp1*								
<i>Nitella</i> sp2*	-	-				-		-
<i>Nitella</i> estéril**								

*Representam novas citações para o reservatório de Itaipu, **Inclui diferentes táxons que não puderam ser identificados em nível específico, traços indicam ausência e quadros cheios indicam presença.

O gráfico da curva acumulativa de espécies (Figura 4) evidenciou que a maior riqueza de espécies foi encontrada no braço do rio São João (14), enquanto que a menor riqueza foi

registrada no braço do rio São Francisco Verdadeiro (3). O gênero *Nitella* foi dominante em relação ao gênero *Chara*, com 11 espécies e 313 indivíduos (estéreis incluídos) contra seis espécies e 67 indivíduos (estéreis incluídos), respectivamente.

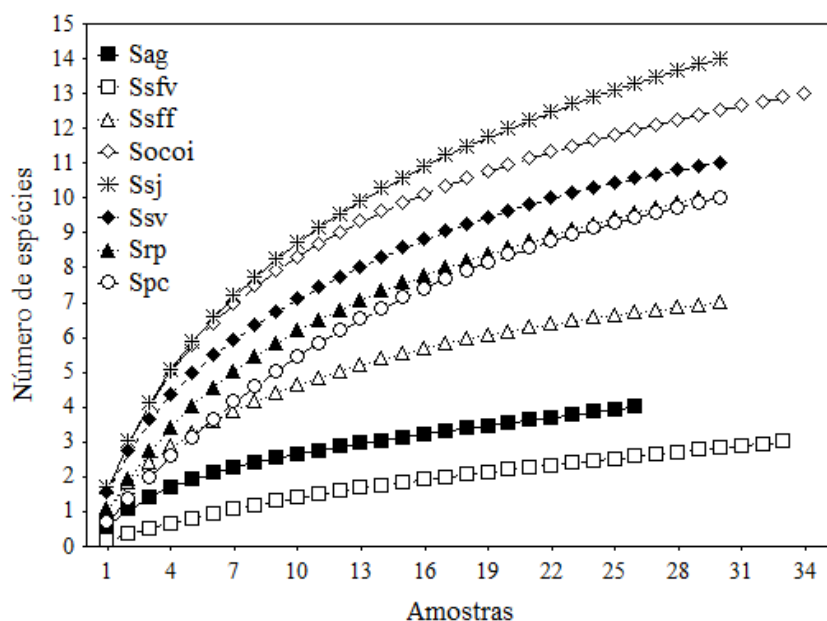


Fig. 4. Curvas de acumulação de espécies. Arroio Guaçu (Sag); São Francisco Verdadeiro (Ssfv); São Francisco Falso (Ssff); São Vicente (Ssv); São João (Ssj); Ocoí (Socoi); Pinto (Srp) e Passo Cuê (Spc).

A análise de ordenação evidenciou a distribuição dos braços de acordo com suas composições de carófitos, sendo que a distribuição dos pontos em cada eixo está relacionada com a ausência das espécies (Figura 5). Para o eixo 1 da DCA, o braço do rio São Vicente foi similar em composição aos braços dos rios Ocoí e Pinto, enquanto o braço do rio Ocoí foi significativamente diferente do braço do rio São Francisco Verdadeiro (ANOVA, $F=4,44$; $P<0,001$). As principais espécies que afetaram a distribuição dos pontos nesse eixo foram *Nitella subglomerata* A. Braun ($r=-0,23$) e *Nitella* sp1 ($r=0,88$).

Para o Eixo 2 da DCA, o braço do rio São Vicente diferiu em composição do braço do rio São Francisco Verdadeiro (ANOVA, $F=2,53$; $P=0,01$), sendo que os pontos desse eixo foram afetados principalmente pelas espécies *Nitella* sp1 e *Nitella axillaris* A. Braun negativamente ($r=-0,44$ e $r=-0,42$, respectivamente) e *Chara guairensis* R. Bicudo positivamente ($r=0,71$). Os escores dos eixos 1 e 2 da DCA foram correlacionados com Secchi, condutividade e fetch, mas nenhuma relação significativa foi encontrada.

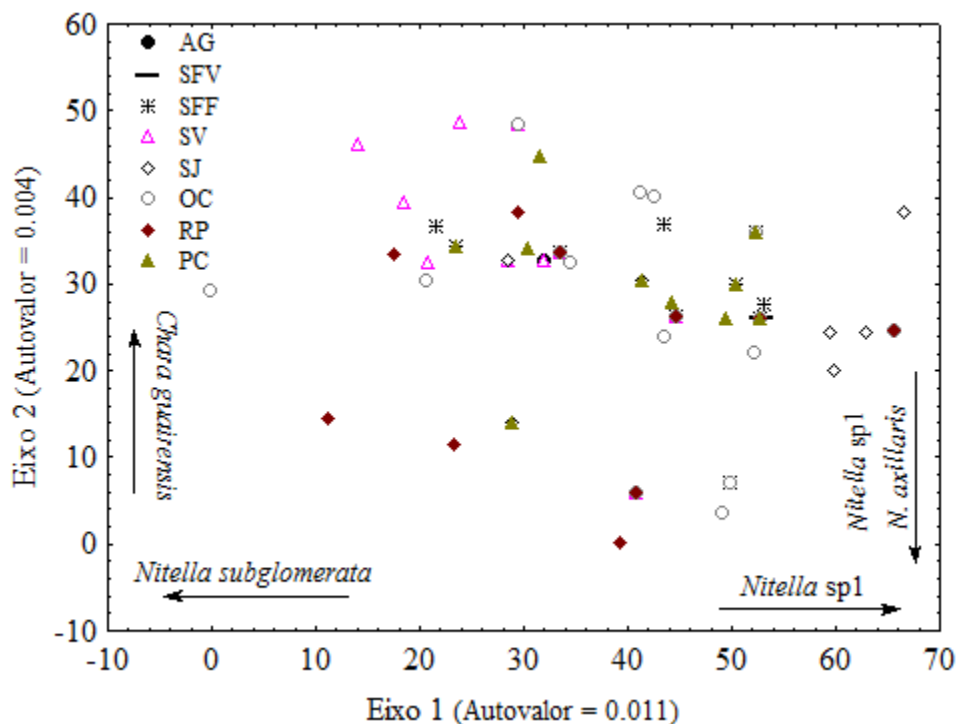


Fig. 5. Diagrama de ordenação derivado da análise de correspondência destendenciada (DCA), que representa a variação espacial das Characeae no reservatório e os escores ordenando os oito braços de rios. AG= Arroio Guaçu, SFV= São Francisco Verdadeiro, SFF= São Francisco Falso, SV= São Vicente, SJ= São João, OC= Ocoí, RP= Pinto, PC= Passo Cuê.

As curvas de probabilidade de ocorrência obtidas com análises de regressão logística mostraram o efeito das variáveis ambientais sobre os gêneros *Chara* e *Nitella*. A relação entre os preditores ambientais e a ocorrência da vegetação foi diferente para os dois gêneros analisados (Tabela 3).

A probabilidade de ocorrência do gênero *Nitella* foi negativamente afetada pelos valores de fetch ($P=0.008$), enquanto para *Chara* o valor não foi significativo ($P=0.211$). Por outro lado os valores de Secchi afetaram positivamente a probabilidade de ocorrência de *Chara* e *Nitella* ($P=0.037$ e <0.001 , respectivamente). Finalmente, os valores de condutividade não afetaram significativamente a probabilidade de ocorrência dos gêneros estudados (Figura 6, Tabela 3).

Tabela 3: Resultados da regressão logística usando as variáveis abióticas como preditoras da ocorrência dos gêneros *Chara* e *Nitella* nos braços de rios que formam o reservatório. Os resultados da regressão logística estão na Figura 6.

	Estimate	χ^2	<i>P</i>	Odds ratio	McFadden's ρ^2
Fetch					
Chara	-1.176	1.564	0.211	0.95	0.007
Nitella	0.309	6.84	0.008	0.92	0.021
Conductividade					
Chara	-3.798	3.44	0.06	1.047	0.015
Nitella	-2.031	2.9	0.08	1.037	0.009
Secchi					
Chara	-2.622	4.341	0.037	1.95	0.019
Nitella	-1.786	15.081	<0.001	2.61	0.046

McFaddens' ρ^2 estima a proporção da variação explicada pelo modelo de regressão logística. "Odds ratio" testa as chances da presença de *Chara* e *Nitella* de acordo com a variação dos valores de fetch, condutividade e secchi,.

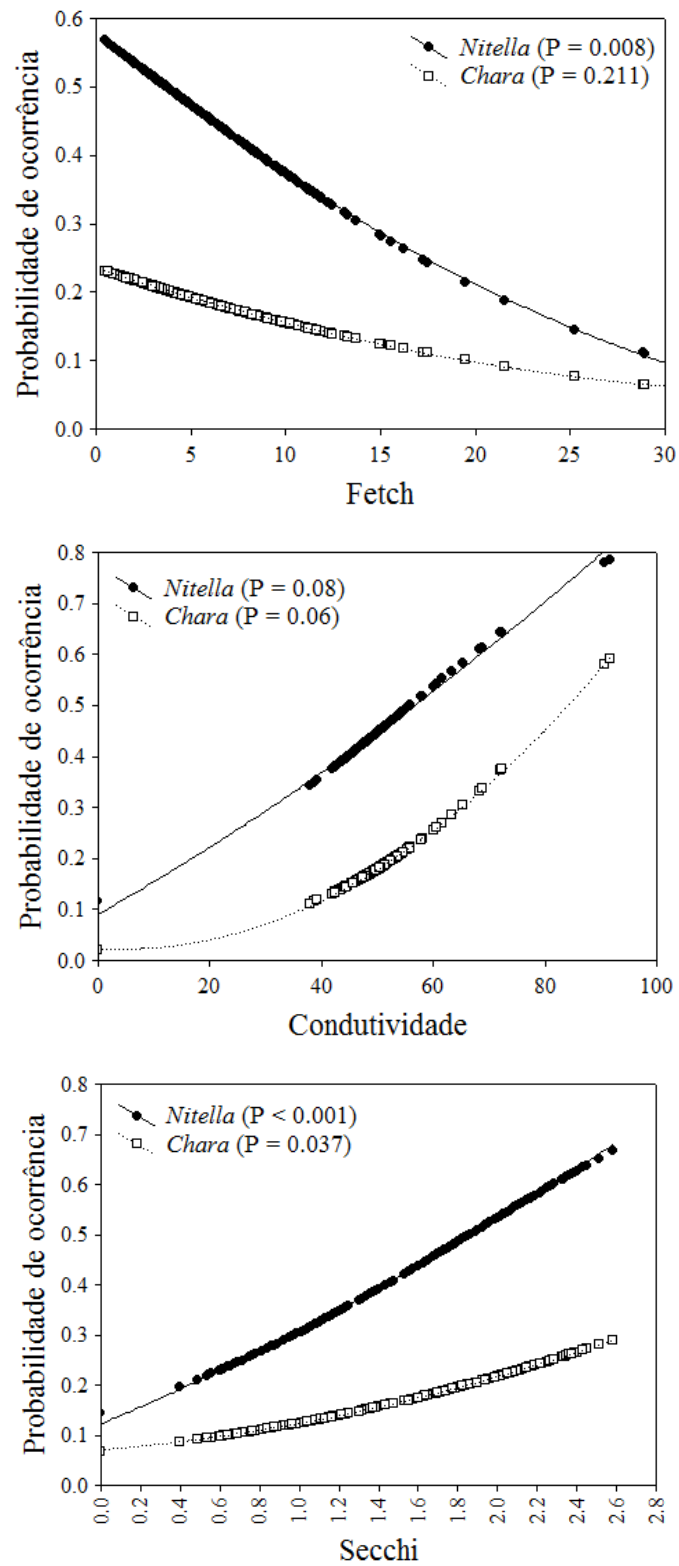


Fig. 6. Diagramas das análises de regressão logística para valores de Secchi, fetch e condutividade.

4. DISCUSSÃO

A comunidade carofítica ocorreu em 121 dos 235 pontos de ocorrência de macrófitas no reservatório e dos 17 táxons identificados, onze são novas citações para o reservatório de Itaipu (T. Meurer, dados não publicados). As subespécies de *N. furcata* – subsp. *flagellifera* e subsp. *mucronata*, registradas anteriormente para o reservatório, não foram registradas entre os materiais estudados.

Nitella sp1, *Nitella furcata* e *Chara guairensis* estiveram entre as mais freqüentes, registrando ocorrência em todos os rios, e a elevada freqüência dos grupos classificados como “estéril” reflete a dificuldade de amostragem destas espécies de submersas em determinados locais, pois apesar de estarem colonizando o ambiente muitas vezes não apresentavam condições morfológicas de identificação em níveis taxonômicos inferiores. Vale ressaltar que a espécie *Chara guairensis* R. Bicudo, presente entre as mais freqüentes e de maior abrangência, foi descrita para a região das antigas Sete Quedas – Guaíra em 1972, momento anterior à construção do reservatório.

De acordo com Mormul *et al.* (2010), durante o último levantamento de macrófitas entre setembro e outubro de 2008, foram encontrados 87 taxa, tendo o gênero *Polygonum* apresentado o maior número de espécies (7). Neste mesmo levantamento *Chara* e *Nitella* foram freqüentes entre as espécies submersas. Das três espécies de *Chara* e cinco de *Nitella* encontradas no reservatório de Itaipu durante monitoramentos anteriores (Thomaz *et al.* 1999, 2003), apenas quatro foram inventariadas em 2008.

Diferenças de riqueza encontradas podem ser explicadas por diferentes fatores. Em um levantamento raramente são coletadas todas as espécies, sendo o esforço amostral padronizado para todos os tipos de macrófitas e não para um tipo de macrófitas especificamente (ex. submersas), além disso, a identificação de carófitos em nível de espécie é minuciosa e sua taxonomia tem sido muito discutida recentemente.

Considerando o período deste estudo (2001-2003) com os levantamentos realizados entre 1995 e 1999 por Thomaz *et al.* (1999, 2003) e 2008 por Mormul *et al.* (2010) e, considerando a baixa no nível de água ocorrida entre os anos de 1999 e 2000 (Bini e Thomaz 2005, Thomaz *et al.* 2006), estas diferenças podem ser uma evidência da dinâmica da assembléia de macrófitas neste reservatório, uma vez que as Characeae são colonizadoras primárias de ambientes.

Comparando com outros trabalhos, Itaipu apresenta uma rica comunidade carofítica e apesar de ser comumente encontrada, seu registro em outros reservatórios e bacias é escasso mesmo em levantamentos recentes provavelmente devido ao direcionamento das pesquisas especialmente para euhidrófitas, como em Martins *et al.* (2008, 2009), sendo registrado apenas quando a pesquisa é direcionada para o grupo ou para macroalgas e ainda assim, apenas em nível de gênero (Krupek *et al.* 2008).

As curvas acumulativas mostraram que as menores riquezas de Characeae foram encontradas nos rios Arroio Guaçu (zona fluvial) e São Francisco Verdadeiro (zona de transição). Isto pode ser atribuído à predominância de macrófitas flutuantes e incipiente presença de submersas no rio Arroio Guaçu, e às condições eutróficas do rio São Francisco Verdadeiro (Bini *et al.* 1999), onde há predomínio de espécies flutuantes e freqüentes florações de algas, fatores que diminuem a disponibilidade de luz subaquática, dificultando o desenvolvimento de espécies submersas.

Por outro lado, o rio São João apresentou a maior riqueza de espécies, onde predominam floras de submersas, enraizadas com folhas flutuantes e águas claras, transitando entre os estados oligotrófico e mesotrófico. Entre outras submersas, as Characeae tiveram destaque no rio Ocoí, que apresenta características mesotróficas, favoráveis ao desenvolvimento de submersas (Bini *et al.* 1999, FUEM/Itaipu Binacional 2001-2002, 2003-2005).

As diferenças observadas ao longo do eixo principal do reservatório revelam um padrão de organização que reflete o gradiente de sedimentação encontrado ao longo do reservatório, com maiores entradas de matéria e nutrientes na região fluvial a partir do rio Paraná. Ao longo do curso do reservatório em direção à barragem estes materiais sofrem sedimentação, tendo os braços da zona lacustre maior transparência da água (Pagioro e Thomaz, 2002) e, conseqüentemente, melhores condições para a colonização por espécies submersas, concordando com os resultados encontrados no presente estudo.

De acordo com nossos resultados, as similaridades entre os braços dos rios São Vicente, Ocoí e Pinto, e diferenças entre Ocoí e São Francisco Verdadeiro (conforme eixo 1 da DCA e o encontrado na ANOVA), foram causadas devido à ausência de *N. subglomerata* ($r=-0.23$) e de *N. sp1* ($r=0.88$). Esta última foi amostrada nos três braços que se assemelharam estatisticamente, enquanto *N. subglomerata* teve um indivíduo amostrado no rio Ocoí e um indivíduo no rio Pinto, não tendo sido amostrada no rio São Vicente.

Além disso, a diferença significativa entre os braços dos rios São Vicente e São Francisco Verdadeiro (ANOVA e eixo 2 da DCA) foi causada pela ausência de *N. sp1* ($r=-0.4$), *N. axillaris* ($r=-0.42$) e *C. guairensis* ($r=0.71$), amostradas no rio São Vicente e ausentes no São Francisco Verdadeiro, no qual as submersas são raramente encontradas.

Apesar dos resultados estatísticos terem mostrado diferenças significativas do rio São Francisco Verdadeiro apenas com o Ocoí (eixo 1) e São Vicente (eixo 2), aquele não compartilhou nenhuma espécie com os demais braços do reservatório. Devido aos nossos resultados representarem apenas parcela da população dos braços dos rios (algumas espécies com apenas um indivíduo amostrado), informações adicionais são necessárias para confirmar se os resultados permanecem os mesmos, se ao acaso estas espécies forem amostradas com mais frequência.

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo através das análises de regressão logística, quanto maior a radiação subaquática (obtidas a partir dos valores de disco de Secchi), maior a probabilidade de ocorrência de ambos os gêneros estudados. Estes resultados estão de acordo com o encontrado em estudos anteriores, que demonstram que a quantidade de radiação é importante não apenas para a germinação dos oósporos de carófitos, mas também para seu estabelecimento e manutenção no ambiente (de Winton *et al.* 2004), mostrando-se um fator limitante para o grupo (Rip *et al.* 2006). De acordo com van den Berg *et al.* (2002), a população de *Chara* spp. é negativamente afetada pela turbidez – variável que remete à transparência da água - sendo dominante em águas claras.

O fetch é a medida da área potencial para ação das ondas e também foi uma variável significativamente importante para a ocorrência do gênero *Nitella*, afetando negativamente as populações estudadas. Locais onde os valores deste fator são elevados apresentam em geral maiores ressuspensão e turbidez, porém em locais colonizados por submersas tanto a ressuspensão quanto a turbidez são diminuídas, devido à capacidade destas plantas em promover a sedimentação de partículas e evitar distúrbios no sedimento. Estudos anteriores em Itaipu mostraram relação negativa entre fetch e a riqueza de macrófitas (Thomaz *et al.* 2003). O fato de esta variável ter influenciado a ocorrência de apenas um dos gêneros pode-se dever à maior incidência de *Nitella* durante o período amostrado.

Em um estudo em lagos rasos, van den Berg *et al.* (2003), encontraram relação positiva entre fetch e o gênero *Chara* spp., que de acordo com os autores deve-se ao fato do gênero *Chara* ser potencialmente mais resistente aos distúrbios causados pelo fetch devido sua baixa estatura e por terem ocorrido em grande quantidade nos locais estudados.

Além do sugerido por aqueles autores, o gênero *Chara* possui uma camada de córtex protetor em grande parte de suas espécies, característica ausente no gênero *Nitella*, o que o torna potencialmente menos resistente aos distúrbios quando comparadas com *Chara*, podendo explicar as diferenças entre o encontrado por van den Berg *et al.* (2003) e o presente estudo.

A condutividade, considerada uma variável sumária que se relaciona com a quantidade de nutrientes, indica a disponibilidade de carbono inorgânico que pode ser utilizado por espécies de macrófitas como fonte alternativa de carbono nos processos fotossintetizantes (FUEM/Itaipu Binacional 2001-2002). Van den Berg *et al.* (2002), encontraram que concentrações baixas de carbono inorgânico promoveriam vantagem competitiva de *Chara* sobre a espécie *Potamogeton pectinatus*. Concentrações iônicas elevadas poderiam influenciar negativamente as espécies submersas, mais sensíveis à eutrofização, por diminuir a transparência da água (van den Berg *et al.* 1998, Thomaz *et al.* 2003).

Quanto à forma de carbono inorgânico utilizada, Vieira e Necchi (2003) encontraram para *Nitella. cernua* taxas fotossintéticas mais elevadas sob pH 4, sugerindo maior afinidade para carbono inorgânico na forma de dióxido de carbono. Para Vieira e Necchi (2006), apesar de *N. cernua* ter mostrado preferência por dióxido de carbono em pH baixo, também utilizou carbono na forma de bicarbonato.

No presente trabalho a condutividade não afetou significativamente a ocorrência da comunidade de Characeae. Entretanto, este pode ser um fator importante para sua presença, por afetar a transparência da água, e também na determinação da composição do grupo, pois as necessidades na tomada de carbono variam entre as diferentes espécies (van den Berg *et al.* 1998, Vieira e Necchi 2003, 2006).

De modo geral este trabalho evidenciou que a distribuição espacial de carófitos concorda com a distribuição das demais espécies de macrófitas submersas presentes no reservatório (Mormul *et al.* 2010, Thomaz *et al.* 2009), com fatores limnológicos e morfométricos que interferem na distribuição das demais submersas, influenciando também a comunidade de carófitos. A transparência da água foi a variável que mais interferiu na ocorrência do grupo estudado, corroborando com estudos anteriores com carófitos que demonstraram este como um dos fatores que contribuem grandemente para o estabelecimento desta comunidade, que parece realizar um feedback positivo com a transparência da água ao promover a estabilidade do sedimento.

Casanova e Brock (1996) hipotetizaram que, entre outros fatores, os padrões de germinação do oósporo podem ser utilizados para explicar a variação na distribuição dos carófitos em uma região da Austrália. Para os autores, diferentes padrões de germinação entre espécies e que, os oósporos podem apresentar sincronia na germinação, principalmente quando o ambiente sofre uma variação nos níveis de água, conforme ocorreu em 2000, momento anterior ao início das nossas coletas. Além disso, Steinman *et al.* (2001), ao estudarem carófitos de um grande lago subtropical, encontraram que a redução no nível de água aumenta a irradiância no fundo do lago, o que aumentaria as condições para o crescimento dos espécimes.

Estes, bem como o direcionamento dos estudos para outras famílias de macrófitas e a identificação intensiva em nível de espécie no presente estudo, podem de certo modo, explicar as diferenças encontradas entre 2001-2003, período posterior à normalização dos níveis de água no reservatório, e o levantamento de 2008 (Mormul *et al.* 2010). Entretanto, sugerimos estudos de outros fatores que potencialmente influenciam o estabelecimento, permanência e germinação dos carófitos, como nutrientes e competição, como medida essencial para a conservação e melhor compreensão da dinâmica desta comunidade.

Agradecimentos: Thamís Meurer agradece à Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI) pela concessão de bolsa de mestrado e à equipe de Sidinei Magela Thomaz pelo auxílio.

REFERÊNCIAS

- Bicudo, C. E. M., Menezes, M., 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil. São Paulo, Editora RiMa.
- Bicudo, R. M. T. 1972. O gênero *Chara* (Charophyceae) no Brasil. Doc. thesis. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Bini, L.M., Thomaz, S.M., Murphy K.J., Camargo, A.F.M., 1999. Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu reservoir, Brazil. *Hydrobiologia* 415: 147-154.

- Bini, L.M., Thomaz, S.M. 2005. Prediction of *Egeria najas* and *Egeria densa* occurrence in a large subtropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil-Paraguay). *Aquat. Bot.* 83, 227-238.
- Bueno, N. C., Bicudo, C. E. M. 1997. Characeae (Charophyceae) do Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil: *Nitella*. *Hoehnea* 2, 29-55.
- Bueno, N. C., Bicudo, C.E.M., 2006. Temporal variation of *Nitella furcata* subsp. *mucronata* var. *mucronata* f. *oligospira* (Charophyceae) in the Ninféias pond, São Paulo State, southeast Brazil. *Acta Bot. Brasil.* 20, 1-11.
- Bueno, N. C., Bicudo, C. E. M., 2008. Biomass and chemical composition of *Nitella furcata* subsp. *mucronata* var. *mucronata* f. *oligospira* (A. Braun) R. D. Wood (Chlorophyta, Characeae) in the litoral region of Ninféias pond, São Paulo, southeast Brazil. *Rev. Bras. Bot.* 31, 499-505.
- Bueno, N. C., Bicudo, C. E. M., Picelli-Vicentim, M. M., Ishii, I.I. 1996. Characeae (Charophyceae) do Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil: *Chara*. *Hoehnea* 24, 29-55
- Bueno, N. C., Bicudo, C. E. M., Biolo, S., Meurer, T. 2009. Levantamento taxonômico das Characeae (Chlorophyta) de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Brasil: *Chara*. *Rev. Bras. Bot.* 32, 735-750.
- Casanova, M.T. 1994. Vegetative and Reproductive Responses of Charophytes to Water-level Fluctuations in Permanent and Temporary Wetlands in Australia. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 45, 1409-1419.
- Casanova, M.T., Brock, M.A., 1996. Can oospore germination patterns explain charophytes distribution in permanent and temporary wetlands? *Aquat. Bot.* 54, 297-312.
- Carneiro, M. E. R., Azevedo, C., Ramalho, N. M., Knoppers, B., 1994. A biomassa de *Chara hornemannii* em relação ao comportamento físico-químico da lagoa de Piratininga (RJ). *Anais da Acad. Bras. de Ciências* 66, 213-222.
- Coops, H. 2002. Ecology of charophytes: an introduction. *Aquat. Bot.* 72, 205-208.
- de Winton, M.D., Casanova, M.T., Clayton, J.S., 2004. Charophyte germination and establishment under low irradiance. *Aquat. Bot.* 79, 175-187.
- FUEM/Itaipu Binacional 2001-2002. Relatório de macrófitas.

FUEM/Itaipu Binacional 2003-2005. Relatório de macrófitas

Groves, H., Groves, J. 1911. Characeae. In: *Symbolae Antillanae seu Fundamenta Florae Indiae Occidentalis*. Vol 7 (1).

Karol, K. G., McCourt, R. M., Cimino, M. T., Delwiche, C. F. 2001. The closest living relatives of land plants. *Science* 294, 2351.

Krause, W. 1997. Charales (Charophyceae). In: Ettl, H., Gärtner, G., Heyning, H. , Molenhauser, D. (eds). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Vol. 18. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Krupek, R.A., Branco, C.C.Z., Peres, C.K., 2008. Levantamento florístico das comunidades de macroalgas da bacia do Rio das Pedras, região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil. *Hoehnea* 35 (2), 189-208.

Kufel, L., Kufel, I., 2002. *Chara* beds acting as nutrient sinks in shallow lakes – a review. *Aquat. Bot.* 72, 249-260.

Martins, D., Consta, N.V., Terra, M.M., Marchi, S.R., 2008. Caracterização da comunidade de plantas aquáticas de dezoito reservatórios pertencentes a cinco bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. *Planta Daninha*, 26 (1) 17-32.

Martins, D., Pitelli, R.A., Tomazella, M.S., Tanaka, R.H., Rodrigues, A.C.P., 2009. Levantamento da infestação de plantas aquáticas em porto primavera antes do enchimento final do reservatório. *Planta Daninha* 27, 897-886.

Melo, A.S., Bini, L.M., Thomaz, S.M., 2007. Assessment of methods to estimate aquatic macrophyte species richness in extrapolated sample sizes. *Aquat. Bot.* 86, 377-384.

Meurer, T., Biolo, S., Bortolini, J. C., Bueno, N.C., 2008. Characeae (Chlorophyta) do Reservatório de Itaipu: *Chara braunii* Gmelin. *Rev. Bras. Biociências* 6, 3-4.

Moore, J. A., 1986. Charophytes of Great Britain and Ireland. Botanical Society of the British Isles, London.

Mormul, R.P, Ferreira, F.A., Michelan, T.S., Carvalho, P., Silveira, M.J., Thomaz, S.M., 2010. Aquatic macrophytes in the large, sub-tropical Itaipu Reservoir, Brazil. *Rev. Biol. Trop.* 58 (4),1437-1452.

- Mulderij, G., Van Donk, E., Roelofs, G.M., 2003. Differential sensitivity of green algae to allelopathic substances from *Chara*. *Hydrobiologia* 491:261-271.
- Nõges, P., Tuvikene, L., Feldman, T., Tõnno, I., Künnap, H., Luup, H., Salujõe, J. Nõges, T., 2003. The role of charophytes in increasing water transparency: a case study of two shallow lakes in Estonia. *Hydrobiologia* 506-509: 567-573.
- Noordhuis, R., van der Molen, D.T., van den Berg, M.S. 2002. Response of herbivorous water-birds to the return of *Chara* in Lake Veluwemeer, The Netherlands. *Aquat. Bot.* 72, 349-367.
- Pagioro, T.A., Thomaz, S.M., 2002. Longitudinal patterns of sedimentation in a deep, monomictic subtropical reservoir (Itaipu, Brazil-Paraguay). *Arch. Hydrobiol.* 154, 515-528.
- Palma-Silva, C., Albertoni, E. F., Esteves, F. A., 2002a. Clear water associated with biomass and nutrient variation during the growth of a Charophyte stand after a drawdown, in a tropical coastal lagoon. *Hydrobiologia* 482: 79-87.
- Palma-Silva, C., Albertoni, E. F., Esteves, F. A., 2002b. The role of charophytes primary production in a coastal lagoon subjected to human impacts (RJ, Brazil). *Acta Limnol. Brasiliensia* 14, 59-69.
- Palma-Silva, C., Albertoni, E. F., Esteves, F. A., 2004. Charophytes as a nutrient and energy reservoir in a tropical coastal lagoon impacted by humans (RJ, Brazil). *Braz. Journ. of Biol.* 64, 479-487.
- Picelli-Vicentim, M. M., Bicudo, C.E.M., Bueno, N.C., 2004. Flora ficológica do Estado de São Paulo, 5: Charophyceae. RiMa Editora.
- Pott, V.J., Pott, A., 2000. Plantas Aquáticas do Pantanal. Brasília: Embrapa, 404p.
- Prado, J. F., 2003. Characeae do Rio Grande do Sul, Brasil. Doc. thesis. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Proctor, V. W., Griffin III, D. G. Hotchkiss, A.T., 1971. A sinopsis of the genus *Chara*, series *Gymnobasalia* (subsection *Willdenowia* R.D. Wood). *Amer. Journ. of Bot.* 58, 894-901.

- Rip, W.J., Eawee, N., de Jong, A., 2006. Alternation between clear, high-vegetation and turbid, low-vegetation states in shallow lake: the role of birds. *Aquat. Bot.* 85: 184-190.
- Rodrigo, M. A., Rojo, C., Alvarez-Cobelas, M., Cirujano, S. 2007. *Chara hispida* beds as a sink of nitrogen: Evidence from growth, nitrogen uptake and decomposition. *Aquat. Bot.* 87, 7-14.
- Schwarz, A-M., de Winton, M., Hawes, I., 2002. Species-specific depth zonation in New Zealand charophytes as a function of light availability. *Aquat. Bot.* 72, 209-217.
- Steinman, A. D., Havens, K. E., Rodusky, A. J., Sharfstein, B., James, T., Harwell, M. C., 2002. The influence of environmental variables and a managed recession on the growth of charophytes in a large, subtropical lake. *Aquat. Bot.* 72, 297-333.
- Ter Braak, C.J.F., Looman, C.W.N., 1986. Weighted averaging, logistic regression and the Gaussian response model. *Vegetatio* 65, 3–11.
- Thomaz, S.M., Bini, L.M., Souza, M.C., Kita, K.K., Camargo, A.F.M., 1999. Aquatic macrophytes of Itaipu reservoir, Brazil: survey of species and ecological considerations. *Braz. Arch. Biol. Tech.* 42, 15–22.
- Thomaz, S.M., Souza, D.C., Bini, L.M., 2003. Species richness and beta diversity of aquatic macrophytes in a large sub-tropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil): the influence of limnology and morphometry. *Hydrobiologia* 505, 119-128.
- Thomaz, S.M., Pagioro, T.A., Bini, L.M., Murphy, K.J., 2006. Effect of reservoir drawdown on biomass of three species of aquatic macrophytes in a large subtropical reservoir (Itaipu, Brazil). *Hydrobiologia* 570, 53-59.
- Thomaz, S.M., Carvalho, P., Mormul, R.P., Ferreira, F.A., Silveira, M.J., Michelin, T.S., 2009. Temporal trends and effects of diversity on occurrence of exotic macrophytes in a large reservoir. *Acta Oecologica* 35, 614-620.
- Van den Berg, M.S., Joosse, W., Coops, H., 2003. A statistical model predicting the occurrence and dynamics of submerged macrophytes in shallow lakes in the Netherlands. *Hydrobiologia* 506-509: 611-623.
- van de Bund, W. J., van Donk, E., 2004. Effects of fish and nutrient additions on food-web stability in a charophyte-dominated lake. *Fresh. Biol.* 49, 1565-1573.

- van Donk, E. and van de Bund, E., 2002. Impact of submerged macrophytes including charophytes on phyto- and zooplankton communities: allelopathy versus other mechanisms. *Aquat. Bot.* 72, 261-274.
- Veerman, C. P., Escher, R., Klein, J. J. M., 2003. Nitrogen uptake and translocation by *Chara*. *Aquat. Bot.* 76 (3), 345-358.
- Vieira Junior, J., Necchi Junior, O., 2003. Photosynthetic characteristic of charophytes from tropical lotic ecosystems. *Phycol. Research* 51: 51-60.
- Vieira Junior, J., Necchi Junior, O., 2006. Photosynthetic characteristics of a tropical population of *Nitella cernua* (Characeae, Chlorophyta). *Braz. Journ. of Physiol.* 18, 379-388.
- Wood, R. D., Imahori, K., 1964. A revision of the Characeae, 2: iconograph of the Characeae. J. Cramer, Weinhen.
- Wood, R. D., Imahori, K., 1965. A revision of the Characeae, 1: monograph of the Characeae. J. Cramer, Weinhen.

CAPÍTULO I

MEURER E BUENO: CHARACEAE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU

Os gêneros *Chara* e *Nitella* (Chlorophyta, Characeae) em um reservatório subtropical (Itaipu – Brasil).

Thamis Meurer, ^{1,2} Norma Catarina Bueno ¹

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Caixa Postal 711, 85814-110 Cascavel, PR,
Brasil.

² Autor para Correspondência (thamismeurer@gmail.com)

RESUMO

A família Characeae, representada no Brasil pelos gêneros *Chara* e *Nitella*, é considerada a ancestral mais próxima das plantas terrestres e possui uma série de papéis ecológicos. O presente trabalho objetivou realizar o levantamento florístico dos gêneros *Chara* e *Nitella* (Characeae, Chlorophyta) no reservatório de Itaipu (24°05'S e 25°33'S; 54°00'W e 54°37'W), formado no rio Paraná. Foram realizadas coletas em oito braços de rios da margem brasileira do reservatório (Arroio Guaçu, São Francisco Verdadeiro, São Francisco Falso, São Vicente, São João, Ocoí, Pinto e Passo Cuê), que resultaram na identificação, ilustração e descrição de treze espécies: *Chara braunii* var. *brasiliensis* R. Bicudo, *Chara guairensis* R. Bicudo, *Nitella acuminata* A. Braun ex Wallman, *N. furcata* (Roxburgh ex Bruzileus) C. Agardh e *N. subglomerata* A. Braun, já registradas para o reservatório e *Chara hidropitys* Reichenbach, *C. rusbyana* Howe, *Nitella axillaris* A. Braun, *N. glaziovii* G. Zeller, *N. gracilis* (Smith) C. Agardh, *N. hyalina* (DC) C. Agardh, *N. inversa* Imahori e *N. microcarpa* Braun, todas novas citações no reservatório de Itaipu e Estado do Paraná. *Chara guairensis*, *Nitella furcata* e *Nitella glaziovii* apresentaram as maiores abrangências geográficas, enquanto *Chara hidropitys* e *Chara rusbyana* apresentaram distribuição mais restrita.

Palavras-chave –

Charophyceae; macroalga; macrófita submersa; planta aquática; taxonomia.

INTRODUÇÃO

As Characeae constituem uma família única de algas graças ao seu porte macroscópico e à grande complexidade morfológica, tanto da organização do talo quanto das estruturas dos gametângios masculino e feminino. São consideradas as ancestrais mais próximas das plantas terrestres (Karol et al. 2001) e desempenham uma série de papéis ecológicos, aumentando a transparência da coluna d'água, constituindo importantes reservatórios de nutrientes, demonstrando a boa qualidade do ambiente e correlacionando-se direta e indiretamente com o fitoplâncton e o zooplâncton (Coops 2002; Kufel e Kufel 2002; Schwarz et al. 2002; van Donk e van de Bund 2002; Rodrigo et al. 2007).

O gênero *Chara* é representado por macroalgas eretas, providas de corticação –salvo exceções - e ápice do gametângio feminino apresentando cinco células. Os trabalhos que citam a ocorrência do gênero *Chara* no reservatório de Itaipu – BR são: Thomaz et al. (1999, 2003), Meurer et al. (2008), Mormul et al. (2010) e mais recentemente, Bueno et al. (2011), com os registros de *Chara* sp., *Chara braunii* var. *brasiliensis*, *Chara diaphana*, *Chara guairensis* e *Chara kenoyeri*. O gênero *Nitella* é representado por macroalgas eretas, sésseis, ecorticadas, com ramos e râmulos e eixo principal diferenciados em nós e entrenós. Informações a respeito do gênero *Nitella* no reservatório de Itaipu são escassas, encontradas principalmente em trabalhos de cunho ecológico e levantamentos: *N. acuminata* A. Braun ex Wallman, *N. furcata* (Roxburgh ex Bruzileus) C. Agardh, *N. furcata* subsp. *mucronata* (A. Braun) R. D. Wood e *N. subglomerata* A. Braun (Thomaz et al. 1999, 2003; Mormul et al. 2010).

Considerando sua importância para a manutenção dos ecossistemas aquáticos, este trabalho é o inventário pioneiro para os gêneros *Chara* e *Nitella* no reservatório de Itaipu e teve o objetivo contribuir com o conhecimento da composição da flora carofítica da margem brasileira do reservatório de Itaipu, (Paraná, Brasil), através da caracterização morfológica e

variações dos espécimes amostrados, comparando-os brevemente com registros anteriormente realizados no país.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas 126 amostras provenientes de coleções dos herbários SP (Instituto de Botânica, São Paulo) e UNOP (Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná), resultantes de estudos realizados na margem brasileira do reservatório de Itaipu, formado no rio Paraná (24°05'S e 25°33'S; 54°00'W e 54°37'W), na divisa do Brasil-Paraguai. O reservatório possui tempo de residência da água de aproximadamente 40 dias e de acordo com as concentrações de nutrientes o corpo central tem características oligotróficas, enquanto os braços da margem esquerda apresentam características mesotróficas ou eutróficas (Bini et al. 1999).

Os braços dos rios Arroio Guaçú, São Francisco Verdadeiro, São Francisco Falso, São Vicente, São João, Ocoí, Pinto e Passo Cuê, tributários do reservatório, foram percorridos de barco desde a foz dos rios até as regiões que se aproximavam do corpo central do reservatório. Em velocidade baixa e constante, um rastelo foi arrastado nos 235 pontos, quando localizadas, as macroalgas submersas da família Characeae eram coletadas.

As amostras foram lavadas em água corrente para retirada de material aderido e o preparo do material para estudo seguiu os métodos em Bicudo (1974) e Bicudo e Menezes (2006). O material foi conservado em solução Transeau e analisado em lupa e microscópio binocular acoplado com câmara clara e ocular micrometrada e identificadas até o menor nível taxonômico. A classificação seguiu Krause (1997) e as seguintes literaturas foram consultadas para as identificações e discussões dos espécimes: Bicudo (1974, 1977, 1979), Bueno et al.

(1996), Bueno et al (2009), Groves e Groves (1911), Moore (1986), Picelli-Vicentim et al. (2004), Proctor et al. (1971), Vieira Junior et al. (2003), Wood e Imahori (1964, 1965).

RESULTADOS

Tratamento taxonômico

CHARA BRAUNII Gmelin var. BRASILIENSIS R. Bicudo, Rickia 8: 20, pl. 2. 1979. — TYPE:

BRAZIL. Rio Claro, *Vital* s.n. 1970 (holotype: SP).

Plantas monóicas, 20 cm alt. Entrenós: 0.6-2.6 cm. Caulóide: 416-750 µm diâm. Córtex: ausente. Células espiniformes: ausentes. Estipulóides: haplostéfanos, 291-541 µm compr. × 58-100 µm diâm. Râmulos: 7-9(-11), 1.3-2.9 cm compr., segmentos 5-6, ecorticados. Segmento apical: ecorticado, com coroa de brácteas, 183-437 µm compr. × 62-104 µm diâm. Brácteas: 2-4, 167-702 µm compr. × 62-104 µm diâm. Bractéolas: 2, 604-1,300 µm compr. × 78-130 µm diâm. Gametângios: 1º-2º nós. Núculas: 1 por nó, 541-1,274 µm compr. × 374-702 µm diâm. Corônula: 156-286 µm compr. × 191-291 µm diâm., divergentes. Convoluções: 10-11. Oósporos: 600-754 µm compr. × 364-494 µm diâm, parede finamente granulada, estrias: 7-9, fossa: 51-82 µm larg. Glóbulo: 312-408 µm diâm. Escudos: 8, triangulares. Figura 1.

Comentários – *Chara braunii* var. *brasiliensis* R. Bicudo é semelhante à *Chara socotrensis* Nordstedt emend. R. D. Wood., devido à presença de gametângios no nó basal dos râmulos, diferindo entre si devido à presença de uma coroa de brácteas no ápice dos râmulos de *Chara braunii*, característica ausente em *C. socotrensis*.

A var. *brasiliensis* foi descrita por Bicudo (1979) e os espécimes amostrados no presente trabalho concordam com as características apontadas naquele trabalho. Casanova

(2005) trata que muitos dos táxons descritos originalmente em um continente podem ser semelhantes à espécimes encontrados em outros continentes, mas devem ser eventualmente considerados como diferentes espécies, variedades ou formas taxonômicas, assim como o apontado por Proctor (1971).

Distribuição Geográfica no Brasil - Paraná (Meurer et al. 2008; Bueno et al. 2011). São Paulo (Bicudo 1972, 1979; Picelli-Vicentim 1990; Necchi Junior et al. 1994, 1997, 2000; Vieira Junior 2001; Picelli-Vicentim et al. 2004), Rio Grande do Sul (Prado 2003).

Materiais examinados- BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: rio Passo Cuê, 8/VIII/2002, Thomaz e Pagioro (UNOP2918); rio São Francisco Falso, 16/VIII/2002, Thomaz e Pagioro (UNOP2037), 16/VIII/2002, Thomaz e Pagioro (UNOP3003), 18/VIII/2002, Thomaz e Pagioro (UNOP1850), 11/II/2003, Thomaz e Pagioro (UNOP2995).

CHARA GUAIRENSIS R. Bicudo, Rickia 6: 145, pl. 4, fig. 1-11. 1974. — TYPE: BRAZIL.

Guaíra, Paraná State. *D. M. Vital* (holotype: SP).

Plantas monóicas, 12-41 cm alt. Caulóide: 460-1,083 µm diâm. Entrenós: 0.7-7.3 cm compr. Córtex: triplóstico. Células espiniformes: solitárias, 31-396 µm compr. × 41-93 µm diâm. Estipulóides: diplostéfanos, superiores 423-1,352 µm compr. × 75-150 µm diâm., inferiores (208-)333-1,400 µm compr. × 74-133 µm diâm. Râmulos: 9-13(-15), 0.9-5.5 cm compr. × 360-540 µm diâm., segmento basal ecorticado, 540-1,290 µm compr. × 300-479 µm diâm., segmentos intercalares 6-12, corticados, segmento apical ecorticado, rodeado por brácteas. Brácteas: 5-6, verticiladas, 155-1,978 µm compr. × 62-180 µm diâm. Bractéolas: 4, 580-1,560 µm compr. × 80-250 µm diâm. Gametângios: sejuntos, 1º-6º nós. Núcula: 1 por nó, 725-1,040 µm compr. × 396-568 µm diâm. Corônula: divergente, 114-208 µm compr. × 192-291 µm diâm. Convoluções: 11-12. Oósporo: 441-666 µm compr. × 312-442 µm diâm, parede granulada, estrias: 9-11, fossa: 40-78 µm larg. Glóbulo: 237-598 µm diâm. Escudos: 8,

triangulares. Figura 1.

Comentários – *Chara guaiensis* R. Bicudo caracteriza-se por longas brácteas, gametângios sejtos e nó basal fértil. O espécime já havia sido registrado anteriormente no reservatório de Itaipu em estações de amostragem distintas, estando estes novos registros ampliando o conhecimento de sua distribuição na região.

Distribuição Geográfica no Brasil - Mato Grosso (Bueno et al. 2009), Mato Grosso do Sul (Bueno et al. 2009; Bueno et al. 1996), Paraná (Bicudo 1972, 1974; Bueno et al. 2011), São Paulo (Picelli-Vicentim 1990; Vieira Junior 2001; Vieira Junior e Necchi Junior 2002; Vieira Junior et al. 2003; Picelli-Vicentim et al. 2004), Rio Grande do Sul (Prado 2003).

Materiais examinados- BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: rio Passo Cuê, 08-VIII-2002, Thomaz e Pagioro (UNOP2073); rio Ocoí, 14/VIII/2002, Thomaz e Pagioro (UNOP2080); rio São João, 12/VIII/2002, Thomaz e Pagioro (UNOP2108), 12/VIII/2003, Thomaz e Pagioro (UNOP1843), 20/II/2003, Thomaz e Pagioro (UNOP2180); rio São Vicente, 13/VIII/2002, Thomaz e Pagioro (UNOP2922), 13/II/2003, Thomaz e Pagioro (UNOP1796, SP371087); rio Pinto, 25/II/2003, Thomaz e Pagioro (UNOP1664, SP371093), 27/II/2003, Thomaz e Pagioro (UNOP2149), 27/II/2003, Thomaz e Pagioro (UNOP2152).

CHARA HYDROPITYS Reichenbach in Möessler's Handbuch der Gewächskunde 3: 1669. 1834.

— TYPE: lectotype. REPUBLIC OF SURINAME, Suriname, *Weigelt*.

Plantas monóicas, 15 cm alt. Entrenós: 0.3-1 vez o comprimento dos râmulos verticilados. Caulóide: 590-728 µm diâm. Córtex: triplóstico, isóstico. Células espiniformes: 31-33 µm compr. × 42 µm diâm. Células espiniformes e estipulóides: obscuros. Estipulóides: haplostéfanos, 433-649 µm compr. × 62-82 µm diâm. Râmulos: 9-12, segmentos intercalares (5-)6-7, 0-2-corticados. Segmento basal: ecorticado. Segmento apical: ecorticado com brácteas. Brácteas: 4-6, (158-)1,706 µm compr. × 50-156 µm diâm. Bractéolas: 1,040-1,612

μm compr. $\times$ 50-156 μm diâm. Gametângios: conjuntos, 1º-4º nós. Núculas: 716-837 μm compr. $\times$ 450-566 μm diâm. Corônula: divergente, 100-108 μm compr. $\times$ 192-225 μm diâm., Convoluções: 11-12. Oósporos: 700 μm compr. $\times$ 300 μm diâm., parede lisa, estrias: 10-11. Glóbulos: 312-338 μm diâm. Escudos: 8, triangulares. Figura 1.

Comentários – Esta é a primeira citação para o Estado do Paraná.

Extensa discussão sobre a espécie é encontrada na publicação recente de Bueno et al. (2011). Os espécimes presentemente analisados apresentam entre nove e 12 râmulos, entre cinco e sete segmentos intercalares, sendo até dois dos segmentos providos de corticação, concordando com a descrição de *Chara hydropitys* Reichenbach.

Distribuição Geográfica no Brasil - como *C. fibrosa* var. *hydropitys*: Bahia (Bicudo 1972, 1974), Maranhão (Bicudo 1972, 1974), Mato Grosso (Bueno et al. 2009), Mato Grosso do Sul (Bicudo 1972, 1974; Bueno et al. 1996, 2009), Rio Grande do Sul (Prado 2003).

Materiais examinados- BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: São João, 14/II/2002, Thomaz e Pagioro (UNOP1745).

CHARA RUSBYANA Howe, Field Museum of Natural History: série Botânica 4(6): 160. 1929.

— TYPE: BOLIVIA. Mouth of Ingenia River, *Rusby* 692. (holotype: NY).

Plantas dióicas. Caulóide: 650 μm diâm. Entrenós: 1-1.3 cm compr. Córtex: triplóstico, isóstico. Células espiniformes: 134 μm compr. $\times$ 82 μm diâm. Estipulódios: diplostéfanos, superiores 728-754 μm compr. $\times$ 78 μm diâm., inferiores 312-433 μm compr. $\times$ 130-390 μm diâm. Râmulos: 9-14. Segmento basal: ecorticado. Segmentos intercalares: 6-12, corticados. Segmento apical: 1-2, ecorticados com brácteas. Brácteas: 5-8, 257 μm compr. $\times$ 82 μm diâm. Bractéolas: 2, 910 μm compr. $\times$ 78 μm diâm. Gametângios: sejuntos, 2º-5º nós. Núcula: 1 por nó, 1,014 μm compr. $\times$ 520 μm diâm. Corônula: convergentes e divergentes,

130 μm compr. $\times$ 208 μm diâm. Convoluções: 12. Oósporos: 624 μm compr. $\times$ 442 μm diâm. parede homogênea, estrias: 10.. Glóbulos: não observados. Figura 1.

Comentários – De acordo com Proctor (1971) esta espécie é restrita à América do Sul. Assemelha-se à *Chara kenoyeri* Howe, diferindo desta por possuir a relação bráctea-segumento do râmulo inferior a um. Esta é a primeira citação para o Estado do Paraná.

Distribuição Geográfica no Brasil - Mato Grosso (Braun e Nordstedt 1883; Howe 1929; Bicudo 1972, 1974), Mato Grosso do Sul (Bueno et al. 1996, 2009), Minas Gerais, Pernambuco, Piauí, Santa Catarina (Braun e Nordstedt 1883; Bicudo 1972, 1974), São Paulo (Braun e Nordstedt 1883; Bicudo 1972, 1974; Picelli-Vicentim 1990; Picelli-Vicentim et al. 2004), Rio Grande do Sul (Prado 2003).

Materiais examinados- BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: Rio Ocoí, 14/VIII/2002, Thomaz e Pagioro (UNOP1599).

NITELLA ACUMINATA A. Braun ex Wallman, Försök till en systematisk uppställning af växfamiljen Characeae 35. 1853.

Plantas monóicas, ca. 15 cm alt. Caulóide: 416-676 μm diâm. Entrenós: 1-3.2 cm compr. Râmulos verticilados: monomórficos, 6-8, 1-furcados, 1-2 cm compr. Raios primários: 6-8, 6-7 mm compr. Dáctilos: 2-5, 1-celulados, 2-7.8 mm compr. $\times$ 112-312 μm diâm. Capítulos: ausentes. Gametângios: conjuntos, sésseis, raro pedunculados. Núculas: 1-2 por nó, 330-453 μm compr. $\times$ 288-340 μm diâm., convoluções 9-10, corônula 31-41 μm compr., 41-51 μm diâm. Oósporos: 247-319 μm compr., 196-227 μm diâm., parede finamente granulada, estrias 7, fossa 42-55 μm larg. Glóbulos: (154-)185-319 μm diâm., escudos 8, triangulares. Figura 2.

Comentários - Os espécimes examinados apresentaram as características diagnósticas para *N. acuminata* A. Braun ex Wallman, tais como dáctilos 1-celulados, ausência de capítulos, râmulos monomórficos e 1-furcados (Bicudo 1969, Bicudo e Yamaoka 1978, Picelli-Vicentim et al. 2004). A variação métrica das estruturas observadas ficou dentro dos limites publicados para o país. A amostra UNOP1767 apresentou as maiores núculas (453 μm compr.) e glóbulos (319 μm diâm.), enquanto UNOP1305 os maiores oósporos (319 μm compr.).

Distribuição Geográfica no Brasil - Mato Grosso do Sul (Bueno e Bicudo 1997), Paraná (Thomaz et al. 2003), Rio de Janeiro (Bicudo 1969; Bicudo e Yamaoka 1978), São Paulo (Picelli-Vicentim 1990; Bicudo 1969; Bicudo e Yamaoka 1978; Picelli-Vicentim e Bicudo 1993; Picelli-Vicentim et al. 2004) e Rio Grande do Sul (Prado 2003).

Materiais examinados- BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: rio São João, 22-II-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1767); rio Ocoí, 19-II-2003, S. M.

Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2117); 11-I-2001, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1643); rio Pinto, 27-I-2002 (UNOP1305).

NITELLA AXILLARIS A. Braun, Monatsbericht der deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1858:356. 1858.

Plantas monóicas, 35-40 cm alt.; incrustação calcárea ausente. Caulóide: 468-1,092 μm diâm. Entrenós: 1-6.7 cm compr. Râmulos: dimórficos, aparentemente não furcados, porém 1-furcados, férteis reduzidos. Râmulos Estéreis: 6-9, simulando simples, porém 1-furcados, 0,5-3 cm compr. $\times$ 260-1,000 μm diâm., raios primários: 6-9, constituindo praticamente todo o comprimento do râmulo, 0.4-2.7 cm compr., dáctilos: 3-5, 2-celulados, mucroniformes, 312-962 μm compr. $\times$ 78-260 μm diâm. Râmulos Férteis: 7-8, 1-furcados, 1,290-1,648 μm compr., dispostos em capítulos, dáctilos 3-5, 2-celulados, 286-650 μm compr. $\times$ 62-156 μm diâm. Capítulos: axilares, 1-3 por verticilo, pedunculados ou não, 1-3 mm diâm. Gametângios: conjuntos. Núculas: 1-3 por nó, 288-515 μm compr. $\times$ 247-381 μm diâm., convoluções 8-9, corônula 31-51 μm compr. $\times$ 50-72 μm diâm. Oósporos: 247-330 μm compr. $\times$ 237-288 μm diâm., parede reticulada, estrias 6-7, fossa 40-70 μm diâm. Glóbulos: 154-598 μm diâm., escudos 8, triangulares. Figura 2.

Comentários - É o primeiro registro de *Nitella axillaris* para o Estado do Paraná. O material analisado está de acordo com Bueno e Bicudo (1997), Picelli-Vicentim (1990), Picelli-Vicentim e Bicudo (1993) e Wood e Imahori (1964, 1965). Houve variação métrica no limite superior dos glóbulos que passou de 250 μm diâm. (Prado 2003) para 598 μm (UNOP1357). Exemplares provenientes do Rio Ocoí apresentaram as maiores núculas e oósporos (UNOP2086), e menores glóbulos (UNOP2086) e oósporos (UNOP1632). O maior

valor para os glóbulos foi registrado em material proveniente do braço do Rio São Francisco Falso (UNOP1357).

Nitella axillaris A. Braun foi tratada como variedade de *Nitella translucens* por Wood e Imahori (1965). Moore (1986) registrou que oósporos de *N. translucens* são alongados, ovóides, apresentam ornamentação finamente reticulada e 5-6 estrias. Sakayama et al. (2002) registraram por sua vez que oósporos de *N. axillaris* são ovóides e exibem ornamentação da parede do oósporo fortemente reticulada e 6-7 estrias. Análises filogenéticas moleculares mostram que *N. axillaris* e *N. translucens* são espécies distintas (Sakayama 2008).

Distribuição Geográfica no Brasil - [= *Nitella translucens* (Persoon) C. Agardh emend. R.D. Wood subsp. *translucens* var. *axillaris* (A. Braun) R.D. Wood f. *axillaris*]. Mato Grosso do Sul (Bueno e Bicudo 1997), Pernambuco (Wood e Imahori 1965), São Paulo (Picelli-Vicentim 1990; Picelli-Vicentim e Bicudo 1993; Picelli-Vicentim et al. 2004) e Rio Grande do Sul (Prado 2003).

Materiais examinados- BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: rio São Francisco Falso, 25-IV-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1357); rio São Vicente, 13-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2921); 31-I-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1342); rio São João, 20-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1750); 22-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2895); rio Ocoí, 17-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1641); 23-I-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1304); 14-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1618); 14-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2086); 19-III-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1621); 27-I-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1309); 14-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1632).

NITELLA FURCATA (Roxburgh ex Bruzileus) C. Agardh. Systema Algarum, p.124. 1824.

Plantas monóicas, 21(-40) cm alt.; incrustação calcárea ausente. Caulóide: 312-910 μm diâm. Entrenós: 0.6-5.7 cm compr. Râmulos: monomórficos, 5-8, 2-3(-4)-furcados, 0.8-3.8 cm compr. Raios Primários: 5-8, 0.3-1.7 cm compr. Raios Secundários: 4-6. Terciários: 3-5. Quaternários: 2-4. Dáctilos: 2-3(-4), formando coroa, 2-3-celulados, célula terminal de ápice cônico, acuminado ou agudo, predominando os abreviados, 113-3,380 μm compr. $\times$ 52-208 μm diâm. Capítulos: ausentes. Gametângios: conjuntos e sejtos, às vezes curto-pedunculados. Núculas: 1-5(-6) por nó, 309-624 μm compr. $\times$ 237-443 μm diâm., convoluções 6-9, corônula convergente, (31-)41-77 μm compr. $\times$ 50-93 μm diâm. Oósporos: 227-319 μm compr. $\times$ 175-330 μm diâm., parede reticulada, estrias 5-7, fossa 40-82 μm larg.. Glóbulos (144-)175-364 μm diâm., escudos 8, triangulares. Figura 2.

Comentários - *Nitella furcata* caracteriza-se por ser monóica, por apresentar râmulos homocleomos, gametângios ausentes na base do verticilo, dáctilos mucronados, predominantemente abreviados, formando coroa 2-4-cuspidada e capítulos raramente formados (Zaneveld 1940; Horn af Rantzien 1949; Wood e Imahori 1965). Os materiais analisados apresentaram padrão reticulado de ornamentação dos oósporos, concordando com o encontrado por Mandal et al. (1995) e Sakayama et al. (2002).

Os maiores valores métricos para as núculas e oósporos foram registrados em UNOP1670 e UNOP1677, respectivamente. A unidade amostral UNOP1672 apresentou os menores valores para os glóbulos e UNOP2182 os menores valores para os oósporos. Houve variação métrica das estruturas quando comparadas com o observado por Prado (2003), o limite métrico superior dos dáctilos foi aumentado de 1260 μm compr. para 3380 μm , dos glóbulos de 310 μm diâm. para 364 μm e no limite inferior da corônula, que passou de 52 μm compr. para 31 μm .

Distribuição Geográfica no Brasil - Paraná – reservatório de Itaipu (Thomaz et al. 1999) e Rio Grande do Sul (Prado 2003).

Materiais examinados - BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: rio São Francisco Falso, 24-XII-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1728); 25-IV-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1351); 10-X-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1773); 12-XI-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1692); 24-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1691); 16-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1702); 26-II-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2902); 16-II-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1708); 26-VI-2001, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1711); 11-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2129); 11-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1815); 11-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1718); 11-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1719); 11-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1724); 11-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1723); rio São Vicente, 13-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1777); 13-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP3005); 13-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1788); 13-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1790); 12-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1791); 13-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1799); 13-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1807); rio São João, 12-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1733); 12-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1836); 20-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2187); 12-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2105); 12-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2108); 12-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1749); rio Ocoí, 11-I-2001, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1642); 14-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1613); 14-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1627); 14-VIII-2002, S. M. Thomaz e

T. A. Pagioro s.n. (UNOP1603); 14-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T.A. Pagioro* (UNOP1620); 14-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1623); 14-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1625); 14-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP2080); 14-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP2079); 14-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1630); 27-VIII-2001, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1640); rio Pinto, 09-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1661); 09-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1670); 27-II-2003, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1672); 09-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1677); 09-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP2071); 09-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1673); 27-II-2003, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP2152); 27-II-2003, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1676); 09-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1679); rio Passo Cuê, 26-II-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1652); 26-II-2003, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1656); 26-II-2003, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1659).

NITELLA GLAZIOVII G. Zeller *in* Warming 1876:428.

Plantas monóicas, incrustação calcárea ausente. Caulóide: 360-780 μm diâm. Entrenós: 1.4-4.5 cm compr. Râmulos: monomórficos, 2-3-4 furcados, 1-2.7 cm compr. Raios Primários: 7-8, 0,2-1,4 mm compr. Raios Secundários: 4-5, 1 é ocasionalmente central e reduzido. Raios Terciários: 3-4. Raios quaternários: 2-3. Dáctilos: 2-3, 2-3-celulados, 130-2,548 μm compr. $\times$ 52-156 μm diâm., predominando os abreviados, célula terminal cônica, ápice agudo. Capítulos: ausentes. Gametângios: conjuntos, na base de todas as furcações. Núculas: 1-2 por nó, (268-)309-566 μm compr. $\times$ 299-468 μm diâm., convoluções 6-8, corônula 45-75 μm compr. $\times$ 60-80 μm diâm. Oósporos 225-309 μm compr. $\times$ 185-257 μm

diâm., parede reticulada, estrias 5-6, fossa 45-63 µm compr. Glóbulos: 165-312 µm diâm., escudos 8, triangulares. Figura 2.

Comentários - É o primeiro registro para o Estado do Paraná. A espécie já havia sido citada para o Estado do Rio de Janeiro Wood e Imahori (1964, 1965). A citação da espécie em Bicudo (1969) foi posteriormente corrigida para *N. furcata* subsp. *furcata* var. *sieberi* f. *japonica*.

N. glaziovii apresenta uma ou duas núculas por furcação, até quatro furcações por ramo e padrão de ornamentação do oósporo semelhante aos padrões reticulados apresentados por Wood e Imahori (1965), Sakayama (2008). Assemelha-se à *N. gracilens* devido ao número de gametângios por furcação e presença de dáctilos predominantemente abreviados, porém esta, com registro apenas no Japão apresenta até 3 furcações no ramo e padrão de ornamentação do oósporo finamente granulado, características não observadas nos materiais estudados.

Distribuição Geográfica no Brasil - Rio de Janeiro (Wood e Imahori 1964,1965 [= *Nitella furcata* (Roxb. ex Bruz.) Ag. emend. R.D.Wood var. *sieberi* (A. Braun) R.D.Wood f. *glaziovii*]).

Materiais examinados - BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: rio Arroio Guaçu, 10-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1584); rio São Francisco Falso, 24-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1694); 16-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1700); 12-XI-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1690); rio São Vicente, 13-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2171, UNOP1808); rio São João, 20-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1817); rio Ocoí, 25-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1633); rio Pinto, 27-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2149); 25-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1662); rio

Passo Cuê, 08-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1649); 08-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1651); S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2075).

NITELLA GRACILIS (Smith) C. Agardh, Systema Algarum, p.125. 1824.

Plantas monóicas, incrustação calcárea ausente. Caulóide: 234-650 µm diâm. Entrenós: 1.1-1.8 cm compr. Râmulos: monomórficos, 5-7, 2-3-furcados, 1.2-3.2 cm compr. Raios Primários: 5-7, 0.4-1.3 cm compr. Raios Secundários: 3-5. Raios Terciários: 3-4. Dáctilos: 2-3, 2-3-celulados, 156-5,590 µm compr. × 78-130 µm diâm., predominando os alongados, delgados, alguns abreviados, célula subterminal cilíndrica, célula terminal cônica, ápice agudo. Capítulos: ausentes, verticilos superiores ocasionalmente compactados, sem mucos. Gametângios: conjuntos ou sejuntos, na base de todas as furcações, raro na basal. Núculas: 1(-2) por nó, 350-463 µm compr. × 300-371 µm diâm., convoluções 8-10, corônula 38-52 µm compr., 51-65 µm diâm. Oósporos: 299-319 µm compr. × 185-288 µm diâm., estrias 6-7, fossa 43-63 µm larg. Glóbulos: 227-338 µm diâm., escudos 8, triangulares. Figura 3.

Comentários - *N. gracilis* Smith [= *N. gracilis* (Smith) C. Agardh emend. R.D. Wood subsp. *gracilis* var. *gracilis* f. *gracilis*] é monóica, apresenta râmulos com duas a três furcações, dáctilos dois a três celulados de ápice agudo, parede do oósporo finamente granulada e possui de 6-7 estrias (Schubert e Blindow 2004). Foi registrada pela primeira vez no Brasil para o Estado do Rio Grande do Sul por Astorino (1983), juntamente com *N. hawaiiensis* [= *N. gracilis* (Smith) C. Agardh emend. R.D. Wood subsp. *gracilis* var. *hawaiiensis* (Nordstedt) R.D. Wood]. É o primeiro registro da ocorrência da espécie no Estado do Paraná.

Houve variação nos limites métricos das estruturas quando comparados com os registros de Astorino (1983) e Prado (2003). A unidade amostral UNOP1814 apresentou os maiores e menores valores para núculas, UNOP1717 os menores glóbulos, SP371243 os maiores glóbulos e 1624 os menores oósporos.

Distribuição Geográfica no Brasil - Rio Grande do Sul (Astorino 1983; Prado 2003).

Materiais examinados - BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: rio São Francisco Falso, 11-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1717); 11-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1719); rio São Vicente, 13-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1779); 13-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1797); 13-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1814); rio Ocoí, 19-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1624); rio Passo Cuê, 08-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1646); 08-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1647).

NITELLA HYALINA (DC.) C. Agardh, Systema Algarum, p.126. 1824.

Plantas monóicas, pequenas, incrustação calcária presente. Caulóide: 234-390 µm diâm. Entrenós: 1 cm compr., até 9 vezes mais longos do que os râmulos; râmulos heterocleomos, furcados. Râmulos: 5-7, 1-2(-3)-furcados, 6-14 mm compr. Raios Primários: 5-7, 2-5 mm compr. × 156-260 µm diâm. Raios Secundários: 2-5. Raios Terciários: 3. Dáctilos: (2-)3(-4), 2-celulados, 676-4420 µm compr. × 78-156 µm diâm. Râmulos acessórios: em dois verticilos, 4-6, (0-)1-2-furcados, representando ½ do comprimento dos râmulos primários. Gametângios: sejtos, curto pedunculados, envoltos por mucilagem. Núculas: 1, 391-484 µm compr. × 319-381 µm diâm., convoluções 7-9, corônula 32-50 µm compr., 50-65 µm diâm. Oósporos: 268-309 µm compr. × 185-278 µm diâm., parede fibrosa, estrias 6-7(-8), fossa 47-65 µm larg. Glóbulos: 234-268 µm diâm., 8 escudos triangulares. Figura 3.

Comentários -*N. hyalina* é monóica, possui dáctilos 2-celulados e núculas solitárias, os râmulos primários longos possuem de duas a quatro furcações e os râmulos acessórios curtos de uma a duas furcações (Schubert e Blindow 2004). Houve variação métrica do material quando comparado com o observado por Prado e Baptista (2005). O limite métrico superior dos dáctilos variou de 1350 μm compr. para 4420 μm , o limite inferior das núculas passou de 680 μm compr. para 484 μm , dos oósporos de 370 μm compr. para 286 μm e dos glóbulos de 330 μm diâm. para 234 μm . Os maiores valores para núculas, corônula, oósporos e dáctilos foram registrados em UNOP1783, os menores valores para glóbulos, oósporos e dáctilos foram registrados em UNOP2197, enquanto UNOP2904 apresentou os menores valores para núculas e maiores para os glóbulos. É o primeiro registro de ocorrência da espécie no Paraná.

Distribuição Geográfica no Brasil - Rio Grande do Sul (Prado 2003; Prado e Baptista 2005).

Materiais examinados- BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: rio Arroio Guaçu, 11-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2904); rio São Francisco Verdadeiro, 17-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2197); rio São Vicente, 13-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1783).

NITELLA INVERSA Imahori, Japanese Charophyta. p. 125, pl.31, fig.44. 1954.

Plantas monóicas, ca.13 cm alt.; incrustação calcárea ausente. Caulóide: 442-728 μm diâm. Entrenós: 1-3.6 cm compr. Râmulos: monomórficos, 0.8-3.5 cm compr., (2-)3-4-furcados. Raios Primários: 6-8, 4-15 mm compr. Raios Secundários: 4-7. Raios Terciários: 3-4. Raios Quaternários: 2-3. Dáctilos: 2-3, 2-3-celulados, 208-1,560 μm compr. $\times$ 78-156 μm diâm., predominando os abreviados, célula subterminal cilíndrica, célula terminal cônica de

ápice agudo. Capítulos: ausentes. Gametângios: conjuntos e sejtos na base de todas furcações, às vezes curto-pedunculados. Núculas: 1-3 por nó, terminais, 443-567 µm compr. × 319-402 µm diâm., convoluções 8-9, corônula 42,5-82 µm., 60-93 µm diâm. Oósporos: 278-330 µm compr. × 337-288 µm diâm., parede reticulada, estrias 6-7, fossa 50-55 µm larg. Glóbulos: terminais ou laterais, 237-329 µm diâm., escudos 8, triangulares. Figura 3.

Comentários - Primeira citação de *N. inversa* Imahori [= *Nitella furcata* (Roxburgh ex Bruzelius) C. Agardh emend. R.D. Wood subsp. *furcata* var. *sieberi* (A. Braun) R.D. Wood f. *inversa* (Imahori) R.D. Wood] para o Estado do Paraná. *N. inversa* apresenta gametângios em posição inversa, ou seja, núcula terminal e glóbulo terminal ou lateral (Picelli-Vicentim et al. 2004). Possui dáctilos 2-3-celulados e parede do oósporo variando de papilada a reticulada (Sakayama 2008).

O material analisado apresentou variação no limite métrico dos oósporos (320 µm compr. para 278 µm) e glóbulos (de 310 µm diâm. para 329 µm) em comparação ao observado em Prado (2003). Os maiores e menores valores métricos para a núcula e menor valor dos glóbulos foram registrados por UNOP1786, o menor valor para o oósporo em UNOP1616 e o maior valor para glóbulo e menor valor para o oósporo foi registrado em UNOP1629.

Distribuição Geográfica no Brasil - [= *Nitella furcata* (Roxburgh ex Bruzelius) C. Agardh emend. R.D.Wood subsp. *furcata* var. *sieberi* (A. Braun) f. *inversa* R.D.Wood] São Paulo (Picelli-Vicentim 1990; Picelli-Vicentim et al. 2004), Rio Grande do Sul (Prado 2003).

Materiais examinados- BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: rio São Vicente, 13-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1786); rio Ocoí, 15-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1616); 14-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1629); rio Passo Cuê, 08-VIII-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1657).

NITELLA MICROCARPA Braun. Monatsbericht der deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (1858): 357. 1858.

Plantas monóicas, ca. 10 cm alt., incrustação calcárea ausente. Caulóide: 390-702 µm diâm. Entrenós: 1.6-4.2 cm compr. Râmulos: monomórficos, 7-8, 2-3 furcados, 1.2-2.7 cm compr. Raios Primários: 7-8, 0.4-1 cm compr. Raios Secundários: 4-5, 1 é ocasionalmente central e reduzido. Raios Terciários: 3-4. Raios Quaternários: 2-3. Dáctilos: 2-3, 2-3-celulados, 94-2,392(-3,510) µm compr. × 41-182 µm diâm., predominando os abreviados, célula subterminal cilíndrica, célula terminal cônica, ápice agudo. Capítulos: ausentes. Gametângios: conjuntos, na base de todas as furcações. Núculas: 2-3 por nó, 412-525 µm compr. × 268-443 µm diâm., convoluções 7-8, corônula 45-65 µm compr. × 62-82 µm diâm. Oósporos: 288-309 µm compr. × 247-299 µm diâm., parede reticulada, estrias 5-6, fossa 50-57 µm compr. Glóbulos: 227-494 µm diâm., escudos 8, triangulares. Figura 3.

Comentários - Braun (1858) é a primeira citação da ocorrência da espécie no Brasil. *N. microcarpa* possui de duas a três núculas por nó, dáctilos 2-(-3)-celulados, dáctilos predominantemente abreviados e caulóide medindo até 1 mm de diâmetro. No material presentemente identificado, o limite superior do comprimento dos dáctilos de 2600 µm (Picelli-Vicentim et al. 2004) para 3510 µm, dos oósporos de 292 µm compr. e 260 µm diâm. (Bueno e Bicudo 1997) para 309 µm compr. e 299 µm diâm. e dos glóbulos de 290 µm diâm (Bueno e Bicudo 1997) para 300 µm.

Distribuição Geográfica no Brasil - [= *Nitella furcata* (Roxburgh ex Bruzelius) C. Agardh emend. R.D. Wood subsp. *furcata* var. *sieberi* (A. Braun) R.D. Wood f. *microcarpa* (A. Braun) R.D. Wood]. Mato Grosso do Sul (Bueno e Bicudo 1997) e São Paulo (Picelli-Vicentim 1990; Necchi Jr. et al. 2000; Vieira Jr. et al. 2002; Picelli-Vicentim et al. 2004).

Materiais examinados - BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: rio São João, 12-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1739); 12-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1772); rio Ocoí, 14-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1611); 24-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP2081); 14-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP2917); rio Pinto, 09-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP2062); rio Passo Cuê, 09-VIII-2002, *S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n.* (UNOP1650).

NITELLA SUBGLOMERATA A. Braun 1858. Monatsbericht der deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1858: 356. 1859.

Plantas monóicas, incrustação calcárea ausente. Caulóide: 468-832 μm diâm. Entrenós: 1.3-2 cm compr. Râmulos: dimórficos. Râmulos Estéreis: 6-10, 0.9-2.3 cm compr., 1-furcados, raios primários 6-10, 0.8-1.7 cm compr., dáctilos 2-5, 1-celulados, ápice acuminados; 1,300-9,000 μm compr. $\times$ 117-312 μm diâm. Râmulos férteis: em capítulos, 7-10, 453-3,952 μm compr. $\times$ 72-104 μm diâm., 1-furcados, dáctilos 3-4, longos, encurvados, ápices acuminados, 1-celulados, 463-858 μm compr. $\times$ 72-104 μm diâm. Capítulos: estipitados, numerosos, distribuídos por toda a planta, 1-3 por verticilo, semi-esféricos a cônicos, frouxos, formando normalmente verticilos com ramificações axilares, 0.1-2 mm diâm. Gametângios: conjuntos ou sejuntos, na base dos dáctilos, eventualmente fora dos capítulos. Núculas: 1-3 por nó, 309-433 μm compr. $\times$ 268-309 μm diâm., convoluções 8-9, corônula 28-42 μm compr. $\times$ 41-50 μm diâm. Oósporos: 206-278 μm compr. $\times$ 237-546 μm diâm., parede finamente granulada, estrias 6-7, fossa 42-45 μm compr. Glóbulos: 237-278 μm diâm., escudos 8, triangulares. Figura 3.

Comentários - *N. subglomerata* A. Braun é cosmopolita e amplamente registrada em território nacional. O material analisado concorda morfológica e metricamente com Bicudo e Yamaoka (1978), Astorino (1983), Bueno e Bicudo (1997), Picelli-Vicentim e Bicudo (1993) e Picelli-Vicentim et al. (2004). Apresenta capítulos, dáctilos unicelulares e râmulos dimórficos 1-furcados. A presença de capítulos separa *N. subglomerata* de *N. acuminata* e a monoícia a separa de *N. blankinshipii*, espécie dióica da qual se assemelha vegetativamente. UNOP2176 apresentou o menor e maior valores dos glóbulos e UNOP2916 o menor valor para núculas e oósporos.

Distribuição Geográfica no Brasil - Mato Grosso (Braun e Nordstedt 1883; Bicudo e Yamaoka 1978), Mato Grosso do Sul (Bicudo e Yamaoka 1978; Bueno e Bicudo 1997), Minas Gerais (Braun e Nordstedt 1883; Bicudo 1969; Bicudo e Yamaoka 1978), Paraná (Bicudo e Yamaoka 1978), Rio Grande do Sul (Astorino 1983; Prado 2003) e São Paulo (Braun e Nordstedt 1883; Wood e Imahori 1965; Bicudo e Yamaoka 1978; Picelli-Vicentim 1990; Picelli-Vicentim e Bicudo 1993; Necchi Jr. et al. 2000; Picelli-Vicentim et al. 2004; Vieira Jr. et al. 2002).

Materiais examinados - BRASIL. PARANÁ, RESERVATÓRIO DE ITAIPU: rio São Francisco Falso, 25-IV-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1354); rio São João, 20-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2916); 20-II-2003, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2176); rio Ocoí, 28-I-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP1312); rio Pinto, 23-I-2002, S. M. Thomaz e T. A. Pagioro s.n. (UNOP2897).

DISCUSSÃO

Informações a respeito da ocorrência dos gêneros *Chara* e *Nitella* no Estado do Paraná são ainda muito escassas. A espécie *Chara guairensis* foi descrita por Bicudo (1972, 1974) para a região de Guaíra, *Nitella subglomerata* foi registrada para a região centro-oeste do Estado (Branco et al. 2009), *Nitella* sp. registrada para a região centro-sul (Krupek et al. 2008) e *Nitella furcata* registrada para a planície de inundação do Alto Rio Paraná (Thomaz et al. 2009). Para o reservatório de Itaipu temos o registro de *Chara braunii*, *Chara guairensis*, *Chara* sp., *Nitella* sp., *Nitella acuminata*, *Nitella furcata*, *Nitella furcata* subsp. *mucronata* e *Nitella subglomerata* (Thomaz et al. 1999, 2003; Mormul et al. 2010). Recentemente, Bueno et al. (2011) contribuiu com o registro de *Chara diaphana* e *Chara kenoyer*, novas citações para o reservatório

As análises resultaram na identificação de quatro espécies do gênero *Chara*, onde o braço do rio São João (zona lacustre do reservatório) apresentou o maior número de taxa com a ocorrência de *C. guairensis*, *C. hydropitys* e *C. kenoyer*. A espécie *C. guairensis* apresentou a maior distribuição, ocorrendo nos braços dos rios Ocoí, Passo Cuê, São João, São Vicente e Pinto, *C. braunii* var. *brasiliensis* ocorreu nos braços dos rios Passo Cuê e São Francisco Falso.

Quanto ao gênero *Nitella*, foram registradas nove espécies, sendo que o braço do rio Ocoí apresentou o maior número de espécies (7), seguido pelos braços dos rios São João e São Vicente que registraram ambos 6 espécies cada. Estes braços, localizados na zona lacustre do reservatório, apresentam características que variam de mesotrófico a oligotrófico (Bini et al. 1999), constituindo ambientes favoráveis ao desenvolvimento de submersas. De modo geral, os braços dos rios Arroio Guaçu e São Francisco Verdadeiro, pertencentes às zonas fluvial e de transição do reservatório, respectivamente, registraram o menor número de espécies. Estas regiões apresentam características eutróficas (Bini et al. 1999), com freqüentes

floração fitoplanctônica, o que torna o ambiente pouco favorável ao desenvolvimento de espécies submersas, tais como as Characeae.

Esta diferença de riqueza de Characeae encontrada entre os braços da zona fluvial, de transição e lacustre, concordam com os resultados de Pagioro e Thomaz (2002), que apresentaram um gradiente de sedimentação no reservatório, aumentando gradativamente a transparência da água desde a zona fluvial até a lacustre, o que permite maior colonização por submersas nesta última, de águas mais claras.

As espécies *Chara hydropitys*, *C. rusbyana*, *Nitella. axillaris*, *N. glaziovii*, *N. gracilis*, *N. hyalina*, *N. inversa* e *N. microcarpa* são novas citações no reservatório de Itaipu e Estado do Paraná. Comparações entre o registro de novas espécies de Characeae para a região, em relação aos apresentados em Thomaz et al. (1999, 2003), Mormul et al. (2010) e Bueno et al. (2011), devem ser cautelosas, contudo acreditamos que diferenças encontradas na riqueza devem-se aos diferentes critérios de amostragem, identificação e resoluções taxonômicas utilizados, e diferentes objetivos dos respectivos trabalhos.

Estudos recentes associaram variações métricas em estruturas tais como râmulos, entrenós e gametângios com fatores ambientais. As diferenças métricas encontradas entre espécimes ora analisados e aqueles descritos nos trabalhos de Bicudo (1972, 1974), Astorino (1983), Bueno et al. (1996), Prado (2003), Vieira-Junior et al. (2003), Picelli-Vicentim et al. (2004) e Bueno et al. (2009, 2011) são, em parte, variações intra-populacionais e/ou plasticidade fenotípica em resposta a diferentes características ambientais às quais as plantas estiveram submetidas durante seu desenvolvimento (Asaeda et al. 2007; Blindow e Schütte 2007). Estudos genéticos combinados com estudos de características morfológicas têm sido realizados para elucidar a variedade de espécies (Sakayama et al. 2009).

As Characeae são esporadicamente estudadas no Brasil e considerando sua importância para os ecossistemas aquáticos, futuras investigações são necessárias para fornecer dados mais realistas a respeito da diversidade, morfologia, distribuição e requerimentos ecológicos das espécies, como uma ferramenta para compreender a dinâmica do grupo e as condições necessárias para seu estabelecimento e conservação.

AGRADECIMENTOS. Agradecemos aos revisores anônimos e editores pela atenciosa revisão do artigo. T.M. agradece à Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI) pela concessão de bolsa de apoio e à equipe do prof. Dr. Sidinei Magela Thomaz (UEM/NUPELIA) pelo fornecimento de material biológico.

LITERATURA CITADA

- Asaeda, T., L. Rajapakse, and B. Sanderson. 2007. Morphological and reproductive acclimations to growth of two charophyte species in shallow and deep water. *Aquatic Botany* 86: 393-401.
- Astorino, H. A. B. 1983. *Charophyceae do Estado do Rio Grande do Sul: uma contribuição do seu inventário*. MSc. thesis. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.
- Bicudo, R. M. T. 1969. Brazilian Characeae of the herbarium of the Instituto de Botânica. São Paulo: *Nova Hedwigia* 17: 1-17.
- Bicudo, R. M. T. 1972. *O gênero Chara (Charophyceae) no Brasil*. Ph. D. thesis. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Bicudo, R. M. T. 1974. O gênero *Chara* (Charophyceae) no Brasil, 1: Subseção *Willdenowia* R.D. Wood. *Rickia* 6: 127-189.
- Bicudo, R. M. T. 1979. O gênero *Chara* (Charophyceae) no Brasil, 3: Seção *Charopsis* (Kützing emend. Rupr., Leonh.) R.D. Wood. *Rickia* 8: 17-26.
- Bicudo, R.M.T. and D.M Yamaoka. 1978. O gênero *Nitella* (Charophyceae) no Brasil, 1: subgênero *Nitella*. *Acta Biologica Paranaense* 7(1-4):77-98.

- Bini, L.M., Thomaz, S.M., Murphy K.J., Camargo, A.F.M., 1999. Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu reservoir, Brazil. *Hydrobiologia* 415: 147-154.
- Blindow, I. and M. Schütte. 2007. Elongation and mat formation of *Chara aspera* under different light and salinity conditions. *Hydrobiologia* 584: 69-76.
- Branco, C.C.Z., C.K. Peres, R.A. Krupek, and F.R. Bertusso. 2009. Macroalgas de ambientes lóticos da região centro-oeste do Paraná, região sul do Brasil. *Biota Neotropica* 9(2):227-236.
- Braun, A. 1858. Characeen aus Columbien, Guyana und Mittelamerika. Monatsbericht der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom Juni 1858: 349-368.
- Braun, A. and C. F. O. Nordstedt. 1883. Fragmente einer Monographie der Characeen: nach den hinterlassenen Manuscripten. A. Braun's herausgegeben von Dr. Otto Nordstedt. *Abhandlungen der Königinen Akademie der Wissenschaftlichen Berlim* 1882: 1-211.
- Bueno, N. C. and C. E. M. Bicudo. 1997. Characeae (Charophyceae) do Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil: *Nitella*. *Hoehnea* 2: 29-55.
- Bueno, N. C., C. E. M. Bicudo, M. M. Picelli-Vicentim, and I. I. Ishii. 1996. Characeae (Charophyceae) do Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil: *Chara*. *Hoehnea* 24: 29-55
- Bueno, N. C., C. E. M. Bicudo, S. Biolo, and T. Meurer. 2009. Levantamento taxonômico das Characeae (Chlorophyta) de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Brasil: *Chara*. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 735-750.
- Bueno, N. C., Prado, J. F., Meurer, T. Bicudo, C. E. M. 2011. New Records of *Chara* (Chlorophyta, Characeae) for Subtropical Southern Brazil (no prelo).

- Casanova, M. T. 2005. An overview of *Chara* L. in Australia (Characeae, Chlorophyta). *Australian Systematic Botany* 18: 25-39.
- Coops, H. 2002. Ecology of charophytes: an introduction. *Aquatic botany* 72: 205-208.
- Groves, H. and J. Groves. 1911. Characeae. in *Symbolae Antillanae seu Fundamenta Florae Indiae Occidentalis*. Volume 7(1). London: Ignatius Urban.
- Horn af Rantzein, H. 1949. Charophyta reported from Latin America. *Arkiv för Botanik* 1: 355-411.
- Howe, M. A. 1929. Two new species of *Chara* from tropical Latin America. *Field Museum of Natural History* 4: 159-161.
- Karol, K. G., R. M. McCourt, M. T. Cimino, and C. F. Delwiche. 2001. The closest living relatives of land plants. *Science* 294, 2351.
- Krause, W. 1997. Charales (Charophyceae). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Vol. 18. eds. H. Ettl, G. Gärtner, H. Heyning, and D. Molenhauser. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Krupek, R.A., Branco, C.C.Z., Peres, C.K., 2008. Levantamento florístico das comunidades de macroalgas da bacia do Rio das Pedras, região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil. *Hoehnea* 35 (2), 189-208.
- Kufel, L. and I. Kufel. 2002. *Chara* beds acting as nutrient sinks in shallow lakes – a review. *Aquatic botany* 72: 249-260.
- Mandal, D.K., S. Ray, and A. Mukherjee. 1995. Scanning electron microscopic study of compound oospore wall ornamentations in some taxa under *Nitella furcata* complex (charophyta) from India. *Phytomorphology* 45:39-45.

- Meurer, T., S. Biolo, J. C. Bortolini, and N. C. Bueno. 2008. Characeae (Chlorophyta) do Reservatório de Itaipu: *Chara braunii* Gmelin. *Revista Brasileira de Biociências* 6: 3-4.
- Moore, J. A. 1986. *Charophytes of Great Britain and Ireland*. London: Botanical Society of the British Isles.
- Mormul, R. P., F. A. Ferreira, T. S. Michelan, P. Carvalho, M. J. Silveira, S. M. Thomaz. 2010. Aquatic macrophytes in the large, sub-tropical Itaipu Reservoir, Brazil. *Rev. Biol. Trop.* 58 (4): 1437-1452.
- Necchi Junior, O., D. Pascoaloto, and L. H. Z. Branco. 1994. Distribution of macroalgae in tropical river basin from southeastern Brazil. *Archiv für Hydrobiologie* 129: 459-471.
- Necchi Junior, O., D. Pascoaloto, and L. H. Z. Branco. 1997. Stream macroalgal flora from the northwest region of São Paulo state, southeastern Brazil. *Algological Studies* 84: 91-112.
- Necchi Junior, O., C. C. Z. Branco, and L. H. Z. Branco. 2000. Distribution of stream macroalgae in São Paulo State, southeastern Brazil. *Algological Studies* 97: 43-57.
- Pagioro, T.A. e S.M. Thomaz. 2002. Longitudinal patterns of sedimentation in a deep, monomictic subtropical reservoir (Itaipu, Brazil-Paraguay). *Arch. Hydrobiol.* 154: 515-528.
- Picelli-Vicentim, M. M. 1990. *Characeae do Estado de São Paulo: inventário sistemático*. Ph. D. thesis. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.
- Picelli-Vicentim, M.M. and C.E.M Bicudo. 1993. Criptógamos do Parque estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 4: Charophyceae. *Hoehnea* 20: 9-22.

- Picelli-Vicentim, M. M., C. E. M. Bicudo, and N. C. Bueno. 2004. *Flora ficológica do Estado de São Paulo, 5: Charophyceae*. São Paulo: RiMa Editora.
- Prado, J. F. 2003. *Characeae do Rio Grande do Sul, Brasil*. Ph. D. thesis. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Prado, J. F. and L. R. M. Baptista. 2005. Novos registros de Characeae (Chlorophyta) para o Brasil. *Iheringia: série Botânica* 60: 259-268.
- Proctor, V. W., D. G. Griffin III, and A. T. Hotchkiss. 1971. A synopsis of the genus *Chara*, series *Gymnobasalia* (subsection *Willdenowia* R.D. Wood). *American Journal of Botany* 58: 894-901.
- Rodrigo, M. A., C. Rojo, M. Alvarez-Cobelas, and S. Cirujano. 2007. *Chara hispida* beds as a sink of nitrogen: Evidence from growth, nitrogen uptake and decomposition. *Aquatic Botany* 87: 7-14.
- Sakayama, H., H. Nozaki, H. Kasaki, and Y. Hara. 2002. Taxonomic re-examination of *Nitella* (Charales, Charophyceae) from Japan, based on microscopical studies of oospore wall ornamentation and *rbcL* gene sequences. *Phycologia* 41:397-408.
- Sakayama, H. 2008. Taxonomy of *Nitella* (Charales, Charophyceae) based on comparative morphology of oospore and multiple DNA marker phylogeny using cultured material. *Phycological Research* 56: 202-215.
- Sakayama, H., F. Kasai, H. Nozaki, M. M. Watanabe, M. Kawachi, M. Shigo, J. Nishihiro, I. Washitani, L. Krienitz, and M. Ito. 2009. Taxonomic reexamination of *Chara globularis* (Charales, Charophyceae) from Japan based on oospore morphology and *rbcL* sequences, and the description of *C. leptospora* sp. *Journal of Phycology* 45: 917-927.

- Schubert, H. and I. Blindow. 2004. *Charophyte of the Baltic Sea*. Ruggell: A.R.G. Gántner Verlag Kommanditgesellschaft.
- Schwarz, A-M., M. de Winton, and I. Hawes. 2002. Species-specific depth zonation in New Zealand charophytes as a function of light availability. *Aquatic botany* 72: 209-217.
- Thomaz, S.M., Bini, L.M., Souza, M.C., Kita, K.K., Camargo, A.F.M., 1999. Aquatic macrophytes of Itaipu reservoir, Brazil: survey of species and ecological considerations. *Braz. Arch. Biol. Tech.* 42, 15–22.
- Thomaz, S.M., Souza, D.C., Bini, L.M., 2003. Species richness and beta diversity of aquatic macrophytes in a large sub-tropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil): the influence of limnology and morphometry. *Hydrobiologia* 505, 119-128.
- Thomaz, S.M., Carvalho, P., Mormul, R.P., Ferreira, F.A., Silveira, M.J., Michelan, T.S., 2009. Temporal trends and effects of diversity on occurrence of exotic macrophytes in a large reservoir. *Acta Oecologica* 35, 614-620.
- van Donk, E. and van de Bund, E. 2002. Impact of submerged macrophytes including charophytes on phyto- and zooplankton communities: allelopathy versus other mechanisms. *Aquatic botany* 72: 261-274.
- Vieira Junior, J. 2001. *Characeae (Chlorophyta) de ecossistemas lóticos do Estado de São Paulo: levantamento florístico, dinâmica espaço-temporal, distribuição geográfica e análise ecofisiológica*. MSc. thesis. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.
- Vieira Junior, J. and O. Necchi Junior. 2002. Microhabitat and plant structure of Characeae (Chlorophyta) populations in streams from southeastern Brazil. *Cryptogamie Algologie*. 23: 51–63.

- Vieira Junior, J., O. Necchi Junior, C. C. Z. Branco, and L. H. Z. Branco. 2003. Characeae (Chlorophyta) em ecossistemas lóticos do Estado de São Paulo, Brasil: gênero *Chara* e distribuição ecológica. *Hoehnea* 30: 53-70.
- Wood, R. D. and K. Imahori. 1964. *A revision of the Characeae, 2: iconograph of the Characeae*. Weinhen: J. Cramer.
- Wood, R. D. and K. Imahori. 1965. *A revision of the Characeae, 1: monograph of the Characeae*. Weinhen: J. Cramer.
- Zaneveld, J. S. 1940. The Charophyta of Malaysia and adjacent countries. *Blumea* 4: 1-224.

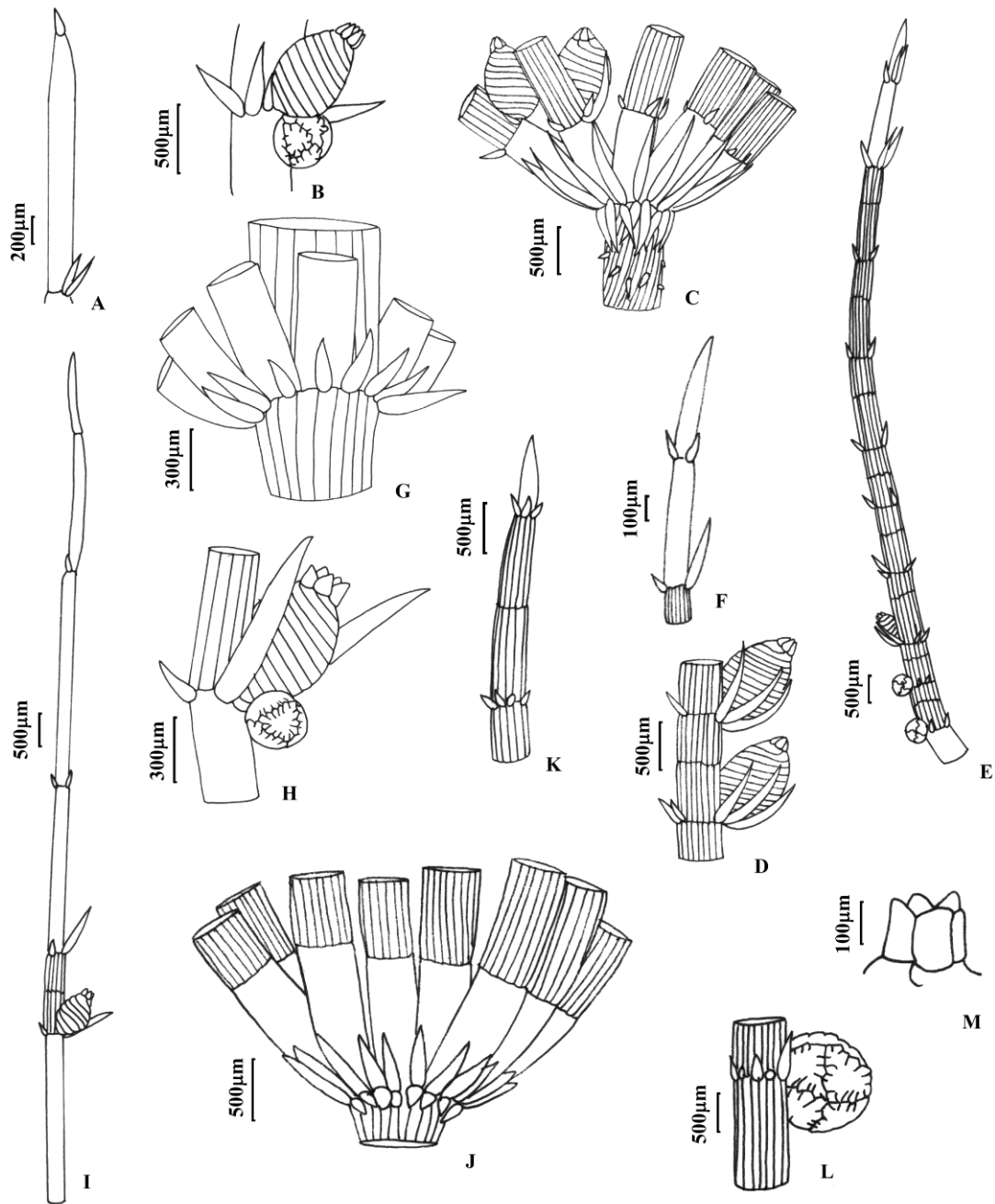


Fig. 1. A-M. *Chara* do reservatório de Itaipu. A-B. *Chara braunii* var. *brasiliensis*. A. Segmento terminal do râmulo. B. Nó fértil com gametângios conjuntos. C-E. *Chara guairensis*. C. Estipulóides diplostéfanos. D. Gametângios sejuntos. E. Râmulo fértil. F. Ápice do râmulo. G-I. *Chara hydropitys*. G. Estipulóides haplostéfanos. H. Nó fértil com gametângios conjuntos. I. Râmulo parcialmente corticado. J-M. *Chara rusbyana*. J. Estipulóides diplostéfanos. K. Ápice do râmulo. L. Glóbulo. M. Corônula.

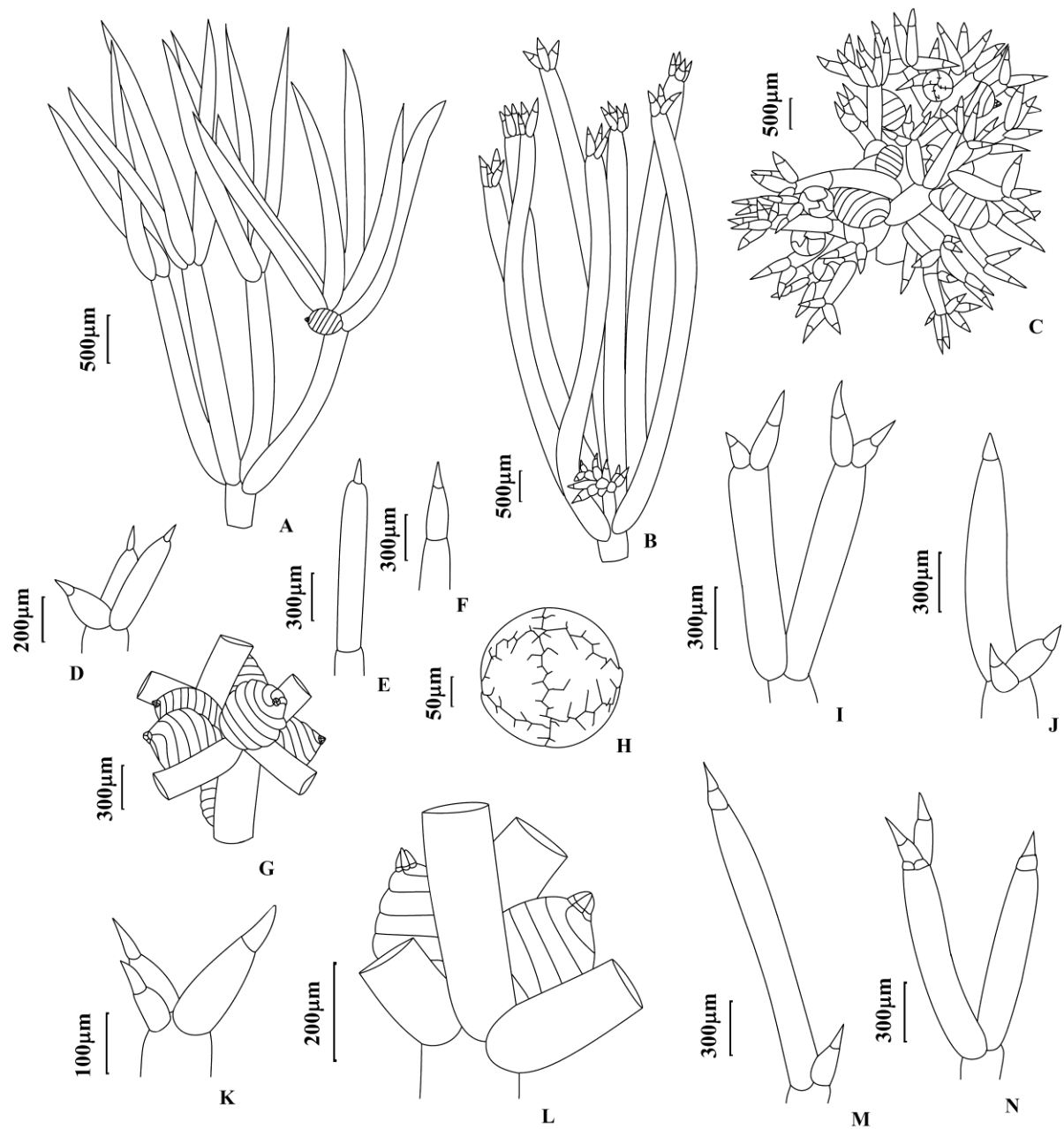


Fig. 2. A-N. *Nitella* do reservatório de Itaipu. A. *Nitella acuminata*. A. Ramo fértil. B-C. *Nitella axillaris*. B. Ramo, C. Capítulo. D-H. *Nitella furcata*. D-F. Dáctilos. G. Nó fértil com 6 núculas, H. Glóbulo. I-N. *Nitella glaziovii*. I-K. Dáctilos 2-celulados, L. Núculas, M-N. Dáctilos 2-3-celulados.

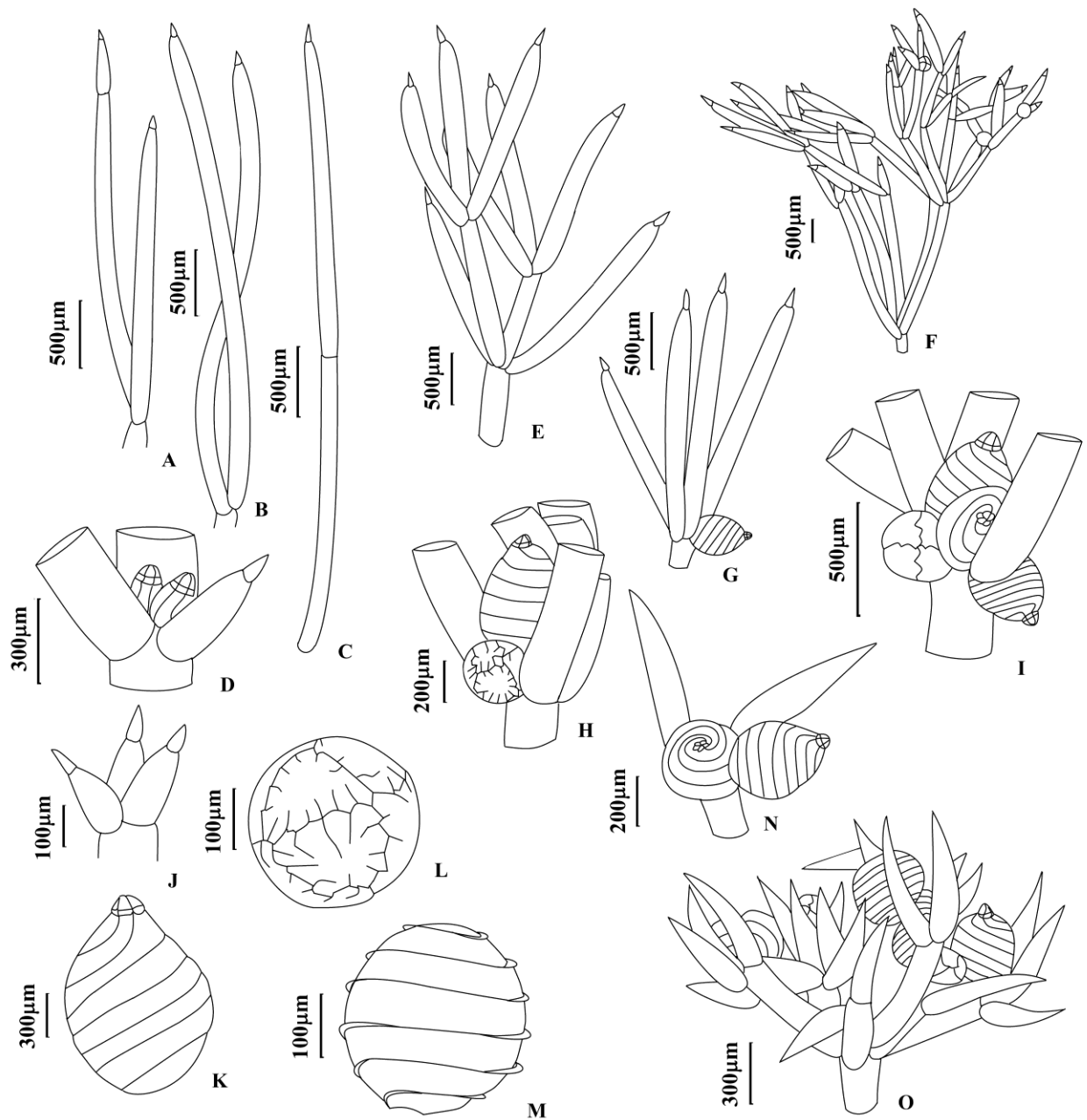


Fig. 3. A-O. *Nitella* do reservatório de Itaipu. A-D. *Nitella gracilis*. A-C. Dáctilos 2-3-celulados, D. Nó fértil. E-G. *Nitella hyalina*. E-F. Ramos, G. Râmulo fértil. H-I. *Nitella inversa*. H-I. Nós férteis. J-M. *Nitella microcarpa*. J. Dáctilos 2-celulados, K. Núcula, L. Glóbulo, M. Oósporo. N-O. *Nitella subglomerata*. N. Núculas, O. Capítulo.

Fig. 1. Genus *Chara* from Itaipu reservoir. A-B. *Chara braunii* var. *brasiliensis*. A. Branchlet apex. B. Fertile node with conjoined gametangia. C-E. *Chara guairensis*. C. Diplostephanous stipulodes. D. Sejoined gametangia. E. Fertile branchlet. F. Branchlet apex. G-I. *Chara hydropitys*. G. Haplostefanous stipulodes. H. Conjoined gametangia. I. Branchlet with 1-corticated segment. J-M. *Chara rusbyana*. J. Diplostephanous stipulodes. K. Branchlet apex. L. Antheridium. M. Coronula.

Fig. 2. Genus *Nitella* from Itaipu reservoir. A. *Nitella acuminata*. A. Fertile branchlet. B-C. *Nitella axillaris*. B. Branchlet, C. Fertile head. D-H. *Nitella furcata*. D-F. Dactyls. G. Node with six oogonia. H. Antheridium. I-N. *Nitella glaziovii*. I-K. two-celled dactyls. L. Oogonium. M-N. two and three-celled dactyls.

Fig. 3. Genus *Nitella* from Itaipu reservoir. A-D. *Nitella gracilis*. A-C. two and three-celled dactyls. D. Fertile node. E-G. *Nitella hyalina*. E-F. Branchlets. G. Fertile branchlet. H-I. *Nitella inversa*. H-I. Fertile nodes. J-M. *Nitella microcarpa*. J. two-celled dactyls. K. Oogonium. L. Antheridium. M. Oospore. N-O. *Nitella subglomerata*. N. Oogonium, O. Fertile head.