Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

Fenologia reprodutiva de macrófitas aquáticas no ecótono Cerrado-Pantanal

Ecologia Vegetal

Crisley Helena Simão

Orientação: Dr. Flávio Macedo Alves (UFMS)

Coorientação: Dra. Camila Aoki (UFMS)

Campo Grande – MS

Fevereiro/2016

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

Crisley Helena Simão

Fenologia reprodutiva de macrófitas aquáticas no ecótono Cerrado-Pantanal

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Biologia Vegetal junto ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.

Campo Grande - MS
Fevereiro/2016

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de todo o meu coração à minha Família, Namorado e a todos que contribuíram para sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à **Deus**, por tudo que tem me proporcionado nesta vida e por sempre estar ao meu lado... seja na forma espiritual ou nas pessoas que estão a minha volta, as quais não posso deixar de demonstrar o meu eterno e mais sincero carinho.

Pai (Adirlei Simão), à ti o meu muito obrigada por sempre me incentivar e me mostrar nas vezes que achava não ser capaz, que eu conseguiria. E eu consegui! E muito mais virá! Te amo muito!

Mãe (Amaraí Cristina Leal Simão), minha rainha... A mulher mais doce e de colo acalante que me sustentou por toda a minha vida. Muito obrigada mãe querida por todas as orações, cuidados e questionamentos para me ajudar a encontrar os porquês das minhas dúvidas. Amo você muito!

Irmã (Polyana Milena Simão), companheira de campo, de todos os momentos. A minha melhor! Obrigada por todo o companheirismo e alegria que me transmite. Que Deus te ilumine, que cresça e espalhe essa alegria de viver ao mundo. Eu te amo (um beijo na bochecha).

Namorado (Joelder Murilo Gomes de Souza), que o nosso amor cresça! Muito obrigada por todos os momentos... Pela paciência, pelo companheirismo, por escolher viver comigo também este momento. Acho que agora você já pode assumir sua "quedinha" pelas lagoas e plantas aquáticas.

Agradeço aos meus **orientadores**. Ao Prof.º Flávio agradeço pela oportunidade de desenvolver este trabalho em sua companhia. À Prof. ª Camila Aoki, muito obrigada por todo apoio, ajuda, compreensão, oportunidades e ensinamentos passados. A senhora é muito especial e espero ainda poder retribuir todo esse cuidado que recebo.

Agradeço ainda a todos os meus **familiares** e **amigos**, por todos os momentos vividos. Ficarão guardados para sempre.

Agradeço à dona **Luisa** pela autorização de realização do projeto em suas terras e à **Adriana** de Barros pela realização das análises de água.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em **Biologia Vegetal** por todas as disciplinas e auxílios. À **CAPES** pela concessão de bolsa de estudo. Ao **campus de Aquidauana** por todo apoio recebido. E aos membros da **banca examinadora** por todas as correções e contribuições!

À todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, o meu mais sincero obrigada!

RESUMO

Apesar da importância ecológica das macrófitas aquáticas não há estudo sistematizado abordando a fenologia deste grupo na América do Sul. Com isso este trabalho teve como objetivo: descrever os padrões de floração e frutificação de uma assembleia de área de transição (ecótono), verificando se os padrões reprodutivos variam entre as formas de vida e se a floração e frutificação da assembleia estão correlacionadas com variáveis meteorológicas e parâmetros físico-químicos da água. O estudo foi conduzido entre outubro de 2014 a setembro de 2015, em duas lagoas situadas no Ecótono Cerrado-Pantanal, acompanhando os períodos fenológicos reprodutivos de 15 espécies. Foram observadas espécies em floração e frutificação durante todo o período de estudo com produção mais acentuada de outubro a novembro e em julho. As formas de vida apresentaram distinção nos períodos de floração e frutificação e diferentes variáveis funcionaram como gatilho às fenofases. Parâmetros climáticos e físico-químicos da água estiveram correlacionados com as fenofases, entre eles o pH e o nitrogênio total foram as variáveis selecionadas para a maioria dos modelos. A variação nos gradientes físicos e químicos da água exerceram influência nas fenofases reprodutivas de macrófitas aquáticas e o seu florescimento acentuado no início da estação chuvosa pode ser importante fonte de recurso para polinizadores.

Palavras-chave: hidrófilas, floração sazonal, parâmetros físico-químicos.

Abstract (Productive phenology of aquatic macrophytes in the Cerrado-Pantanal ecotone)

Despite the ecological importance of macrophytes no systematic study addressing the phenology of this group in South America. This study aimed to: describe the flowering patterns and fruiting of a transition area assembly (ecotone), verifying that the reproductive patterns vary between life forms and flowering and fruiting assembly are correlated with meteorological variables and physico-chemical parameters of water. The study was conducted from October 2014 to September 2015, in two ponds located in Ecotone Cerrado-Pantanal, following the reproductive phenological periods of 15 species. Species were observed in flowering and fruiting throughout the study period with stronger production from October to November and July. The life forms showed distinction in the periods of flowering and fruiting and different variables acted as a trigger to phenophases. Climatic and physical-chemical water parameters were correlated with phenophases, including pH and total nitrogen were the variables selected for most models. The variation in physical and chemical gradients of water exerted influence on reproductive phenophases of aquatic weeds and their sharp flowering at the beginning of the rainy season can be important resources for pollinators.

Keywords: hydrophilics, physico-chemical parameters, seasonal flowering

SUMÁRIO

Introdução Geral 7
Objetivos 8
Geral 8
Específicos 8
Referências 9
CAPÍTULO 1 – Fenologia Reprodutiva de macrófitas aquáticas no Ecótono Cerrado-Pantanal 11
Resumo 12
Abstract 13
Introdução 14
Material e Métodos 16
Área de estudo 16
Amostragem 18
Análise de dados 20
Resultados 21
Fenologia da assembleia de macrófitas aquáticas 21
Fenologia por forma de vida 22
Discussão 32
Fenologia da assembleia de macrófitas aquáticas 32
Fenologia por forma de vida 34
Agradecimentos 39
Referências 39
Instruções aos autores - Brazilian Journal of Botany 51

Introdução Geral

Fenologia pode ser definida como o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos e das causas de sua ocorrência em relação às forças seletivas bióticas e abióticas e da inter-relação entre fases caracterizadas por estes eventos, numa mesma e em diferentes espécies (Lieth 1974). Tais dados permitem entender a organização temporal dos recursos nas comunidades e fornecem dados sobre o ciclo de vida dos animais que dependem das plantas para alimentação como, por exemplo, visitantes florais e polinizadores (Morellato & Leitão Filho 1995). Por essa razão, a fenologia é reconhecida como uma das importantes linhas de pesquisa ecológica, sendo considerada como um dos melhores parâmetros a ser utilizado para caracterizar ecossistemas (Lieth 1974). Em revisão recente sobre a fenologia de plantas na América do Sul feita por Morellato et al. (2013) não foram citados estudos fenológicos para a comunidade de macrófitas aquáticas.

As macrófitas aquáticas são vegetais originalmente terrestres que sofreram modificações adaptativas, ao longo do curso evolutivo, sendo capazes de colonizar diversos tipos de ambientes aquáticos como lagos, lagoas, zonas úmidas, rios, represas, cachoeiras, etc. (Esteves 1998). Isto se deve ao fato das espécies de macrófitas aquáticas apresentarem adaptações morfofisiológicas, além de possuírem a capacidade de colonizar ambientes aquáticos com diferentes características físicas e químicas (Sculthorpe 1967).

Na literatura muitos autores apontam a importância das macrófitas aquáticas (Esteves 1998, Thomaz & Bini 1998, Henry-Silva & Camargo 2003), sendo sua utilização como bioindicadoras da qualidade de água e sua presença essencial para a manutenção das diversas formas de vida presentes no ambiente aquático as mais importantes. Nas últimas décadas muitos trabalhos abordando inventários e ecologia de macrófitas aquáticas do Pantanal sul-mato-grossense foram publicados (e.g. Pott et al. 1989, 2011,

Pott & Pott 2000a, 2000b, 2009, Pivari et al. 2008, Catian et al. 2012). Porém estudos sobre sua fenologia são escassos e abordam apenas espécies em particular (Santos et al. 2005, Brasil et al. 2007, Bertazzoni & Damasceno-Júnior 2011, Fava et al. 2011), sendo inexistentes estudos fenológicos sistematizados para o grupo.

Portanto, é importante cobrir uma lacuna de conhecimento sobre os padrões fenológicos de macrófitas aquáticas e reconhecer quais variáveis estão relacionadas às fenofases reprodutivas considerando as diferentes formas de vida, uma vez que esta classificação leva em consideração as diferentes estratégias adotadas pelas espécies, há as que retiram seus nutrientes do sedimento (fixas) e as que os retiram da água (flutuantes), desta forma, diferentes variáveis podem influenciar a produção de flores e frutos.

Objetivos

Geral

Descrever padrões de fenologia reprodutiva da assembleia de macrófitas aquáticas de lagoas do ecótono Cerrado-Pantanal em Aquidauana, Mato Grosso do Sul.

Específicos

(1) descrever os padrões de floração e frutificação da assembleia;

(2) verificar se os padrões reprodutivos variam entre as formas de vida;

(3) verificar se a floração e frutificação da assembleia estão correlacionadas com variáveis meteorológicas e parâmetros físico-químicos da água.

Referências

BERTAZZONI, E.C. & DAMASCENO-JÚNIOR, G.A. 2011. Aspectos da Biologia e Fenologia de *Oryza latifolia* Desv. (Poaceae) no Pantanal sul-mato-grossense. Acta Botânica Brasilica 25:476-486.

BRASIL, M.S., MATOS. A.T. & SOARES, A.A. 2007. Plantio e desempenho fenológico da taboa (*Typha sp.)* utilizada no tratamento de esgoto doméstico em sistema alagado construído. Engenharia Sanitária e Ambiental 12:266-272.

CATIAN, G., LEME, F.M., GONZAGA, A.F.N., CARVALHO, F.S., GALLETTI, V.S., POTT, A., POTT, V.J., DIAS, E.S. & DAMASCENO-JUNIOR, G.A. 2012. Macrophyte structure in lotic-lentic habitats from Brazilian Pantanal. Oecologia Australis 16:782-796.

ESTEVES, F.A. 1998. Fundamentos de Limnologia. 2ª ed. Interciência, Rio de Janeiro. 602p.

FAVA, W.S., COVRE, W.S. & SIGRIST, M.R. 2011. *Atallea pharelata* and *Bactris glaucenscens* (Arecaceae, Arecoideae): Phenology and pollination ecology in the Pantanal, Brazil. Flora 206:575-584.

HENRY-SILVA, G.G. & CAMARGO, A.F.M. 2003. Avaliação sazonal da biomassa da macrófita aquática *Eichhornia azurea* em um rio de águas brancas da bacia hidrográfica do rio Itanhaém (litoral sul do Estado de São Paulo, Brasil). Hoehnea 30:71-77.

LIETH, H. 1974. Phenology and seasonality modeling. Springer-Verlag, Berlin.

MORELLATO, P.C. & LEITÃO FILHO, H.F. 1995. Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP. 136p.

MORELLATO, L.P.C., CAMARGO, M.G.G. & GRESSLER, E. 2013. A review of plant phenology in South and Central America. In Phenology: an integrative environmental Science (M.D. Schwartz, ed.). Dordrecht, Springer, p. 91-113.

PIVARI, M.O., POTT, V.J. & POTT, A. 2008. Macrófitas aquáticas de ilhas flutuantes (baceiros) nas sub-regiões do Abobral e Miranda, Brasil. Acta Botânica Brasilica 22:563-571.

POTT, V.J., BUENO, N.C., PEREIRA, R.A.C., SALIS, S.M. & VIEIRA, N.L. 1989. Distribuição de macrófitas aquáticas numa lagoa na fazenda Nhumirim, Nhecolândia, Pantanal, MS. Acta Botânica Brasilica 3:153-168.

POTT, V.J. & POTT, A. 2000a. Plantas aquáticas do Pantanal. Embrapa, Brasília.404p.

POTT, V.J. & POTT, A. 2000b. Distribuição de Macrófitas Aquáticas no Pantanal. In III Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, Os Desafios do Novo Milênio, 27 a 30 de Novembro, Corumbá – MS.

POTT, V.J. & POTT, A. 2009. Macrófitas aquáticas do Pantanal e áreas úmidas em Mato Grosso do Sul. In III CLAE e IXCEB, 10 a 17 de setembro, São Lourenço – MG.

POTT, V.J., POTT, A., LIMA, L.C.P., MOREIRA, S.N. & OLIVEIRA, A.K.M. 2011. Aquatic macrophyte diversity of the Pantanal wetland and upper basin. Brazilian Journal Biology 71:255-263.

SCULTHORPE, C.D. 1967. The biology of aquatic vascular plants. London: Edward Arnold Ltd. 610p.

THOMAZ, S.M. & BINI, L.L. 1998. Ecologia de macrófitas aquáticas em reservatórios. Acta Limnologica Brasiliensia 10:103-116.

CAPÍTULO 1

Fenologia reprodutiva de macrófitas aquáticas no ecótono Cerrado-Pantanal

A ser enviado ao Periódico

BRASILIAN JOURNAL OF BOTANY

Fenologia reprodutiva de macrófitas aquáticas no ecótono Cerrado-Pantanal

CRISLEY HELENA SIMÃO[a]*, FLAVIO MACEDO ALVES[a], ADRIANA DE BARROS[b], POLYANA MILENA SIMÃO[b], CAMILA AOKI[b]

Resumo

Para ambientes terrestres há estudos que investigam os eventos fenológicos das espécies vegetais, sendo inexistente estudo sistematizado sobre fenologia da comunidade aquática na América do Sul. Desta forma tivemos como objetivo verificar se há distinção das fenofases reprodutivas entre as formas de vida e verificar quais as variáveis estão correlacionadas às fenofases das plantas aquáticas. Quinze espécies foram acompanhadas quanto aos seus eventos fenológicos reprodutivos ao longo de um ano em duas lagoas no Ecótono Cerrado-Pantanal, as quais foram correlacionadas com variáveis climáticas e físico-químicas da água. Foram observadas espécies em floração e frutificação ao longo de todo o ano com períodos diferentes das fenofases entre as formas de vida, que foram explicadas tanto por fatores climáticos, quanto por parâmetros físico-químicos da água. O pH juntamente com nitrogênio (combinados com outros compostos) estiveram relacionados com várias das fenofases entre as diferentes formas de vida, impulsionando os períodos de floração e frutificação em macrófitas aquáticas e devem ser levados em consideração em estudos fenológicos, uma vez que divergem, ao menos em parte, dos fatores associados a fenologia de plantas terrestres.

Palavras-chave: fenofases, hidrófitas, limnologia

[a] Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Av. Senador Filinto Müller S/N - Cidade Universitária, 79070-900 - Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

[b] Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana, Unidade II, Oscar Trindade de Barros, 740, Serraria, CEP 79200-000. Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil.

*autor para correspondência: crisleyhs@gmail.com

Abstract (Reproductive phenology of aquatic macrophytes in the Cerrado-Pantanal ecotone)

For terrestrial environments there are studies investigating the phenology of plant species, and lacking systematic study of phenology of the aquatic community in South America. So we had to verify whether there is distinction of reproductive phenological phases between life forms and check which variables they are correlated to phenophases of aquatic plants. Fifteen species were monitored as to their reproductive phenology over a year in two ponds in Ecotone Cerrado-Pantanal, which were correlated with climatic variables and physicochemical water. Species flowering and fruiting throughout the year were observed at different periods of phenophases between life forms, which were explained by both climatic factors, as by physical-chemical parameters of water. The pH together with nitrogen (combined with other compounds) were associated with a number of phenophases between different life forms, driving the timing of flowering and fruiting in macrophytes and should be taken into account in growing trials, since they differ, the least in part, of the factors associated with phenology of terrestrial plants.

Keywords: hydrophytes, limnology, phenophases

[a] Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Av. Senador Filinto Müller S/N - Cidade Universitária, 79070-900 - Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

[b] Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana, Unidade II, Oscar Trindade de Barros, 740, Serraria, CEP 79200-000. Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil.

*autor para correspondência: crisleyhs@gmail.com

Introdução

Fenologia é o estudo da ocorrência temporal das fases ou atividades do ciclo de vida das plantas ou animais ao longo do ano (Morellato 1995). No caso das plantas, investiga os padrões de queda e emissão de folhas, produção de flores (floração) e frutos (frutificação) que ocorrem em ciclos anuais (Morellato 1995). Estudos fenológicos contribuem para o entendimento dos ritmos de reprodução e regeneração das plantas, da organização temporal dos recursos dentro das comunidades e sobre o ciclo de vida dos animais que dependem das plantas para alimentação, como herbívoros, polinizadores e dispersores (Morellato 1995, Talora & Morellato 2000).

Há informações sobre fenologia, nos distintos domínios, como Cerrado (Mantovani & Martins 1988, Batalha et al. 1997a, Batalha & Mantovani 2000, Batalha & Martins 2004, Tannus et al. 2006), Caatinga (Barbosa et al. 2003, Araújo et al. 2011), Mata Atlântica (Morellato & Haddad 2000, Morellato et al. 2000, Pereira et al. 2008, Freire et al. 2013), Floresta Amazônica (Pinto et al. 2008) e inclusive para o Pantanal (Bertazzoni & Damasceno-Júnior 2011, Fava et al. 2011). Esses estudos englobam árvores, arbustos e ervas, principalmente de ambientes terrestres, sendo escassas informações sobre fenologia de macrófitas aquáticas no Brasil. Os poucos trabalhos disponíveis enfocam táxons específicos, por exemplo, *Hedychium coronarium* J. Koenig (Santos et al. 2005), *Typha* sp. L. (Brasil et al. 2007) e *Oryza latifolia* Desv. (Bertazzoni & Damasceno-Júnior 2011).

O termo macrófita aquática, de acordo com o Programa Internacional de Biologia (IBP), é o mais adequado para plantas que habitam desde brejos até os ambientes verdadeiramente aquáticos. É importante ressaltar que essa designação é genérica, sem necessariamente haver relação taxonômica, apresentando conotação ecológica, sendo

uma classificação atribuída principalmente pelo grau de adaptação ao meio aquático (Esteves 1998).

As macrófitas aquáticas são componentes de extrema importância para a manutenção das diversas formas de vida presentes no ambiente aquático (Scremin-Dias 1999), apresentando distribuição cosmopolita, que se deve fundamentalmente à maior homogeneidade térmica que os ambientes aquáticos apresentam em relação aos terrestres (Esteves 1998). São comunidades dinâmicas, ajustando-se às alterações naturais decorrentes de ciclos hidrológicos e mudanças de origem antrópica (Pott & Pott 2003). Além disso desempenham importante papel nos ecossistemas, influenciando no fluxo de água, servem como berçário para peixes, atuam na ciclagem de nutrientes, dentre outras diversas funções (Pott & Pott 2000a). Juntamente com as microalgas, cumprem o papel de produtoras primárias e participam da ciclagem e estocagem de nutrientes, contribuem para formação de detritos orgânicos e controle da poluição e eutrofização artificial (Esteves & Camargo 1986, Pott & Pott 2000a), constituindo a principal comunidade produtora de biomassa no ecossistema aquático (Neiff 2000).

Apesar de sua elevada importância ecológica, as macrófitas aquáticas correspondem ao grupo negligenciado no âmbito das pesquisas limnológicas (Esteves 1998). Contudo, nas últimas décadas muitos trabalhos abordando inventários e ecologia de macrófitas aquáticas do Pantanal sul-mato-grossense foram publicados (e.g. Pott et al. 1989, 2011, Pott & Pott 2000a, 2000b, 2009, Pivari et al. 2008, Catian et al. 2012). Entretanto, são inexistentes estudos fenológicos sistematizados para o grupo.

Estudos com comunidades terrestres indicam que os períodos de floração e frutificação parecem se relacionar com o fotoperíodo, ocorrência do fogo, época de dispersão dos diásporos, competição por polinizadores, restrições filogenéticas (Opler et al. 1976, Mantovani & Martins 1988, Van Schaik et al. 1993, Kochmer & Handel 1986,

Johnson 1992) e vários trabalhos indicam que as fenofases reprodutivas podem estar associadas a mudanças na pluviosidade (Mantovani & Martins 1988, Batalha & Mantovani 2000, Batalha & Martins 2004).

Uma vez que a disponibilidade de água para as macrófitas aquáticas, em geral, não é um problema, e levando em consideração que o pH, o oxigênio dissolvido, a temperatura, nutrientes como fósforo e nitrogênio, entre outros compostos influenciam na produção primária, crescimento e estabelecimento destas espécies vegetais em seus ambientes (Barko et al. 1991, Kirk 1994, Lauridsen et al. 1994, James et al. 1999, Camargo et al. 2003), é necessário verificar quais dessas variáveis poderiam estar influenciando as fenofases reprodutivas de macrófitas aquáticas.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo responder as seguintes perguntas: (1) quais são os padrões de floração e frutificação da assembleia de macrófitas aquáticas, (2) as variáveis metereológicas e parâmetros físico-químicos da água estão correlacionadas a floração e frutificação da assembleia de macrófitas aquáticas no Ecótono Cerrado-Pantanal? e (3) diferentes formas de vida (anfíbias, emergentes, flutuantes fixas e submersa fixa) podem responder de maneira diferente a esses parâmetros?

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado de outubro de 2014 a setembro de 2015, no Parque Natural Municipal da Lagoa Comprida (PNMLC), (20°27’44”S, 55°46’26”O) (Fig. 1) e na Lagoa dos Bobos (20°27'1"S, 55°44'44"O), situadas no município de Aquidauana, MS, no ecótono Cerrado-Pantanal (Fig. 1). O PNMLC possui 74,2 hectares e a Lagoa Comprida (LC) aproximadamente 26,87 ha de extensão da lâmina d’água e tem característica semi-

lêntica (Souza & Martins 2010). Possui uma parte da borda florestada, porém está sob alta pressão antrópica, devido ao crescimento urbano. A Lagoa dos Bobos está situada na área rural de Aquidauana, é praticamente desprovida de área florestada e sua borda é utilizada para pastoreio por gado, possui aproximadamente 2 ha de extensão da lâmina d'água.

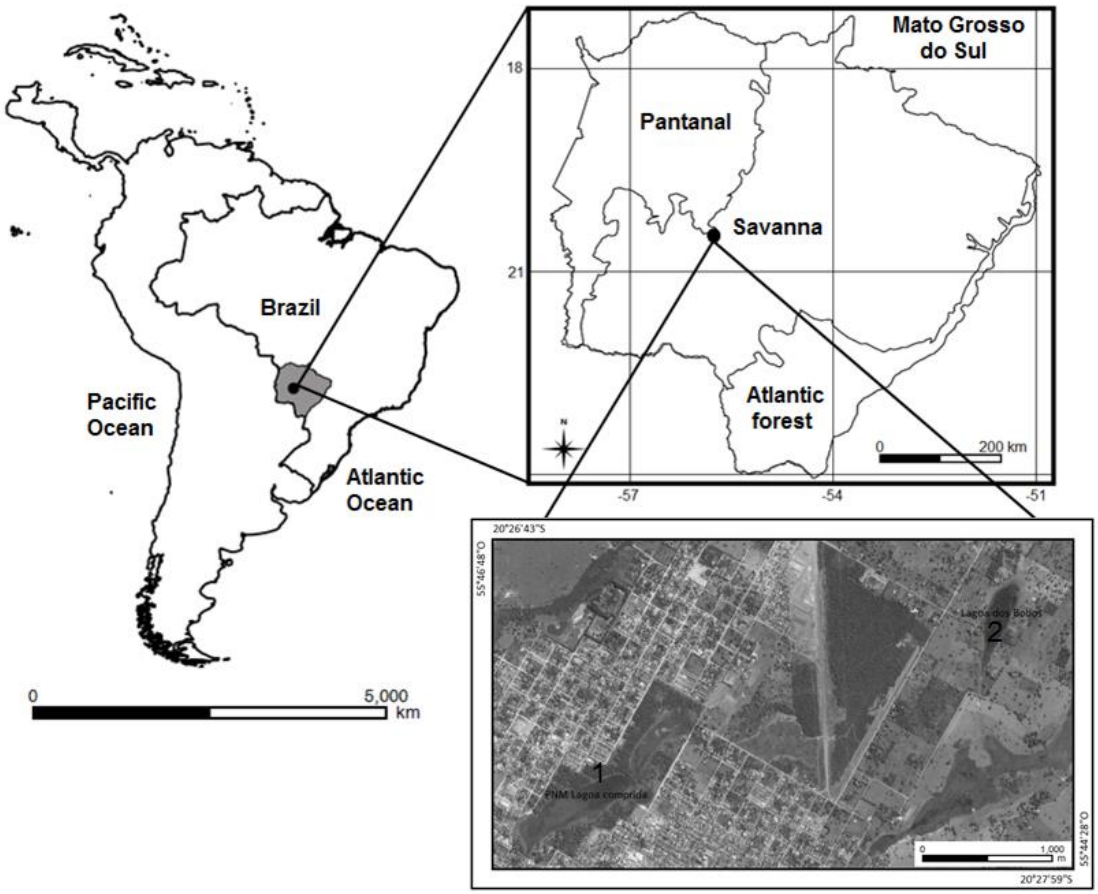

Fig. 1. Localização das lagoas (1: Lagoa Comprida e 2: Lagoa dos Bobos) no município de Aquidauana, Mato Grosso do Sul.

O clima da região de Aquidauana é do tipo Tropical Chuvoso de Savana (subtipo Aw, Köppen 1848) com duas estações bem definidas, uma seca e fria (inverno) que vai de maio a setembro, e outra chuvosa e quente (verão), de outubro a abril. A precipitação

média anual é de 1.200 mm e as temperaturas máximas e mínimas de 33 e 19 °C, respectivamente (Schiavo et al. 2010).

No período de estudo a temperatura média registrada para a região foi 26,3 °C, sendo janeiro o mês mais quente (36,3 °C máxima) e junho o mais frio (14,7 °C mínima). A precipitação anual acumulada foi 1.098,4 mm, a maior precipitação foi registrada em dezembro (342 mm) (Fig. 2). Janeiro (13h22min) e julho (10h54min) foram os meses com maior e menor fotoperíodos, respectivamente.

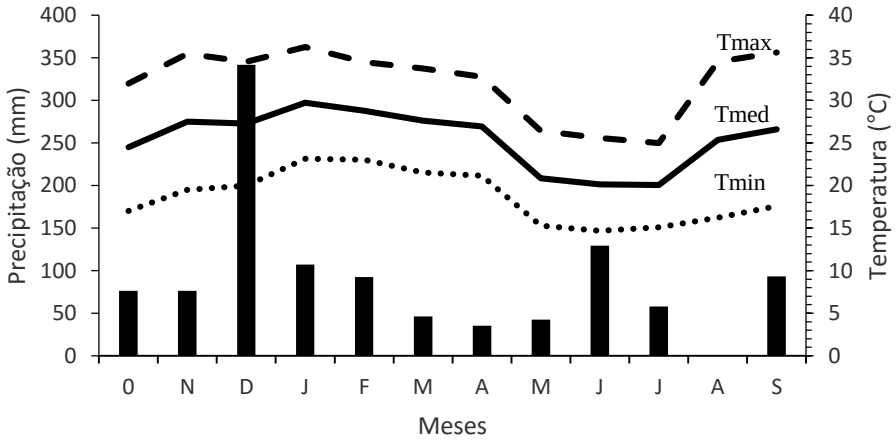

Fig. 2. Dados climáticos de Aquidauana para o período de outubro de 2014 a setembro de 2015. (Fontes: Cemtec MS e Estação meteorológica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul).

Amostragem

Ao longo das lagoas foram marcados 10 indivíduos de 15 espécies vegetais, selecionados quanto à abundância em cada uma das lagoas, totalizando nove espécies na Lagoa dos Bobos e seis na Lagoa Comprida. Gramíneas e Ciperáceas não foram selecionadas para este estudo. Foram contempladas quatro formas de vida: anfíbias (duas espécies), emergentes (nove), flutuantes fixas (três) e submersa fixa (uma), classificadas

de acordo com Irgang et al. (1984). Os indivíduos foram marcados com lacres numerados que possibilitaram a identificação. Para as formas flutuantes fixas e submersa fixa foram usados vergalhões, linha e tela, os quais foram fixados próximo aos indivíduos, auxiliando na localização dos mesmos. As observações fenológicas foram realizadas quinzenalmente, sendo contados botões e flores (floração) e frutos imaturos e maduros (frutificação). A floração e frutificação foram analisadas quanto ao período e duração, sendo que a duração foi caracterizada como breve (1 mês), intermediária (entre 2 e 5 meses) ou extensa (acima de 5 meses), adaptado de Newstrom et al. (1994).

Material botânico foi coletado e processado para herborização e será incorporado ao acervo do Herbário CGMS da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. As espécies foram identificadas com o auxílio de bibliografias pertinentes, consulta a especialistas e comparação com material depositados em herbários. A classificação seguiu o sistema APG III (2009) e a nomenclatura segue a base de dados do Missouri Botanical Garden (2014).

Com a finalidade de explicar os padrões fenológicos, foram levantadas informações climáticas sobre precipitação, temperatura média mensal e fotoperíodo. Os dados de precipitação e temperatura (Fig. 2) foram obtidos pelo Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul – (CEMTEC MS) e da Estação Meteorológica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e os de fotoperíodo no site Online-Photoperiod Calculator (http://www.sci.fi/~benefon/sol.html).

Amostras de água foram coletadas em todas as campanhas, utilizando frascos de polietileno em três pontos para análise laboratorial e obtenção de dados das variáveis físico-químicas da água de cada uma das lagoas: nitrogênio total e fósforo total (Tab. 1). O horário de coleta das amostras ocorreu no período entre 9h e 14h. As análises foram feitas no laboratório de Hidrologia ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso

do Sul no Câmpus de Aquidauana. Condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (Mg) e pH (Tab. 1) foram medidos com auxílio de sonda multiparâmetros.

Tab. 1. Variáveis climáticas e parâmetros físico-químicos da água obtidos para as áreas de estudo em Aquidauana, MS.

	Parâmetros	Unidade de medida	Método de obtenção
Climáticos	Precipitação	mm	CEMTEC-MS e EM-UEMS
	Temperatura média mensal	°C	CEMTEC-MS e EM-UEMS
	Fotoperíodo	Horas	Online-Photoperiod Calculator
Físico-químicos	Fósforo total	mgL^{-1}	Valderrama1981
	Nitrogênio total	mgL^{-1}	Valderrama1981
	Condutividade elétrica	µS/cm	Sonda multiparâmetros (Hanna HI9829 ou YSI 556MPS)
	Oxigênio dissolvido Mg	DO Mg	
	pH		

Análise de dados

Para verificar os padrões de floração/frutificação foram produzidos histogramas circulares com o percentual de espécies ou indivíduos com flores/frutos. A data média de floração/frutificação das espécies, sincronia (r) e o teste Rayleigh (Z) foram calculados utilizando o programa Oriana 2.0 (Kovach 2004). A sincronia é relativa à concentração em torno da data média. O teste Rayleigh (Z) calcula a probabilidade de os dados estarem distribuídos de maneira uniforme ao longo do ano. Deste modo, um valor de probabilidade abaixo do nível de significância (p=0,05) indica que a hipótese H0 de que os dados são uniformemente distribuídos ao longo da circunferência (ano) foi rejeitada com chance de erro menor de que 5%.

Para verificar se e como as variáveis climáticas e físico-químicas da água influenciam as fenofases reprodutivas, foi feita regressão múltipla inicial. Posteriormente, para a seleção do modelo mais simples e parcimonioso suportado pelos dados foi utilizada

abordagem de seleção de modelos baseados na teoria de critérios de informação (Burnham & Anderson 2002). O Critério de Informação de Akaike (AIC) é uma ferramenta que tem sido amplamente utilizada para seleção de modelos em ecologia, sendo útil quando a experimentação é inviável (Johnson & Omland 2004).

Resultados

Fenologia da assembleia de macrófitas aquáticas

Foram observadas na assembleia de macrófitas aquáticas espécies florescendo ao longo de todo o ano (Fig. 3). Esta fenofase apresentou baixa sincronia ($r = 0,08$) e padrão sazonal ($Z = 8,83$, $p < 0,05$), com maior registro da atividade em outubro-novembro e julho (Fig. 3).

Amaioria das espécies apresentou floração sazonal (40%) e extensa (66,7%). *Eichhornia azurea* e *Ludwigia sedoides* apresentaram pico na estação transicional chuvosa para seca; *Nymphoides indica*, *Ludwigia nervosa* e *L. torulosa* tiveram auge na estação chuvosa e *L. tomentosa* exibiu pico na estação transicional seca para chuvosa (Tab. 2, Fig. 4). As especies *Aeschynomene fluminensis, Egeria najas* e *Ludwigia lagunae* apresentaram floração extensa, mas não sazonal (Tab. 2, Fig. 4).

Floração sazonal e intermediária foi observada em *Hydrolea spinosa*, *Xyris jupicai* (pico de floração na estação chuvosa), *L. decurrens* (pico na estação chuvosa e transicional chuvosa para seca), *Bacopa myriophylloides, Bacopa salzmannii* (pico na estação transicional seca para chuvosa) e *Desmoscelis villosa* (pico de floração na estação seca). Não foi registrada floração de duração breve.

Produção de frutos imaturos e maduros também foi registrada ao longo de todo o ano, com maior percentual de espécies frutificando durante a estação chuvosa, de outubro a dezembro (Fig. 3). A produção de frutos imaturos apresentou baixa sincronia ($r = 0,07$)

e padrão sazonal (Z = 5,83, p = < 0,05), enquanto que frutos maduros também apresentaram padrão sazonal (Z = 36,50; p < 0,01), mas sincronia mediana (r = 0,2).

Frutificação sazonal e extensa foi apresentada pela maioria das espécies (53,3% e 80% respectivamente), incluindo *A. fluminensis, L. nervosa, L. torulosa, N. indica* (pico na estação chuvosa) e *E. azurea* e *L. sedoides* (pico na estação transicional chuvosa para seca) (Tab. 2, Fig. 4). *Ludwigia lagunae* e *L. tomentosa* não apresentaram frutificação sazonal (Tab. 2, Fig. 4).

Frutificação sazonal e intermediária foi observada em *B. myriophylloides, B. salzmannii, D. villosa, E. najas, H. spinosa*, *X. jupicai* (pico de frutificação na estação chuvosa) e *L. decurrens* (pico na estação chuvosa e transicional chuvosa para seca). Não foi registrada frutificação de duração breve.

Fenologia por forma de vida

O período de floração e frutificação variou entre as formas de vida estudadas (Fig. 4). As fenofases reprodutivas foram explicadas tanto por fatores climáticos, quanto por parâmetros físico-químicos da água e os modelos variaram conforme a forma de vida (Tab. 3).

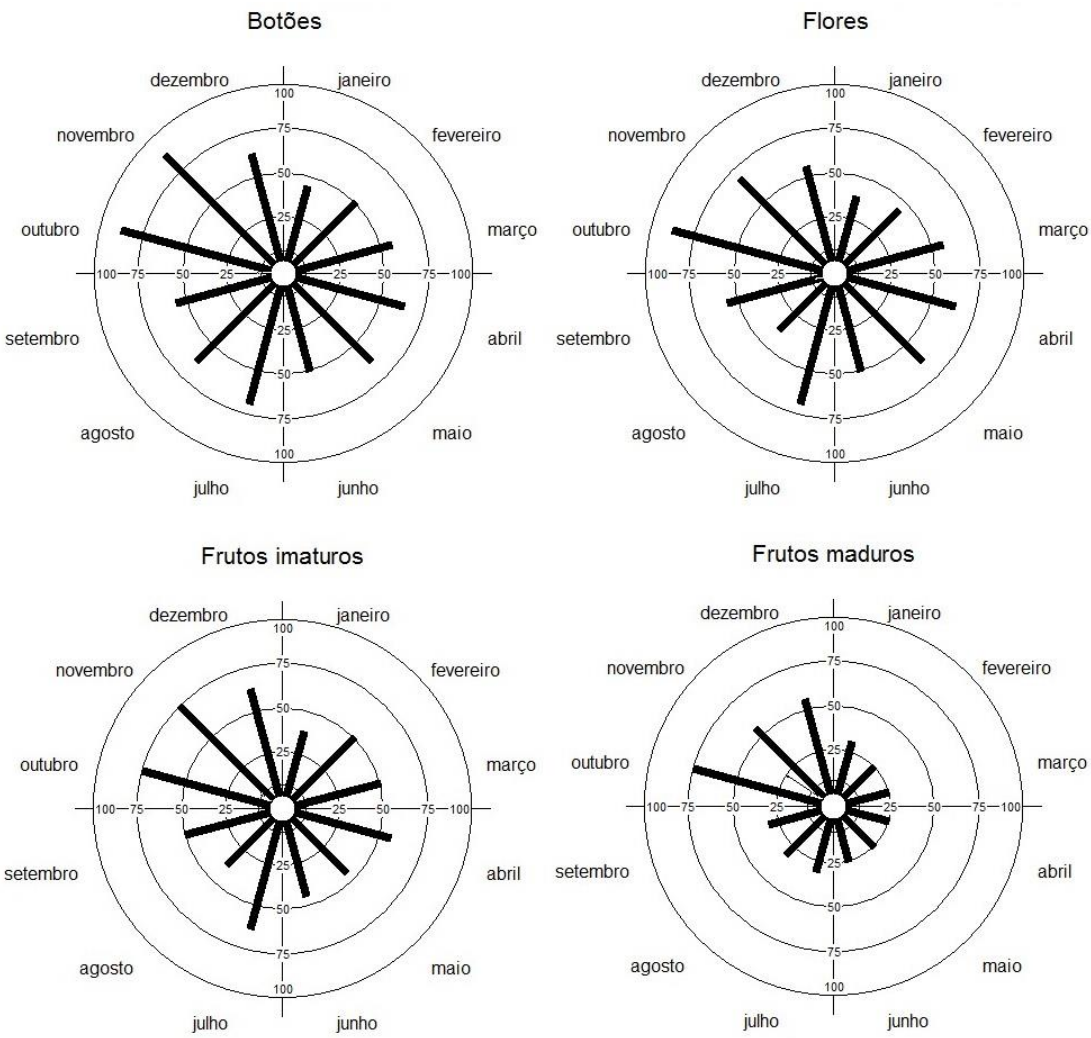

Fig. 3. Histograma circular do percentual de espécies em floração e frutificação ao longo de um ciclo anual em lagoas de Aquidauana, Mato Grosso do Sul.

Tab. 2. Espécies de macrófitas aquáticas estudadas, classificadas quanto à forma de vida e duração da floração (botões e flores) e frutificação (frutos imaturos e maduros).

Espécie	Forma de vida	Duração da fenofase	
		Floração (n° de meses)	Frutificação (n° de meses)
Aeschynomene fluminensis Vell.	Em	Ext (12)	Ext (9)
Bacopa myriophylloides (Benth.) Wettst.	An	Int (5)	Int (4)
Bacopa salzmannii (Benth.) Wettst. *ex* Edwall	Em	Int (5)	Int (4)
Egeria najas Planch.	SF	Ext (6)	Int (2)
Eichhornia azurea (Sw.) Kunth	FF	Ext (6)	Ext (6)
Hydrolea spinosa L.	Em	Int (3)	Int (3)
Ludwigia decurrens Walter	Em	Ext (6)	Int (5)
Ludwigia lagunae (Morong) H. Hara	Em	Ext (12)	Ext (12)
Ludwigia nervosa (Poir.) H. Hara	Em	Ext (8)	Ext (9)
Ludwigia sedoides (Bonpl.) H. Hara	FF	Ext (12)	Ext (12)
Ludwigia tomentosa (Cambess.) H. Hara	Em	Ext (12)	Ext (12)
Ludwigia torulosa (Arn.) H. Hara	Em	Ext (8)	Ext (9)
Desmoscelis villosa (Aubl.) Naudin	An	Int (4)	Int (5)
Nymphoides indica (L.) Kuntze	FF	Ext (12)	Ext (9)
Xyris jupicai Rich.	Em	Int (3)	Int (4)

Em= emergente; An= anfíbia; FF= flutuante fixa; SF= submersa fixa; Ext= extensa e Int= intermediária.

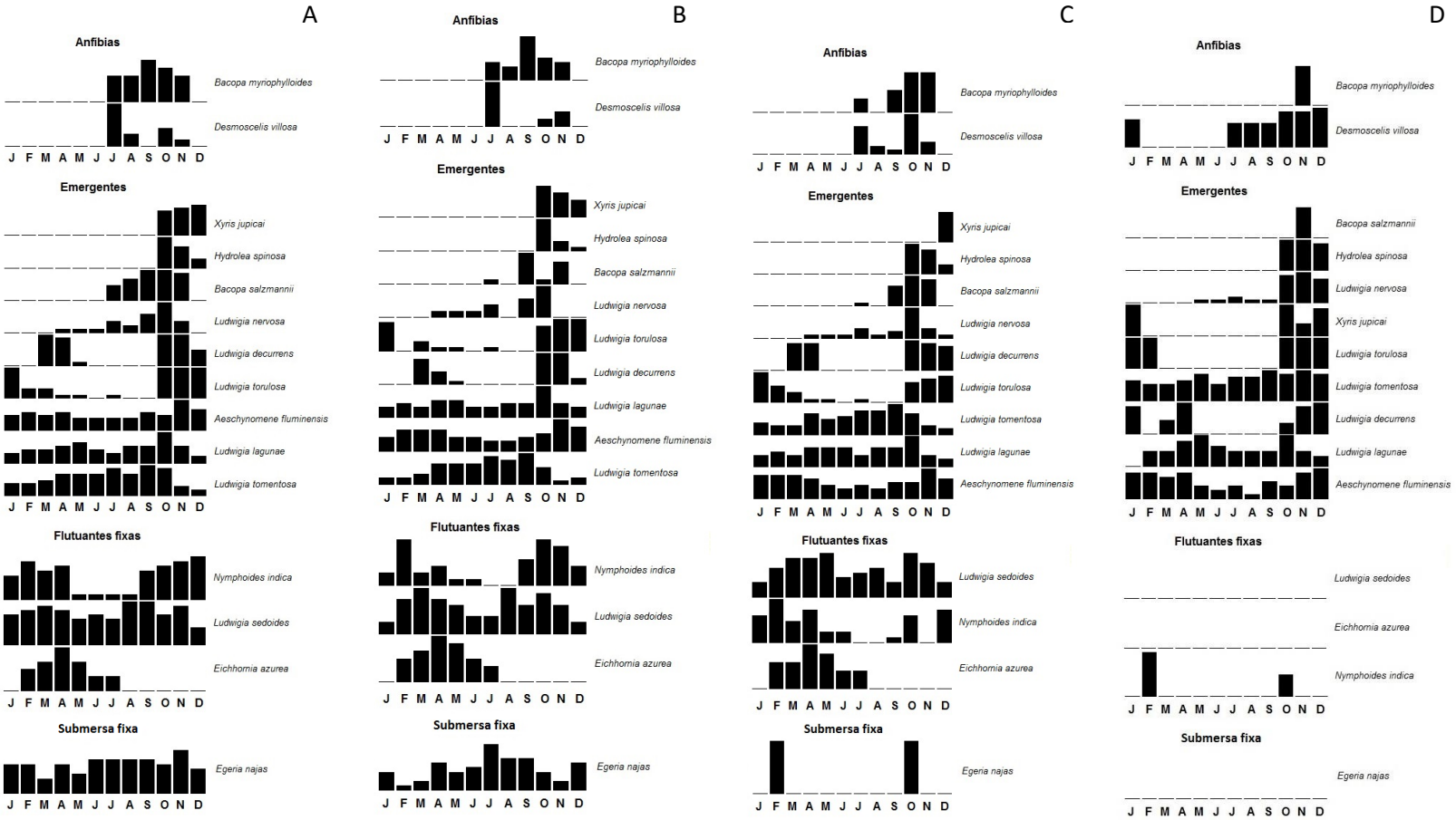

Fig. 4. Ordenação direta considerando a frequência indivíduos de cada espécie de macrófita aquática, em cada fenofase (A: botão, B: flor, C: frutos imaturos, D; frutos maduros), ao longo um ciclo anual (Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil).

Tab. 3. Modelos de acordo com o Critério de Informação de Akaike (AIC) entre as variáveis abióticas e as fenofases de diferentes formas de vida amostradas em lagoas do município de Aquidauana, Mato Grosso do Sul.

Forma de vida	Fenofase	Modelo	Δ AIC	R^2	F	p
Anfíbia	Botões	- 888,46 Intercepto – 13,80 Temp. – 0,26 Precip. + 73,10 Fotop. + 158,95 Ntotal – 0,90 Condutiv. + 56,42 pH	2,32	0,71	9,4	0,0003
	Flores	- 786,93 Intercepto – 13,83 Temp. – 0,20 Precip. + 65,26 Fotop. + 120,35 Ntotal – 0,83 Condutiv. – 2,98 DO + 58,09 pH	2	0,85	17,8	0,00001
	Frutos imaturos	- 877,72 Intercepto – 9,80 Temp. – 0,19 Precip. + 66,91 Fotop. + 172,60 Ntotal – 1,07 Condutiv. + 50,51 pH	3,76	0,69	8,4	0,0005
	Frutos maduros	- 607,36 Intercepto – 8,80 Temp. + 55,32 Fotop. + 129,38 Ntotal – 0,69 Condutiv. + 25,32 pH	3,21	0,55	5,9	0,003
Emergente	Botões	- 143,47 Intercepto + 31,56 pH	9,65	0,29	17,58	0,0001
	Flores	- 147,54 Intercepto + 31,36 pH	9,95	0,22	12,48	0,001
	Frutos imaturos	- 110,97 Intercepto – 35,90 Ntotal + 0,12 Condutiv. + 27,87 pH	8,28	0,28	6,48	0,001
	Frutos maduros	- 115,30 Intecepto – 63,65 Ntotal + 0,24 Condutiv. + 28,83 pH	9,15	0,3	6,98	0,0007
Flutuante fixa	Botões	414,35 Intercepto – 15,83 Fotop. + 0,23 Condutiv. – 24,03 pH	6,99	0,24	3,08	0,05
	Flores	54,75 Intercepto + 63,04 Ntotal – 803,98 Ptotal	8,48	0,24	4,13	0,03
	Frutos imaturos	182,70 Intercepto + 0,074 Precip. + 65,60 Ntotal – 106,70 Ptotal – 19,02 pH	7,69	0,57	7,69	0,001
	Frutos maduros	43,14 Intercepto + 17,36 Ntotal – 7,54 pH	10,44	0,2	3,51	0,05
Submersa fixa	Botões	53,23 Intercepto + 5,64 Temp. + 0,10 Precip. – 22,01 Fotop. – 0,15 Condutiv. + 2,82 DO + 15,39 pH	3,15	0,26	2,15	0,11
	Flores	- 11,09 Intercepto – 16,17 Fotop. – 61,95 Ntotal + 3,29 DO + 36,14 pH	7,05	0,6	8,41	0,0007
	Frutos imaturos	0,95 Intercepto	12,02			

Condutiv.: Condutividade elétrica (µS/cm), DO: Oxigênio dissolvido (mgL^{-1}), Fotop.: Fotoperíodo (min), Precip.: Precipitação (mm), PTotal: Fósforo total (mgL^{-1}), NTotal: Nitrogênio total (mgL^{-1}), Temp.: Temperatura média mensal do ar (°C).

Espécies anfíbias tiveram suas fenofases reprodutivas restritas ao período de julho a dezembro (Fig. 4 e 5) com marcada sazonalidade ($Z > 275,32$; $p < 0,001$) e elevada sincronia ($r > 0,6$), e apresentaram data média em 16 e 28 de setembro para floração e de frutificação, respectivamente. A produção de botões e flores nesta forma de vida foram influenciadas negativamente pela temperatura, precipitação e condutividade elétrica e positivamente pelo fotoperíodo, nitrogênio total e pH, tendo ainda o oxigênio dissolvido atuando de forma negativa na produção de flores (Tab. 3). A produção de frutos imaturos foi influenciada pelas mesmas variáveis que interviram na produção de botões, e a produção de frutos maduros segue o mesmo padrão, com exceção da precipitação (Tab. 3).

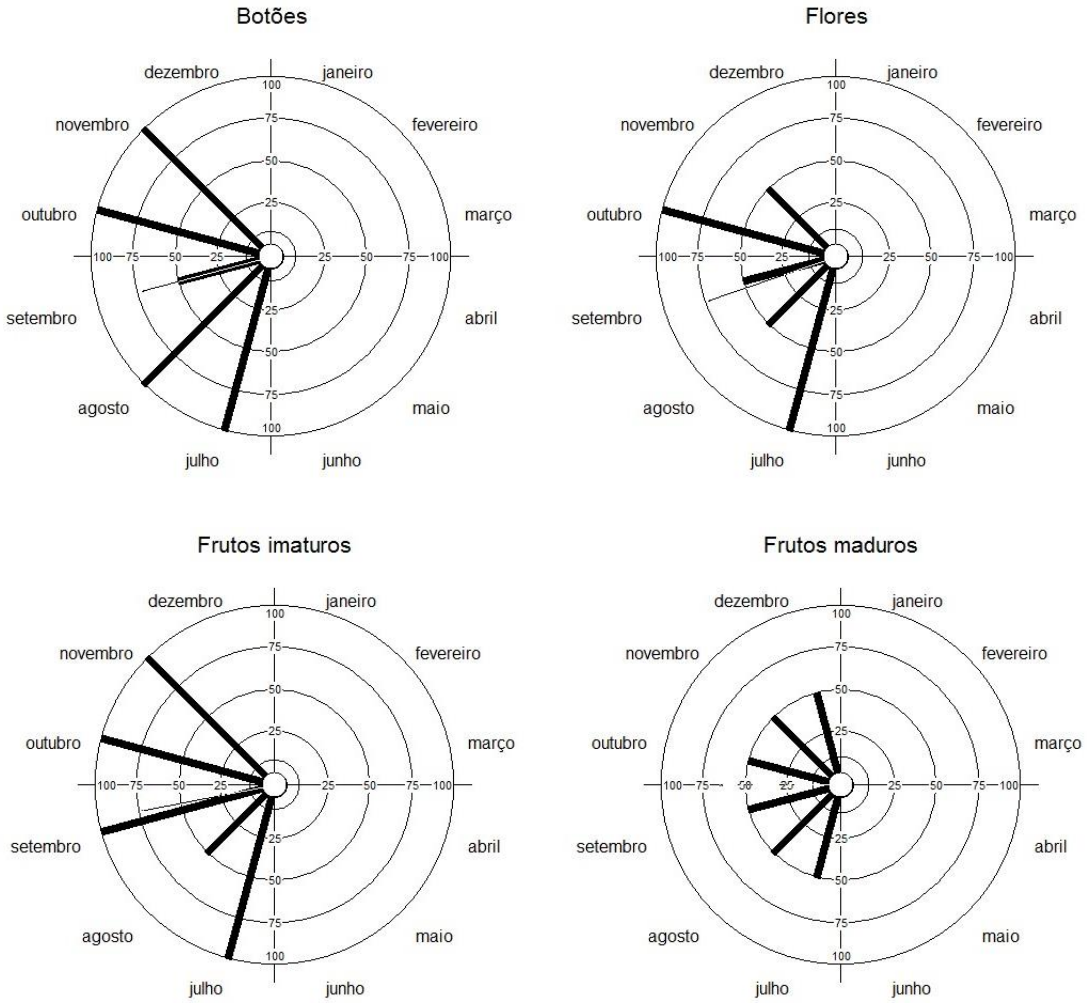

Fig. 5. Histograma circular do percentual de espécies anfíbias em floração e frutificação ao longo de um ciclo anual em lagoas de Aquidauana, Mato Grosso do Sul.

Macrófitas aquáticas emergentes floresceram e frutificaram ao longo de todo o ano e apresentaram data média para floração e frutificação em 02 e 23 de novembro, respectivamente (Fig. 6). As fenofases são sazonais ($Z > 15,64$; $p < 0,005$), mas apresentam baixa sincronia ($r > 0,1$). O pH foi o parâmetro que mais influenciou as fenofases desta forma de vida. A produção de botões e flores tiveram como preditor o pH influenciando de forma positiva, enquanto que a produção de frutos imaturos e maduros foram influenciadas de forma positiva pela condutividade elétrica e pH e de forma negativa pelo nitrogênio total (Tab.3).

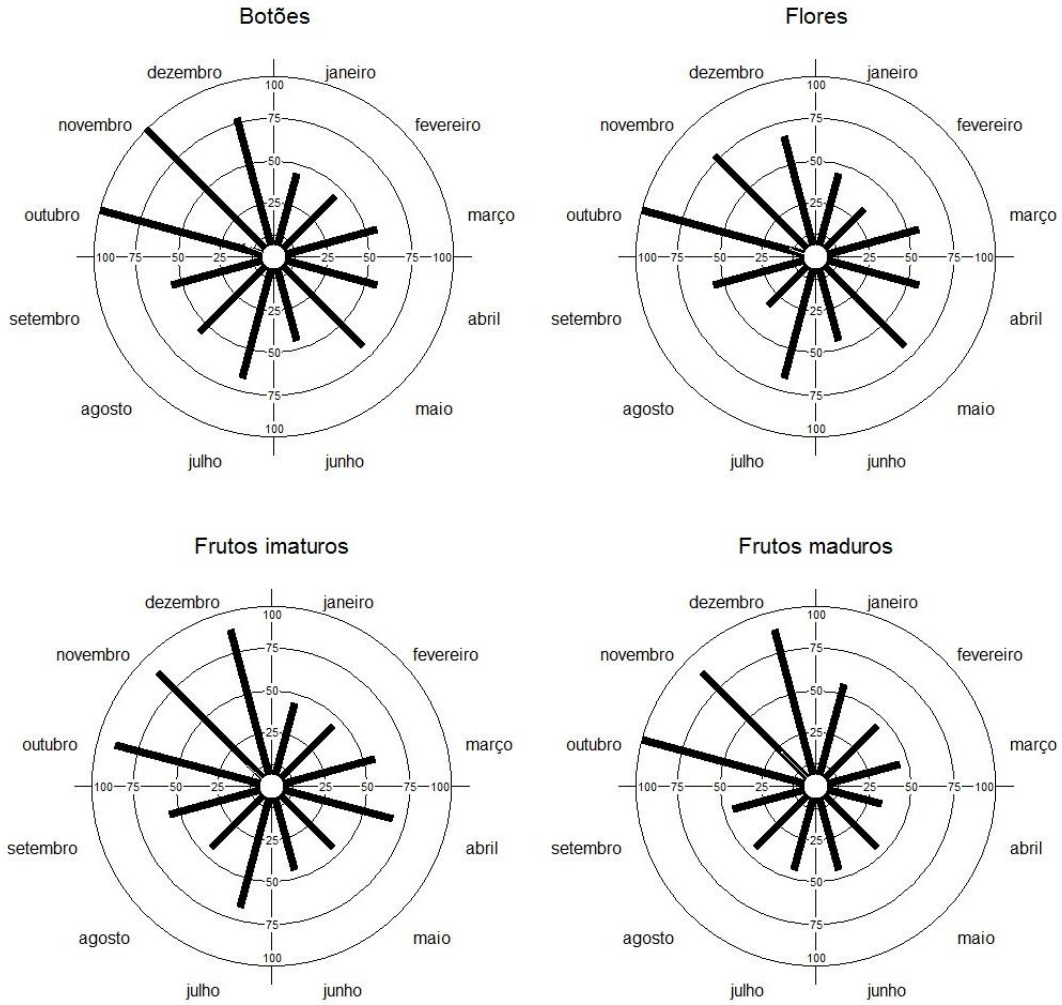

Fig. 6. Histograma circular do percentual de espécies emergentes em floração e frutificação ao longo de um ciclo anual em lagoas de Aquidauana, Mato Grosso do Sul.

Espécies flutuantes fixas apresentaram botões, flores e frutos imaturos ao longo de todo o ano, com maior intensidade destas fenofases entre fevereiro e junho com data média para produção de botões e flores em 23 de abril e frutos imaturos aos três dias do mesmo mês (Fig. 6). Frutos maduros foram observados apenas em fevereiro e outubro, mas com baixa intensidade (Fig. 7). A produção de botões, flores e frutos imaturos é sazonal ($Z > 23,38$; $p < 0,008$), mas apresenta baixa sincronia ($r > 0,1$), enquanto que a de frutos maduros é sazonal ($Z = 66$; $p < 0,001$), com alta sincronia entre as espécies ($r = 1$).

Para a produção de botões, as variáveis preditoras mais importantes foram fotoperíodo e pH (influenciando negativamente) e condutividade elétrica (positivamente). A produção de flores esteve correlacionada com nitrogênio e fósforo total de forma positiva e negativa, respectivamente. A formação de frutos imaturos esteve correlacionada com as mesmas variáveis que as flores e foi influenciada também pela precipitação (positivamente) e pH (negativamente). A produção de frutos maduros foi influenciada pelo nitrogênio total (positivamente) e pH (negativamente) (Tab. 3).

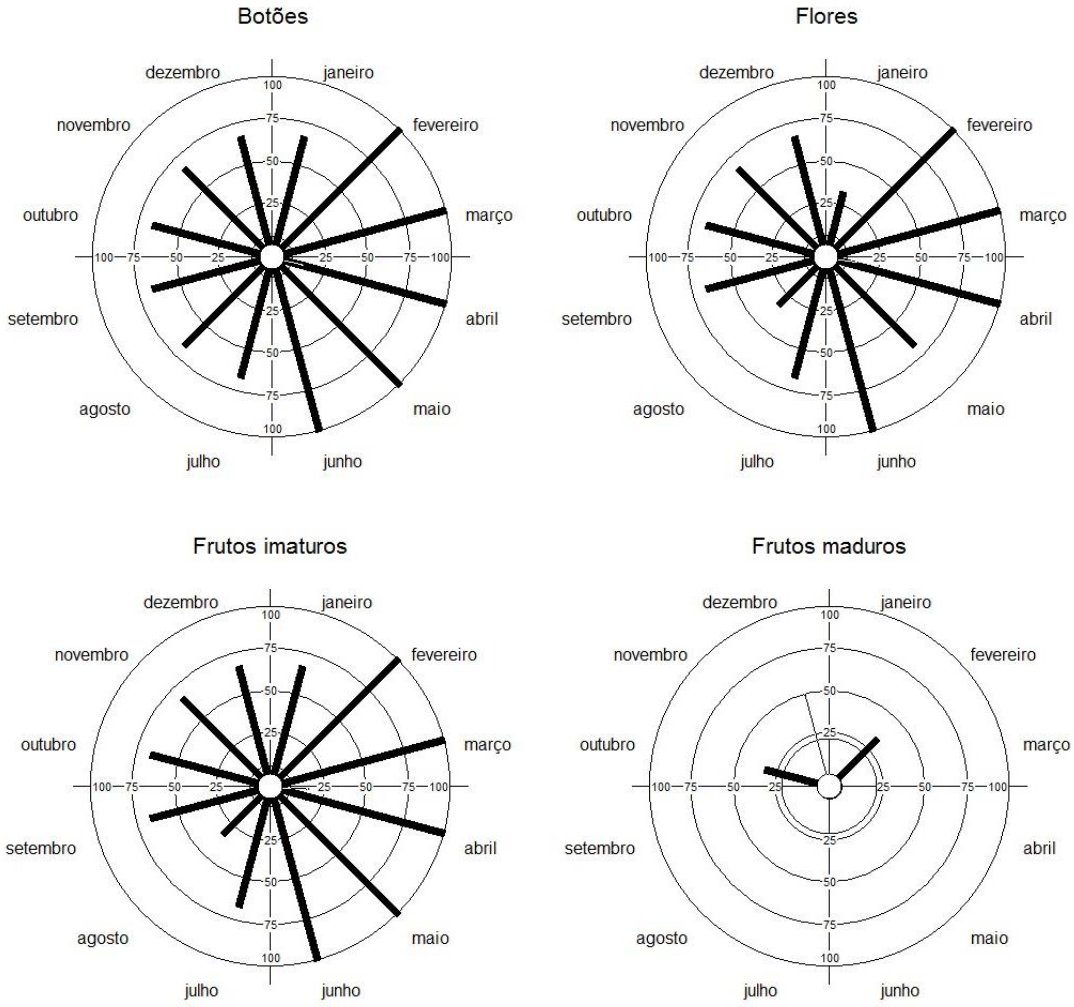

Fig. 7. Histograma circular do percentual de espécies flutuantes fixas em floração e frutificação ao longo de um ciclo anual em lagoas de Aquidauana, Mato Grosso do Sul.

Apenas uma espécie de submersa fixa foi investigada (*Egeria najas*) (Fig. 8). A produção de botões, flores e frutos imaturos é sazonal ($Z > 19,28$; $p < 0,003$), apresentando baixa sincronia para botões e flores ($r > 0,1$) com data média para floração em 13 de agosto, enquanto que para frutos imaturos a sincronia é alta ($r = 1$). A emissão de flores foi negativamente influenciada pelo fotoperíodo e nitrogênio total e positivamente influenciada pelo oxigênio dissolvido e pH. A produção de botões e frutos imaturos não foi significativamente explicada pelo modelo selecionado (Tab. 3). Não foram observados frutos maduros ao longo do período de estudo.

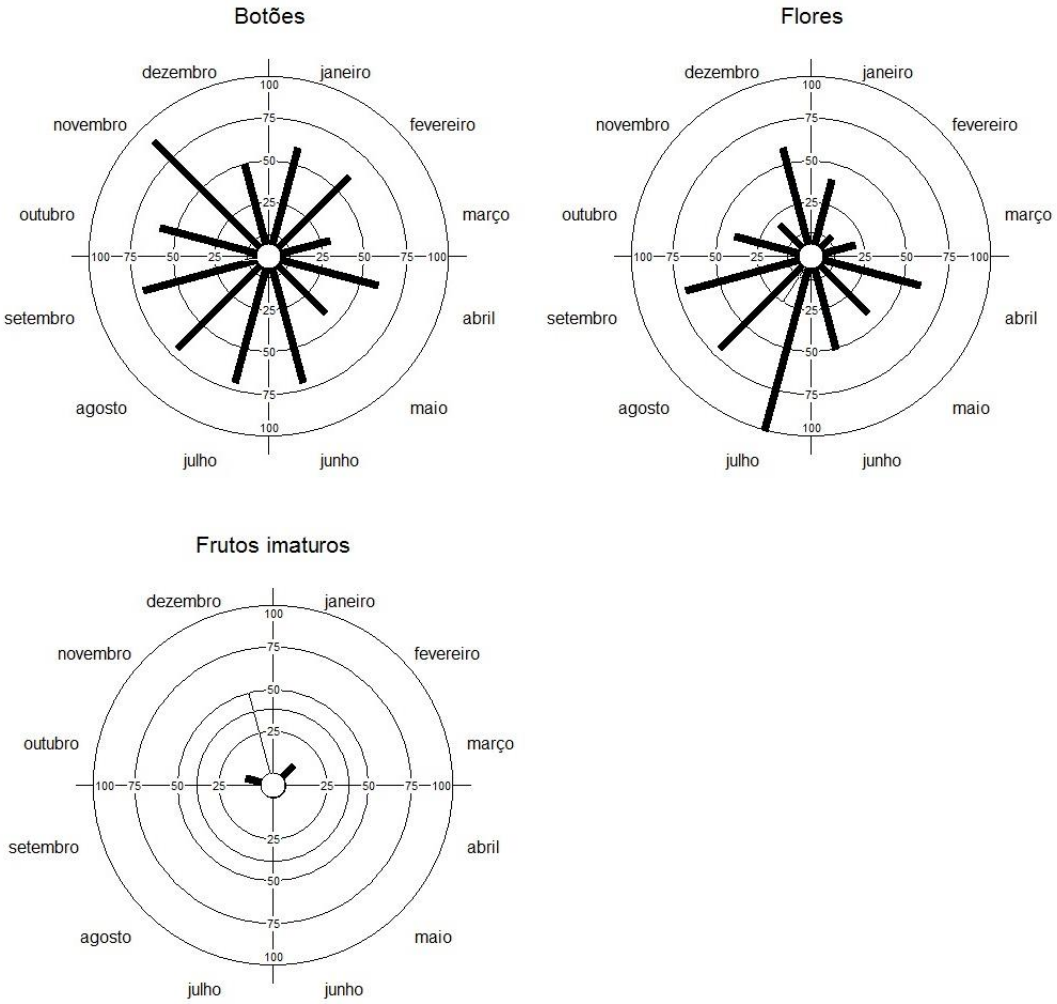

Fig. 8. Histograma circular do percentual de indivíduos de submersa fixa em floração e frutificação ao longo de um ciclo anual em lagoas de Aquidauana, Mato Grosso do Sul.

Desta forma, as principais variáveis preditoras das fenofases das diversas formas de vida foram o pH, que influenciou 80% das fenofases analisadas, nitrogênio total (53%), condutividade elétrica (46,7%) e fotoperíodo (40%) (Fig. 9). Oxigênio dissolvido e fósforo total foram as variáveis selecionadas em menor número de modelos explicativos das fenofases (20%) (Fig. 9). Importante destacar que o fósforo total influenciou apenas fenofases da forma de vida flutuante fixa.

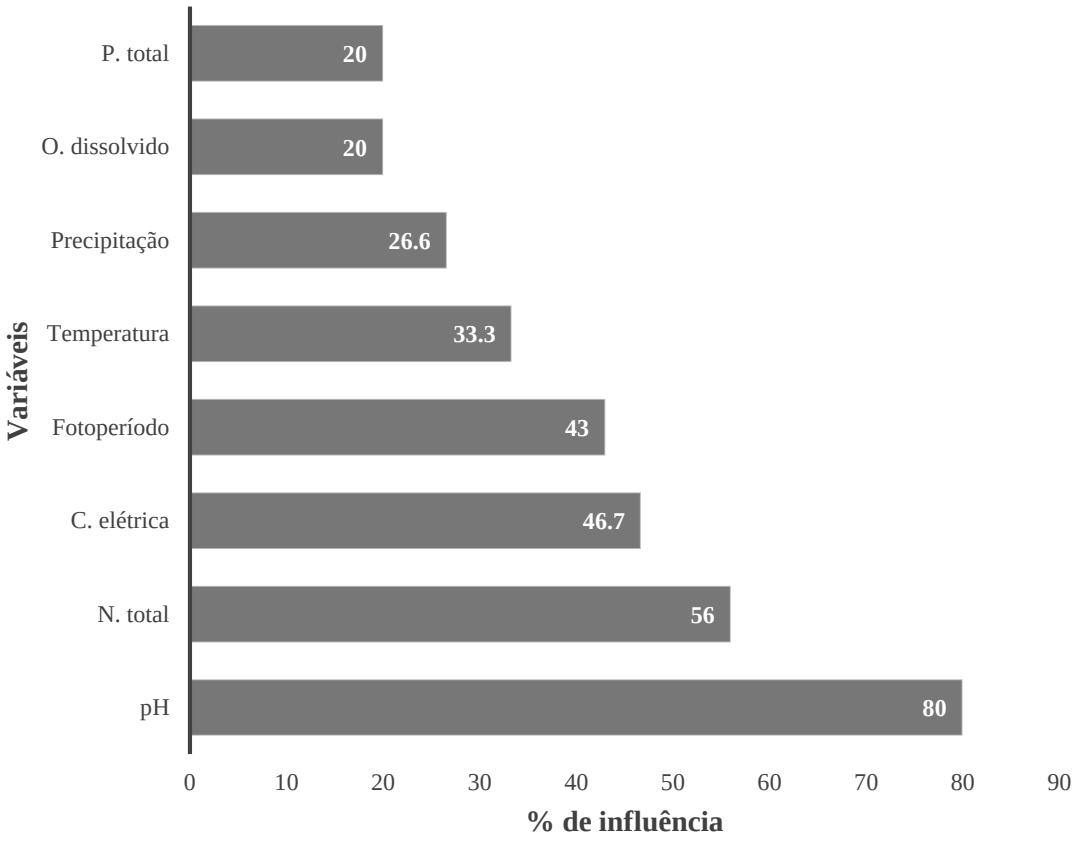

Fig. 9. Percentual das variáveis preditoras das fenofases das diversas formas de vida.

Discussão

Fenologia da assembleia de macrófitas aquáticas

A presença de espécies em floração e frutificação durante todo o ano pode ser explicada pelo fato de as formas de vida apresentarem estratégias diferentes para obtenção

de recurso e energia. Há espécies que retiram seus nutrientes dos sedimentos (fixas) e da água (flutuantes), desta forma diferentes variáveis influenciaram a produção de flores, permitindo uma distribuição e oferta destes recursos durante todo o ano que pode favorecer a permanência de polinizadores na área.

No entanto o florescimento mais intenso durante a estação chuvosa se deve às vantagens que apresenta, como o aumento da disponibilidade de luz, da quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas (Morellato & Leitão-Filho 1992) e da atividade dos animais polinizadores (Morellato 1991). Consequentemente, a frutificação mais intensa também nesta estação é explicada por ser o período com as condições mais favoráveis para a germinação das sementes (Foster, 1985). Há um padrão de floração ocorrendo nesta mesma estação em espécies terrestres da Caatinga (Barbosa et al. 2003, Araújo et al. 2011), Cerrado Campestre (Mantovani & Martins 1988, Batalha et al. 1997a, Batalha & Mantovani 2000, Batalha & Martins 2004, Tannus et al. 2006) e Mata Atlântica (Morellato & Haddad 2000, Morellato et al. 2000, Pereira et al. 2008, Freire et al. 2013). Estas espécies terrestres, apresentam floração acentuada no fim da estação chuvosa, desta forma as espécies de macrófitas aquáticas, apresentando floração no início desta estação, propiciariam importante fonte de recurso em período de escassez para polinizadores.

Dentre as espécies estudadas apenas *Desmoscelis villosa* apresentou floração na estação seca. Este parece ser o fator indutor da floração para várias espécies de Melastomataceae (Borges 1991). Não só os fatores abióticos mas também a diminuição na oferta de polinizadores deve estar relacionado ao baixo número de espécies em flor neste período. As espécies *Aeschynomene fluminensis, Egeria najas* e *Ludwigia lagunae* apresentaram padrão de floração longo e contínuo, desta forma é possível que fatores bióticos sejam uma importante força modeladora.

Ritmos fenológicos relacionados a questões filogenéticas apresentam um papel dominante no florescimento de algumas plantas (Kochmer & Handel 1986) e já foram observados em diversas famílias (e.g. Lobo et al. 2003; Bulhão & Figueiredo 2002; Martin-Gajardo & Morellato 2003; Gressler 2005). As espécies *L. lagunae*, *L. tomentosa*, *L. nervosa* e *L. sedoides* que estão filogenéticamente relacionadas, apresentaram um padrão semelhante de floração. Contudo, *L. decurrens* e *L. torulosa* (floração concentrada principalmente na estação chuvosa) não filogeneticamente próximas podem compartilhar polinizadores por estarem em alturas diferentes.

Frutos foram produzidos durante todo o ano com diferentes períodos de maturação entre as formas de vida. Como as espécies diferem quanto ao tempo de dormência de suas sementes, isso faz com que precisem ser dispersas em períodos distintos, para que germinem no período com condições mais favoráveis (Smits et al. 1990). Com exceção dos frutos da submersa fixa *E. najas*, a frutificação das espécies está correlacionada com nitrogênio total e pH, que são variáveis que apresentam diferentes proporções de acordo com as estações do ano (Necchi Jr. et al. 1996, Esteves 1998).

Fenologia por forma de vida

Os padrões de floração e frutificação variaram entre as várias formas de vida. Anfíbias apresentaram padrão de florescimento durante o fim da estação seca e se estendeu até meados da estação chuvosa, apresentando correlação principalmente com temperatura, precipitação e fotoperíodo. A floração de espécies terrestres durante este período tem sido atribuída, principalmente, à redução do estresse hídrico causado pelas primeiras chuvas após o período de seca, ao aumento do fotoperíodo e à elevação da temperatura (Morellato et al. 1989, Morellato 1991, 1995). Como espécies anfíbias

geralmente ocupam a interface do ambiente terrestre e aquático, aparentemente exibem comportamento fenológico comum ao das plantas terrestres.

Emergentes apresentaram produção de botões e flores durante todo o ano e uma produção mais acentuada na estação chuvosa (outubro-dezembro). Ter espécies que apresentam este padrão de florescimento é importante para a comunidade por garantir a permanência de animais polinizadores na área. O padrão fenológico de emergentes apresentou correlação estrita com o pH. Esta variável que influencia na fisiologia de plantas aquáticas (Esteves 1998), ocasionando um aumento na produção de botões e flores, recebe influencia da precipitação (Esteves 1998, Silva et al. 2008). Este pode ser o fator que atua sobre o pH e impulsiona a floração de espécies emergentes na estação chuvosa.

As formas de vida anfíbias e emergentes frutificaram no término da estação seca e na estação chuvosa. Espécies de *Ludwigia* no sul do país (Vieira 2002) e *Oryza latifolia* (Bertazzoni & Damasceno-Júnior 2011) também apresentaram este padrão de frutificação. Segundo Terborgh (1990), existem três hipóteses para explicar padrões fenológicos relacionados com a produção de frutos. Uma delas se refere ao período ótimo para produção de frutos quando existe forte influência das condições ambientais. Sendo assim, o amadurecimento dos frutos de emergentes e anfíbias durante o fim da estação seca e na estação chuvosa estão relacionados a este ponto, acrescidos dos efeitos das estratégias de floração, germinação e instalação das plântulas.

A floração sazonal concentrada na estação seca encontrada para as espécies da forma de vida flutuante fixa pode estar relacionada às vantagens que apresenta como, por exemplo, a redução da florivoria (Janzen 1967, Rathcke & Lacey 1985) e a diminuição de danos nas estruturas reprodutivas causada pela chuva (Fernandes et al. 2011). Pode também ter como pressuposto o melhor período para germinação de suas sementes uma

vez que também frutifica neste período. Estudo realizado com sementes de *N. indica* mostra que, as melhores taxas de germinação ocorreram quando submetidas a temperaturas elevadas e condições de luz moderadas (Batista et al. 2013). Estas são características da estação transicional seca para chuvosa, período este posterior a produção de frutos em espécies flutuantes fixa. Esta forma de vida apresentou correlação com nitrogênio e fósforo de forma positiva e negativa, respectivamente. Em períodos de estiagem (estação seca) a concentração de nutrientes no ambiente aquático é menor (Santos et al. 2011, Vidal & Neto 2014), podendo esta baixa ser o fator que induz a floração e frutificação das flutuantes fixas.

Egeria najas que apresenta forma de vida submersa fixa, apresentou padrão de florescimento extenso e não sazonal. Esta espécie multiplica-se com facilidade por fragmentação do caule, que é muito frágil, sendo a reprodução por sementes muito rara (Kissmann & Groth 1997), não investindo na produção de frutos, o qual foi registrado apenas nos meses de outubro e fevereiro e assim não apresentou correlação com nenhuma das variáveis. Estudo com esta espécie foi feito analisando as variáveis físico-químicas da água apenas com processos de fotossíntese e crescimento (Petracco 2006), esta espécie mostrou uma relação positiva entre disponibilidade de nutrientes e taxa de crescimento, e encontramos que estes, junto com outras variáveis, influenciam de forma significativa a produção de flores desta forma de vida.

Neste estudo houve sazonalidade entre as formas de vida na produção de frutos. Este período de frutificação está diretamente relacionado às condições que influenciam o sucesso da dispersão e seu estabelecimento (Rathcke & Lacey 1985, Morellato et al. 2000). Esta sazonalidade de frutificação tem sido associada a fatores abióticos do meio (Frankie et al. 1974, Opler et al. 1980), como também ocorreu no presente estudo.

Na literatura há trabalhos sobre a influência dos gradientes abióticos na dinâmica estrutural de macrófitas aquáticas que podem auxiliar no entendimento da atuação desses parâmetros na fenologia deste grupo. Como exemplo temos o pH, que apresentou influência na maioria dos padrões de floração e frutificação das plantas aquáticas (80%), e pode estar favorecendo as fenofases por influir na concentração de nutrientes e atuar na produção de hormônios que favorecem e auxiliam a produção de flores e frutos. Uma vez que, esta é uma das variáveis de maior influência na estrutura das macrófitas (Fraser & Morton 1983, Catling et al. 1985, Arts & Leuven 1988) e influencia os ecossistemas aquáticos naturais devido a seus efeitos na fisiologia de diversas espécies (Esteves 1998), atuando em todos os aspectos físicos, mecânicos e bioquímicos.

Outro composto que interviu as fenofases de plantas aquáticas foi o nitrogênio total (53%). Este é um dos elementos essenciais na composição de moléculas que atuam em processos metabólicos em plantas aquáticas (Larcher 2000) e também é considerado como um dos principais fatores que controlam a ocorrência e a produção primária de macrófitas aquáticas das formas de vida flutuantes e enraizadas (Biudes & Camargo 2006, Thomaz et al. 2006, Van et al. 1999). Isso pode refletir na felonogia por proporcionar a produção de botões e flores, influenciando de maneira significativa as fenofases destas plantas, que podem retirar esse nutriente tanto da água (flutuantes fixa) como do sedimento (anfíbias, emergentes, flutuante e submersa fixa).

A condutividade elétrica, que apresentou pouca correlação com as fenofases de flutuantes fixas, mas que influenciou 46,7% das fenofases da assembleia, está relacionada à concentração de íons na água, que pode favorecer algumas espécies de macrófitas, principalmente aquelas que se beneficiam da eutrofização (Lougheed 2001), havendo possibilidade de atuação na fenologia das formas de vida correlacionadas com esta variável.

As variações nos parâmetros físicos e químicos da água ao longo de um gradiente temporal devem exercer influência na dinâmica sazonal de organismos dos ambientes aquáticos (Necchi Jr. et al. 1996; Gomes & Aoki 2015). Esta variação que ocorre devido a influência de outros fatores (como temperatura, precipitação, luminosidade), é o principal gatilho para as fenofases reprodutivas de macrófitas aquáticas.

Fotoperíodo e temperatura são citadas como responsáveis pelo sucesso na ocupação dos ambientes pelas plantas aquáticas (Colares et al. 2007) e favorecerem a produção primária destas (Geneviève et al. 1997). De certa forma, estes fatores também funcionaram como gatilho para as fenofases de plantas aquáticas (correlacionadas de forma positiva e/ou negativa), com destaque ao fotoperíodo que influenciou 40% das fenofases. Para Van Schaik et al. (1993) as plantas podem obter mais sucesso na polinização quando o florescimento ocorre em períodos de alta iluminação. Neste estudo encontramos espécies que floresceram também em período de baixa luminosidade. Como pouco se sabe ainda sobre fenologia de plantas aquáticas, se faz necessário conhecer quais as faixas ótimas para o seu desenvolvimento e assim reconhecer quais os efeitos que esta variável está produzindo nestas plantas. Outro ponto importante é a correlação de fenofases com a precipitação. Apesar de a água não ser um fator restritivo para plantas aquáticas (como é para terrestres), o fato de se ter fenofases correlacionadas com a precipitação pode se dar pelo fato de esta variável ter influência no transporte de nutrientes para a água e no pH (Esteves 1998, Campos et al. 2012) influenciando assim, de maneira indireta as fenofases.

Variáveis como o pH, juntamente com nitrogênio (combinados com outros compostos) foram preditores importantes que influenciaram várias das fenofases entre as diferentes formas de vida, impulsionando os períodos de floração e frutificação, mas não se deve restringir as fenofases apenas a esses fatores. Restrições filogenéticas (Kochmer

& Handel 1986, Johnson 1992), disponibilidade de polinizadores (Rathcke 1988, Newstrom et al. 1994, Bhat & Murali 2001) e ajustamento ao período ótimo de dispersão das sementes (Oliveira 2008) parecem ser importantes para o ajustamento do período de floração e frutificação de várias espécies. Como o ambiente aquático ainda é pouco estudado e os fatores que influenciam a fenologia são pouco conhecidos, há necessidade de investigações em outras áreas e por maior período de tempo dos determinantes e seus níveis de concentração que influenciam as fenofases reprodutivas de macrófitas aquáticas.

Agradecimentos

A primeira autora agradece a CAPES pela concessão de bolsa de mestrado e a Joelder Murilo pelo auxílio nas coletas.

Referências

ANGYOSPERM PHYLOGENY GROUP - APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society 161:105-121.

ARAUJO, L.D.A., QUIRINO, Z.G.M. & MACHADO, I.C. 2011. Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinização de *Allamanda blanchetii*, uma Apocynaceae endêmica da Caatinga. Revista Brasileira de Botânica 34:211-222.

ARTS, G.H.P. & LEUVEN, R.S.E.W. 1988. Floristic changes in shallow soft waters in relation to underlying environmental factors. Freshwater Biology 20:97-111.

BARBOSA, D.C.A., BARBOSA, M.C.A. & LIMA, L.C.M. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In Ecologia e conservação da caatinga (I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva, eds.). Recife: Universitária UFPE. p. 657-693.

BARKO, J.W., GUNNISON, D., CARPENTER SR. 1991. Sediment interactions with submerged macrophyte growth and community dynamics. Aquatic Botany 41: 41-65.

BATALHA, M.A., ARAGAKI, S. & MANTOVANI, W. 1997a. Florística do cerrado em Emas, Pirassununga, SP. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 16:49-64.

BATALHA, M.A. & MANTOVANI, W. 2000. Reproductive phenological patterns of Cerrado plant species at the Pé-de-Gigante reserve (Santa Rita do Passo Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and wood floras. Revista Brasileira Biologia 60:129-145.

BATALHA, M.A. & MARTINS, F.R. 2004. Reproductive phenology of the Cerrado plant community in Emas National Park (Central Brazil). Australian Journal Botanic 52:140-161.

BATISTA, T.L., FREIRE, M.A., MARGALHÃES, U.A.S. & COLARES, I.G. 2013. Efeitos de fatores de ambientais sobre a germinação de sementes de *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze (Menyanthaceae). Estudos de Biologia – Ambiente e Diversidade 85:143-152.

BERTAZZONI, E.C. & DAMASCENO-JÚNIOR, G.A. 2011. Aspectos da Biologia e Fenologia de *Oryza latifolia* Desv. (Poaceae) no Pantanal sul-mato-grossense. Acta Botânica Brasilica 25:476-486.

BHAT, D.M. & MURALI, K.S. 2001. Phenology of understorey species of tropical moist forest of Western Ghats region of Uttara Kannada district in South India. Current Science 81:799-805.

BIUDES, J.F.V. & CAMARGO, A.F.M. 2006. Changes in biomass, chemical composition and nutritive value of *Spartina alterniflora* due to organic polluition in the Itanhaém River Basin (SP, Brazil). Brasilian Journal of Biology 66:781–789.

BORGES, H.B.N. 1991. Biologia reprodutiva de quatro espécies de Melastomataceae. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BRASIL, M.S., MATOS, A.T. & SOARES, A.A. 2007. Plantio e desempenho fenológico da taboa (*Typha sp.)* utilizada no tratamento de esgoto doméstico em sistema alagado construído. Engenharia Sanitária e Ambiental 12:266-272.

BULHÃO, C.F. & FIGUEIREDO, P.S. 2002. Fenologia de espécies arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. Revista Brasileira de Botânica 25:361- 369.

CAMARGO, A.F.M., PEZZATO, M.M. & HENRY-SILVA, G.G. 2003. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas (S.M. Thomaz & L.M. Bini, eds), Maringá EDUEM, 59-83p.

CAMPOS, C.F. de, SOUZA, G.S.F., MARTINS, D., PEREIRA, M.R.R. & BAGATTA, M.V.B. 2012. Influência da chuva após aplicação de Imazamox sobre o controle de plantas daninhas aquáticas. Bioscience Journal 28:413-419.

CATIAN, G., LEME, F.M., GONZAGA, A.F.N., CARVALHO, F.S., GALLETTI, V.S., POTT, A., POTT, V.J., DIAS, E.S. & DAMASCENO-JUNIOR, G.A. 2012. Macrophyte structure in lotic-lentic habitats from Brazilian Pantanal. Oecologia Australis 16:782-796.

CATLING, P.M., FREEDMAN, B., STEWART, C., KEREKES, J.I. & LEFKOVICH, L.P. 1985. Aquatic plants of add lakes in Kejimkujik National Park, Nova Scotia; floristic composition and relation to water chemistry. Canadian Journal of Botany 64:724-729.

COLARES, I.G., BATISTA, T.L., MAGALHÃES, U.A.S, SANTOS, L.C. & SCHLEE, M.D.B. 2007. Efeito da temperatura e do fotoperíodo no crescimento e nas respostas

fotossintéticas de *Potamogeton pectinatus* L. (Potamogetonaceae), em cultivo experimental. Estudos de Biologia 29:297-306.

ESTEVES, F.A. 1998. Fundamentos de Limnologia. 2ª ed. Interciência, Rio de Janeiro. 602p.

ESTEVES, F.A. & CAMARGO, A.F.M. 1986. Sobre o papel das macrófitas na estocagem e ciclagem de nutrientes. Acta Limnologica Brasilica 1:273-298.

FAVA, W.S., COVRE, W.S. & SIGRIST, M.R. 2011. *Atallea pharelata* and *Bactris glaucenscens* (Arecaceae, Arecoideae): Phenology and pollination ecology in the Pantanal, Brazil. Flora 206:575-584.

FERNANDES, G.W., OKI, Y., SANCHEZ-AZOFEIFA, A., FACCION, G. & AMARO-ARRUDA, H.C. 2011. Hail impact on leaves and endophytes of the endemic threatened *Coccoloba cereifera* (Polygonaceae). Plant Ecology 212:1687-1697.

FOSTER, R.B. 1985. The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island. In The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes (E.G. Lieth Jr, A.S. Rand & D.M. Windsor, eds.). Smithsonian Institution Press: Washington, p.151-172.

FRANKIE, G.W., BAKER, H.G. & OPLER, P.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. Journal of Ecology 62:881-913.

FRASER, O. & MORTON, J.K. 1983. Aquatic plants in Lake Superior Provindal Park in relation to water chemistry. Canadian field Naturalist 97:181-186.

FREIRE, J.M., AZEVEDO, M.C., CUNHA, C.F., SILVA, T.F. & RESENDE, A.S. 2013. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em área fragmentada de Mata Atlântica em Itaborai, RJ. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo 33:243-252.

GENEVIÈVE, M.C., DUTHIE, H.C. & TAYLOR, W.D. 1997. Models of aquatic plant productivity: a review of the factors that influence growth. Aquatic Botany 59:195-215.

GOMES, A.C. & AOKI, C. 2015. Efeito da sazonalidade hídrica sobre a fitossociologia de macrófitas aquáticas em lagoa no Pantanal, Brasil. Revista de Biologia Neotropical 12: 1-7.

GRESSLER, E. 2005. Floração e frutificação de Myrtaceae de Floresta atlântica: limitações ecológicas e Filogenéticas. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista – Instituto de Biociências, Rio Claro.

IRGANG, B.E., PEDRALLI, G. & WAECHTER, J.I. 1984. Macrófitos aquáticos da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. Roessleria 6:395-404.

JAMES, C.S., EATON, J.W. & HARDWICK, K. 1999. Competition between three submerged macrophytes, *Elodea canadensis* Michx. Elode nuttalli (Planch.) St John and *Lagarosiphon major* (Ridl.) Moss. Hydrobiologia 415: 35-40.

JANZEN, D.H. l967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. Evolution 21:620-37.

JOHNSON, S.D. 1992. Climatic and phylogenetic determinants of flowering seasonality in the Cape flora. Journal of Ecology 81:567-572.

JOHNSON, J.B. & OMLAND, K.S. 2004. Model selection in ecology and evolution. Trends in Ecology and Evolution 19:101-108.

KIRK, J.T.O. 1994. Light and photosysthesis in aquatic ecosystems. 2th ed., Cambridge University Press, Cambridge. 509p.

KISSMANN, K.G. & GROTH, D. 1997. Plantas infestantes e nocivas. 2th ed., São Paulo: BASF, p. 290-293.

KOCHMER, J.P. & HANDEL, S.N. 1986. Constrains and competition in the evolution of flowering phenology. Ecological Monographs 56:303-325.

KÖEPPEN, W. 1948. Climatologia. Fondo de Cultura Económica, México.

KOVACH, W.L. 2004. Oriana for Windows, version 2.0. Kovach Computer Services, Pentraeth.

LAURIDSEN, T.L., JEPPESEN, E. & SONDERGAARD, M. 1994. Colonization and sucession of submerged macrophytes in shallow Lake Vaeng during the first five years following fish manipulation. Hydrobiologia. 275/276: 233-242.

LARCHER, W. 2000. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos: Rima. 531p.

LOBO, J.A., QUESADA, M., STONER, K.E., FUCHS, E.J., HERRERIAS-DIEGO, Y., ROJAS, J. & SABORIO, G. 2003. Factors affecting phenological patterns of Bombacaceous trees in seasonal forests in seasonal forests in Costa Rica and Mexico. American Journal of Botany 90:1054-1063.

LOUGHEED, V.L., CROSBIE, B. & CHOW-FRASER, P. 2001. Primary determinants of macrophyte community structure in 62 marshes across the Great Lakes basin: latitude, land use, ande water quality effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciencies, Ottawa 58:1603-1612.

MADEIRA, J.A. & FERNANDES, W. 1999. Reproductive phenology of sympatric taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. Journal of Tropical Ecology 15:463–479.

MANTOVANI, W. & MARTINS, F.R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da reserva biológica de Moji-Guaçu, Estado de São Paulo. Revista Brasileira Botânica 11:101-112.

MARTIN-GAJARDO, I.S. & MORELLATO, L.P.C.2003. Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Botânica 26:299-309.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2014. Tropicos. http://www.tropicos.org (acessado em 12 de novembro de 2015).

MORELLATO, L.P.C. 1991. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Tese de doutorado. Instituto de Biociências. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MORELLATO, L.P.C. 1995. As estações do ano na floresta. *In* Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana (L.P.C. Morellato & H.F. Leitão-Filho, orgs.). Editora da Unicamp, Campinas p. 37-41.

MORELLATO, L.P.C. & HADDAD, C.F.B. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. Biotropica 32:786–792.

MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. *In*: História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil (L.P.C. Morellato, org.). Campinas: UNICAMP/FAPESP, p.112-140.

MORELLATO, P.C. & LEITÃO FILHO, H.F. 1995. Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP. 136p.

MORELLATO, L.P.C., RODRIGUES, R.R., LEITÃO FILHO, H.F. & JOLY, C.A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semi-decídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. Revista Brasileira de Botânica 12:85-98.

MORELLATO, L.P.C., TALORA, D.C., TAKAHASI, A., BENCKE, C.C., ROMERA, E.C. & ZIPPARRO, V.B. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. Biotropica 32:811–823.

MORELLATO, L.P.C., CAMARGO, M.G.G. & GRESSLER, E. 2013. A review of plant phenology in South and Central America. In Phenology: an integrative environmental Science (M.D. Schwartz,ed.). Dordrecht, Springer, p. 91-113.

NECCHI Jr., O., BRANCO, L.H.Z. & BRANCO, C.C.Z. 1996. Análise nictimeral e sazonal de algumas variáveis limnológicas em um riacho no noroeste do Estado de São Paulo. Acta Limnologica Brasiliencsia, São Carlos 8:169-182.

NEIFF, J.J. 2000. Diversity in some tropical wetland systems of South America: *In:* Wetlands biodiversity (B Gopal, W Junk, eds.). Vol. 2. Backhuys Publish, Leiden. p.31-60.

NEWSTRON, L.E., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland Tropical Rain Forest trees at La Selva, Costa Rica. Biotropica 26:141-159.

OLIVEIRA, P.E.A.M. 2008. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. In Cerrado ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro). Embrapa Cerrados – Brasília, Distrito Federal, p. 273-290.

OPLER, P.A., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. Journal of Biogeography 3:231-236.

OPLER, P.A., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1980. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. Journal of Ecology 68:167-188.

PEREIRA, T.S., COSTA, M.L.M.N., MORAES, L.F.D. & LUCHIARI, C. 2008. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. Iheringia, Série Botânica, Porto Alegre 63:329-339.

PETRACCO, P. 2006. Efeitos das variáveis abióticas na produção primária de *Egeria najas* e *Utricularia breviscarpa* da lagoa do Óleo (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antonio-SP). Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

PINTO, A.M., MORELLATO, L.P.C. & BARBOSA, A.P. 2008. Fenologia reprodutiva de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Fabaceae) em duas áreas de floresta na Amazônia Central. Acta Amazonica 38:643-649.

PIVARI, M.O., POTT, V.J. & POTT, A. 2008. Macrófitas aquáticas de ilhas flutuantes (baceiros) nas sub-regiões do Abobral e Miranda, Brasil. Acta Botânica Brasilica 22:563-571.

POTT, V.J., BUENO, N.C., PEREIRA, R.A.C., SALIS, S.M. & VIEIRA, N.L. 1989. Distribuição de macrófitas aquáticas numa lagoa na fazenda Nhumirim, Nhecolândia, Pantanal, MS. Acta Botânica Brasilica 3:153-168.

POTT, V.J. & POTT, A. 2000a. Plantas aquáticas do Pantanal. Embrapa, Brasília.404p.

POTT, V.J. & POTT, A. 2000b. Distribuição de Macrófitas Aquáticas no Pantanal. In III Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, Os Desafios do Novo Milênio, 27 a 30 de Novembro, Corumbá – MS.

POTT, V.J. & POTT, A. 2003. Dinâmica da vegetação aquática do Pantanal. In Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas (S.M. Thomaz & L.M. Bini, eds.). Eduem, Maringá, p. 145-162.

POTT, V.J. & POTT, A. 2009. Macrófitas aquáticas do Pantanal e áreas úmidas em Mato Grosso do Sul. In III CLAE e IXCEB, 10 a 17 de setembro, São Lourenço – MG.

POTT, V.J., POTT, A., LIMA, L.C.P., MOREIRA, S.N. & OLIVEIRA, A.K.M. 2011. Aquatic macrophyte diversity of the Pantanal wetlandand upper basin. Brazilian Journal Biology 71:255-263.

RATHCKE, B. 1988. Flowering phenologies in a shrub community: competition and constraints. Journal of Ecology 76:975-994.

RATHCKE, B. & LACEY, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. Annual Review of Ecology and Systematics 16:179-214.

SANTOS, M.G., SANTINO, M.B.C. & JUNIOR, I.B. 2011. Alterações espaciais e temporais de variáveis limnológicas do reservatório do Monjolinho/SP. Oceologia Australis15: 682-696.

SCHIAVO, J.A., PEREIRA, M.G., MIRANDA, L.P.M., NETO, A.H.D. & FONTANA, A. 2010. Caracterização e Classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana- MS. Revista Brasileira Ciência do Solo 34:881-889.

SCREMIN-DIAS, E. 1999. O retorno à origem aquática. In Nos jardins submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região (E. Scremin-Dias, V.J. Pott, R.C. Hora & P.R. Souza, orgs.). 1ª ed. Campo Grande, MS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. p. 24-42.

SILVA, A.E.P., ANGELIS, C.F., MACHADO, L.A.T. & WHAICHAMAN, A.V. 2008. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. Acta Amazonica 38:733-742.

SMITS, A.J.M., van AVESAATH, P.H. & van DER VELDE, G. 1990. Germination requirements and seed bank of some nymphaeid macrophytes: *Nymphaea alba* L., *Nuphar lutea* (L.) Sm. and *Nymphoides peltata* (Gmel.) O. Kuntze. Freshwater Biology 24:315-326.

SOUZA, E.P. & MARTINS, S.R.O. 2010. Conflitos territoriais no entorno do Parque Natural Municipal da Lagoa Comprida em Aquidauana/MS. Percurso: Sociedade, Natureza Cultura 11:273-289.

TALORA, D.C. & MORELLATO, L.P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Botânica 23:13-26.

TANNUS, J.L.S., ASSIS, M.A. & MORELLATO, L.P.C. 2006. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de Cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina - SP. Biota Neotropica, v.6, pars 3.

TERBORGH, J.T. 1990. Seed and fruit dispersal - commentary. In Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants (K.S. Bawa, M. Hadley, eds.). Paris: UNESCO The Parthenon 7:181-90.

THOMAZ, S.M., PAGIORO, T.A., BINI, L.M. & MURPHY, K.J. 2006. Efects of reservoir drawndownn on biomass of three species of aquatic macrophytes in a large sub-tropical reservoir (Itaipu, Brazil). Hydrobiologia 570:53-59.

VALDERRAMA, J,C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorous in natural waters. Marine chemistry 10:109-222.

VAN, T.K., WHEELER, G.S. & CENTER, T.D. 1999. Competion between *Hydrilla verticillata* and *Vallisneria americana* as influenced by soil fertility. Aquatic Botany 62:225-233.

VAN SCHAIK, C.P., THERBORG, J.W. & WRIGHT, S.J. 1993. The phenology of Tropical Forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. Ann. Review. Ecology Systematic 24:353-377.

VIDAL, T.F. & NETO, J.C. 2014. Caracterização limnológica e influência da precipitação em reservatório de abastecimento público da região metropolitana de fortaleza/CE. X Fórum Ambiental da Alta Paulista 10:298-312.

VIEIRA, A.O.S. 2002. Biologia reprodutiva e hibridização em espécies sintópicas de *Ludwigia* (Onagraceae) no sudeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas- Instituto de Biologia, Campinas.

Instruções aos autores - Brazilian Journal of Botany

Objetivo

A Brazilian Journal of Botany é a publicação oficial da Sociedade Botânica de São Paulo - SBSP, cujo objetivo é publicar artigos originais de pesquisa científica em Botânica, somente em inglês.

Normas editoriais

Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas) devem ser enviados somente online ao Editor Responsável da Brazilian Journal of Botany através do endereço do sistema de submissão eletrônica de manuscritos (http://submission.scielo.br/index.php/rbb/index).

A aceitação dos trabalhos depende da decisão do Corpo Editorial. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão. Artigos que excedam 15 páginas impressas (cerca de 30 páginas digitadas, incluindo figuras e tabelas) poderão ser publicados, a critério do Corpo Editorial, devendo o(s) autor(es) cobrir o custo adicional de sua publicação. Fotografias coloridas poderão ser publicadas, a critério do Corpo Editorial, devendo o(s) autor(es) cobrir os custos de publicação das mesmas. As notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas digitadas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas). Notas científicas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos. Artigos de revisão podem ser publicados, a convite do Corpo Editorial.

Instruções aos autores

A Brazilian Journal of Botany (BJBot), periódico editado pela Sociedade Botânica de São Paulo (SBSP), publica artigos originais de pesquisa completos e notas científicas em Ciências Vegetais, em Inglês.
Preparar todo o manuscrito com numeração sequencial das páginas incluindo tabelas e ilustrações utilizando: Word for Windows versão 2000 ou superior; fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos.Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes científicos, palavras e expressões em latim ou em outra língua (exceto nomes e designações de localidades), descrições ou diagnoses de táxons novos, nomes e números de coletores, além de casos mais específicos, como genética e estatística.

Formato do manuscrito

Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito, centralizado e apenas com as iniciais maiúsculas); nome completo do(s) autor(es) (em maiúsculas); filiação, endereço completo, autor para correspondência e respectivo e-mail como nota de

rodapé; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Acknowledgements.

Texto - Iniciar em nova página colocando sequencialmente: **Introdution, Material and methods, Results / Discussion, Acknowledgments and References.**

Citar cada figura e tabela no texto em ORDEM NUMÉRICA CRESCENTE. Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gómez 1979); Smith et al. (1990) / (Smith et al. 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo et al. 1996, Sanches 1997).

Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL. MATO GROSSO: Xavantina, s.d., H.S. Irwin s.n. (HB3689). SÃO PAULO: Amparo, 23-XII-1942, J.R. Kuhlmann & E.R. Menezes 290 (SP); Matão, ao longo da BR 156, 8-VI-1961, G. Eiten et al. 2215 (SP, US).

Nos demais tipos de trabalhos os materiais-testemunho devem ser referidos. Os nomes de autores de táxons de plantas vasculares devem ser abreviados seguindo Brummit & Powell (1992), colocando espaços após cada ponto, como ex.: Brassica nigra (L.) W. D. J. Koch. O(s) nome(s) do(s) autor(es) em nível de espécie ou abaixo deve(m) ser citado(s) no Abstract e na primeira vez que aparece(m) no texto e opcionalmente no título.

Abreviaturas de obras em trabalhos taxonômicos devem seguir o BPH. Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, unpublished data)

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.

- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens ou para graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas); utilizar abreviações sempre que possível.

- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.: mg day-1 nunca mg/day, ?mol min-1 nunca ?mol/min). Não inserir espaços para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha. Não inserir figuras no arquivo do texto.

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência a(s) página(s) onde a mesma foi citada, em todas as versões que forem enviadas.

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4th ed., Prentice Hall, Upper Saddle River. YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of Carex (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. In Monocots:

Systematics and evolution (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In Flora brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349. DÖBEREINER, J. 1998. Função da fi xação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. In Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros (S. Watanabe, coord.). Aciesp, São Paulo, v.3, p.1-6. FARRAR, J.F., POLLOCK, C.J. & GALLAGHER, J.A. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. Plant Science 154:1-11. PUNT, W., BLACKMORE, S., NILSSON, S. & LE THOMAS, A. 1999. Glossary of pollen and spore terminology.http://www.biol.ruu.nl/~palaeo/glossary/glosint.htm (accessed 2003 Apr 10).

Citar dissertações ou teses somente em caráter excepcional, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis para o entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos. Nesse caso, utilizar o seguinte formato:

SANO, P.T. 1999. Revisão de Actinocephalus (Koern.) Sano - Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Não citar resumos de congressos.

Tabelas

Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows. Evitar abreviações (exceto para unidades).

Colocar cada tabela em página separada e o título na parte superior conforme exemplo:
Table 1. Total flavonoids and total phenol production (% of dry mass) in leaves of Pyrostegia venusta.

Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela.

Figuras

Enviar ilustrações em pranchas (fotos ou desenhos, gráficos, mapas, esquemas) no tamanho máximo de 23,0 × 17,5 cm, incluindo preferencialmente o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras devem ser geradas com pelo menos 600 dpi de resolução, salvas no programa utilizado (CorelDraw, Photoshop) e, também, em .tif e nunca devem ser coladas no MS Word ou no Power Point. Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (8,5 cm) serão reduzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto. Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original. Colocar cada prancha em página separada e o conjunto de legendas das figuras, sequencialmente, em outra(s) página(s). Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível,

deve vir à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para O(S) NÚMERO(S) DA(S) FIGURA(S). Letras devem ser utilizadas somente para legenda interna. O não cumprimento de todas exigências acima, referentes ao envio das figuras/imagens, poderá implicar em má qualidade na impressão final e nestes casos o comitê editorial poderá decidir pela rejeição, mesmo de manuscritos anteriormente aceitos. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da RBB. O trabalho somente receberá data definitiva de aceite após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto em relação ao mérito científico quanto ao formato gráfico. Para maiores informações enviar e-mail para rbbot@ig.com.br