

ECOFISIOLOGIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS DE INTERESSE À PISCULTURA EM VÁRZEA AMAZÔNICA

Ecophysiology of Arboreal Species of Interest to Fish Farming In the Amazonian Floodplain

RAIANE CARDOSO DA SILVA¹, PATRÍCIA CHAVES DE OLIVEIRA²

¹Graduanda em Engenharia Florestal - Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA

²Professora. Orientadora- Coordenadora do Laboratório de Estudos de Ecossistemas
Amazônicos- Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA.

E-mail: anycs38@gmail.com
patricia.oliveira@ufopa.edu.br

Recibido: 10 de Agosto de 2016

Aceptado: 3 de Noviembre de 2016

Resumen

Comunidades ribeirinhas da Amazônia brasileira começaram recentemente a criação de peixes em gaiolas, como alternativa sustentável a pesca tradicional. Como a alimentação piscícola pode ser proveniente de espécies frutíferas da planície de inundação da Amazônia é importante o conhecimento de sua fisiologia. O objetivo deste estudo foi analisar o comportamento quanto às respostas ecofisiológicas de espécies arbóreas frutíferas de interesse à piscicultura em ecossistema de várzea amazônica, a nível de condutância estomática (g_s), temperatura foliar (Tf), área foliar (AF) e área foliar específica (AFE). As espécies estudadas foram: *Cordia tetrandra* Aubl., *Pseudobombax munguba* (Mart & Zucc.) Dugand e *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng. As leituras de g_s e Tf foram realizadas com auxílio de um Porômetro, e a área foliar foi determinada com uso de medidor de área foliar digital. A AFE foi calculada pela razão entre área foliar e peso seco. As espécies foram eficientes no controle estomático, apresentando estratégias de tolerância ao estresse hídrico nos horários de meio dia. A temperatura foliar foi homogênea para todas as espécies, sendo máximas e mínimas, respectivamente, de 32,82 °C e 32,64 °C. Houve diferenças significativas nos processos de ontogênese foliar, e *V. cymosa* foi a espécie que menos priorizou o particionamento de biomassa para a parte aérea. *P. mungubae* e *V. cymosa* apresentaram menores áreas foliares específicas, indicando que estas espécies converteram melhor o CO₂ em compostos orgânicos. Pode-se concluir que as espécies em estudo apresentam comportamento ecofisiológicos diferenciados como estratégias de tolerância e sobrevivência às condições microclimáticas locais.

Palabras claves: Condutância estomática, Ecofisiologia vegetal, Ontogênese foliar.

Abstract

Riparian communities of the Brazilian Amazon have recently started fish farming in cages as a sustainable alternative to traditional fishing. Since feeding the fish may come from fruit species from the Amazon floodplain, it is important the knowledge of its physiology. This study aimed to analyze the ecophysiological behavior and responses of stomatal conductance (g_s), leaf temperature (Tf), leaf area (AF) and specific leaf area (SLA) of tree species of interest to fish farming in the Amazon floodplain ecosystem. The species studied were *Cordia tetrandra* Aubl, *Pseudobombax munguba* (Mart. & Zucc.) Dugand and *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng. The g_s and Tf physiological readings were measured with a porometer, and leaf area was determined with a digital leaf area meter. The SLA was calculated as the ratio between leaf area and dry weight. The species showed to be efficient in stomatal closure, which indicates, tolerance to water stress in the hottest hours of the day. Leaf temperatures were homogeneous for all species, with maximums and minimal, respectively, of 32.82 °C and 32.64 °C. There were significant differences in leaf ontogenesis processes, and *V. cymosa* was the species that most prioritized the partitioning of biomass to shoots. *P. munguba* and *V. cymosa* had lower specific leaf area, indicating that these species rather assimilate CO₂ into organic compounds. We concluded that species used in this study showed different ecophysiological behavior as a strategy of adaptation and survival of edaphic-climatic local conditions.

Keywords: Stomatal conductance, Plant ecophysiology, Ontogenesis leaf.

INTRODUÇÃO

A várzea é um dos ecossistemas mais ricos da Amazônia em produtividade biológica, biodiversidade e recursos naturais. São planícies alagáveis periodicamente inundadas sob influência dos rios de água branca, sujeitas às variações sazonais do nível das águas e da pluviosidade ao longo da bacia Amazônica (Junk 1997).

São ambientes cobertos por florestas com alta diversidade de espécies arbóreas que fornecem frutos e sementes que constituem a principal fonte trófica da ictiofauna, e que sustenta uma grande biomassa de peixes que servem de alimento a população ribeirinha (Barthem 2001, Maia *et al.* 2007). Apresentam baixo grau de resiliência e fragilidade diante da intervenção humana, no qual as plantas apresentam grande importância ecológica para sua manutenção (Almeida *et al.* 2004).

Assim, alterações da paisagem têm exercido grande influência sobre as espécies vegetais neles encontradas (Parolin *et al.* 2002), levando-as a sofrerem adaptações fisiológicas para como estratégia adaptativa às condições adversas e alterações climáticas (IPCC 2014). Nesse sentido, o processo de abertura e fechamento dos estômatos e temperatura foliar constituem fatores ecofisiológicos importantes no controle dos processos vitais das plantas e indicadores das condições hídricas do ambiente (Landsberg 2003).

Os processos de ontogênese foliar constituem-se importantes indicativos da produtividade vegetal, diretamente relacionados à eficiência do processo fotossintético e interceptação da radiação solar (Oliveira *et al.* 2002, Severino *et al.* 2004). E medidas de área foliar específica refletem a área disponível para a captação luminosa por unidade de fotoassimilados e consequentes estratégias de alocação de biomassa (Benincasa 1986).

Com a introdução da piscicultura em comunidades ribeirinhas do Baixo Amazonas, novas técnicas são implementadas nesses ambientes de pesca artesanal, ocasionando uma maior produtividade. Neste contexto, é importante a criação de rações alternativas, haja vista o alto custo da ração industrializada, sendo assim, o uso dos frutos e sementes de espécies arbóreas apresenta-se como uma opção de complementação à ração industrial por recursos naturais renováveis, fundamentais a manutenção de criadouros (Gomes *et al.* 2010).

Nesse sentido, diante da relevância de estudos envolvendo a ecofisiologia de espécies arbóreas em áreas de várzea, a compreensão do comportamento fisiológico destas é fundamental para o desenvolvimento da atividade na

Ecofisiologia de espécies arbóreas em várzea amazônica

região. Espécies adaptadas poderão ser plantadas resultando em recursos florestais e frutíferos com grande valor como fonte de ração alternativa para peixes, apresentando-se como uma alternativa de uso dos recursos da floresta levando em consideração os limites impostos pelo regime de inundação (Gomes *et al.* 2010).

Informações nesse sentido ajudarão a traçar planos de manejos adaptados as condições locais, promovendo o desenvolvimento sustentável em áreas de várzea na região Baixo Amazonas. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento ecofisiológico quanto à condutância estomática, temperatura foliar, área foliar e área foliar específica de espécies arbóreas nativas de interesse à piscicultura em área de várzea amazônica.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em ecossistema de várzea amazônica, na comunidade Tapará Grande, município de Santarém, Oeste do Pará, território do Baixo Amazonas, localizado entre as coordenadas (02°17' Sul, 054°31' Oeste).

De acordo com a classificação de Köppen (1948), clima da região é do tipo *Ami* (equatorial quente e úmido), com variabilidade anual de temperatura com médias entre 25.4°C a 28°C, umidade relativa do ar em torno de 86.7% e a precipitação pluvial oscilando em torno de 1920 mm.

Foram estudadas três espécies arbóreas frutíferas de grande importância na alimentação piscícola e potenciais para uso no desenvolvimento da piscicultura na região. As espécies estudadas foram: Munguba (*Pseudobombax munguba* (Mart. & Zucc.) Dugand, Malvaceae), Tarumã (*Vitex cymosa* Bertero ex Spreng, Lamiaceae) e Uruá (*Cordia tetrandra* Aubl, Boraginaceae).

Para a determinação dos aspectos ecofisiológicos de condutância estomática (g_s -mmol.H₂O.m⁻².s⁻¹), temperatura foliar (Tf-°C), área foliar (AF-cm²) e área foliar específica (AFE-cm².g⁻¹) foi selecionado, aleatoriamente, cinco indivíduos de cada espécie apresentando aproximadamente dez anos, dos quais foram analisadas cinco folhas (repetição) completamente expandidas (maduras) e assintomáticas a doenças e deficiências nutricionais ou sinais de herbivoria. A exceção da espécie *Cordiatetrandra*, as demais espécies por apresentarem folhas digitadas foram selecionadas e destacadas apenas o folíolo central para determinação de área foliar.

As medições das variáveis g_s e Tf foram realizadas com o auxílio de um Porômetro AP4 (ΔT Devices, Cambridge, UK)

e ocorreram no mês de dezembro qual corresponde a um período de transição do período seco para o chuvoso na região. Os dados foram coletados no horário de meio-dia (12 às 13 h), sendo realizada uma medição em cada folha, sob condições de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) média de $1060 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e umidade relativa do ar (UR) média de 45.7%.

A variável Área foliar foi obtida com o auxílio de um medidor de área foliar (ΔT Devices Ltd., Cambridge, Inglaterra, UK) sendo as imagens digitalizadas por meio do software WinDIAS 3.2. A Área Foliar Específica (AFE- $\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$) foi calculada por meio da seguinte equação: $\text{AFE} = (\text{Af}/\text{Msf})$, onde Af=Área foliar, e Msf=Massa seca foliar. A massa seca foliar foi quantificada em balança analítica, após secagem em estufa a 100°C , com circulação forçada a ar por 48 horas.

A análise dos dados foi realizada no programa BioEstat 5.0 através da Análise de Variância (ANOVA), e médias comparadas pelo teste Tukey no nível de 5% de significância. Para verificação das diferenças entre espécies correlacionando todas as variáveis foram também realizadas análises multivariadas através do Teste de Bartlett e o Teste de Penrose e Mahalanobis (Ayres *et al.* 2007).

RESULTADOS

O resultado da análise de variância demonstrou que não houve diferenças significativas entre as espécies quanto à condutância estomática. Todas as espécies apresentaram estratégias para manter a turgescência das células diante de regulação da perda de água via estômatos. Sendo *P.mungubaa* mais eficiente fisiologicamente no controle estomático, uma vez que apresentou a menor condutância ($193.80 \text{ mmol. H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) (Figura 1a).

Com relação a variável temperatura foliar os resultados demonstraram não haver diferenças significativas entre as espécies. Foram observadas temperaturas homogêneas, com valores de Tf máximas de 32.82°C e mínimas de 32.64°C , para as espécies *V. cymosa* e *P. munguba*, respectivamente (Figura 1b).

Houve diferenças significativas entre as espécies estudadas nos processos de ontogênese foliar, sendo *P. munguba* a que mais investiu em crescimento da parte aérea, com AF igual a 138.97 cm^2 e *V.cymosaa* que apresentou menor superfície fotossintetizante, com área foliar média de 80.74 cm^2 (Figura 2 a).

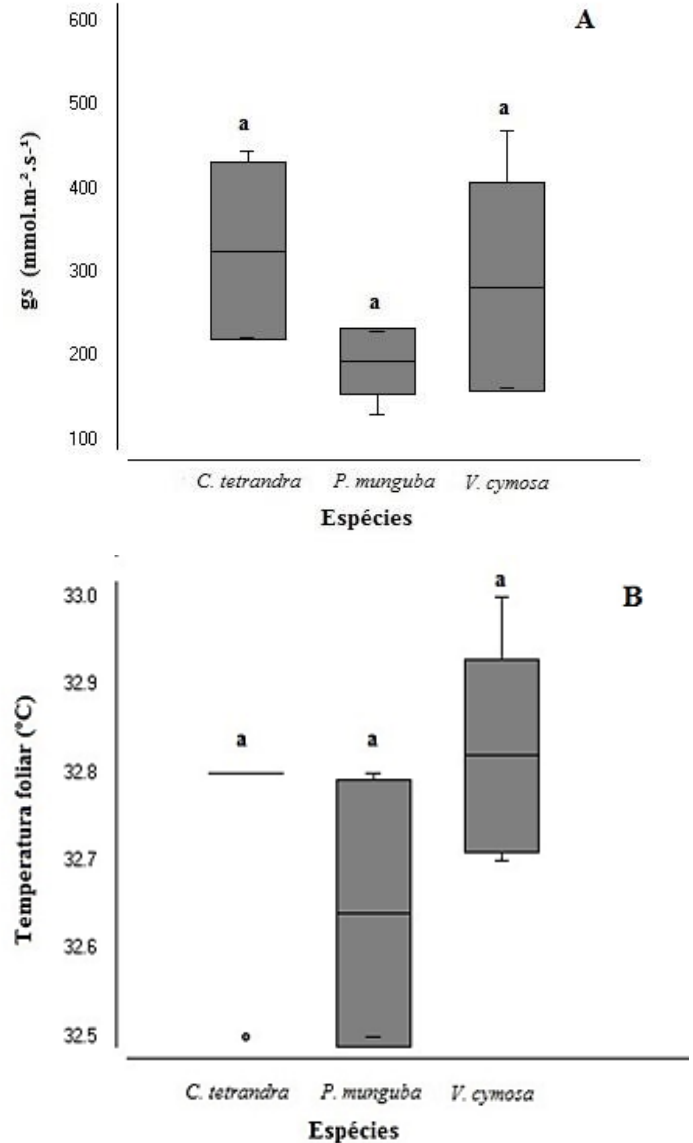


Figura 1. Condutância estomática (g_s) e temperatura foliar (Tf) das espécies *Cordia tetrandra*, *Pseudobombax munguba* e *Vitex cymosa*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukeya 5%.

Quanto a variável área foliar específica, a espécie *C. tetrandra* apresentou maior média ($93.15 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$), demonstrando que por cada unidade de matéria seca há maior área foliar exposta a luz, no entanto apresenta ser menos eficiente na produção de biomassa por unidade de área foliar. Já *V. cymosa* investiu em maior densidade de massa nas folhas, apresentando média de AFE mais baixa ($70.80 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$). Foram observadas diferenças significativas quando comparadas os valores de AFE das espécies *C. tetrandra* e *V. cymosa* entre si (Figura 2b).

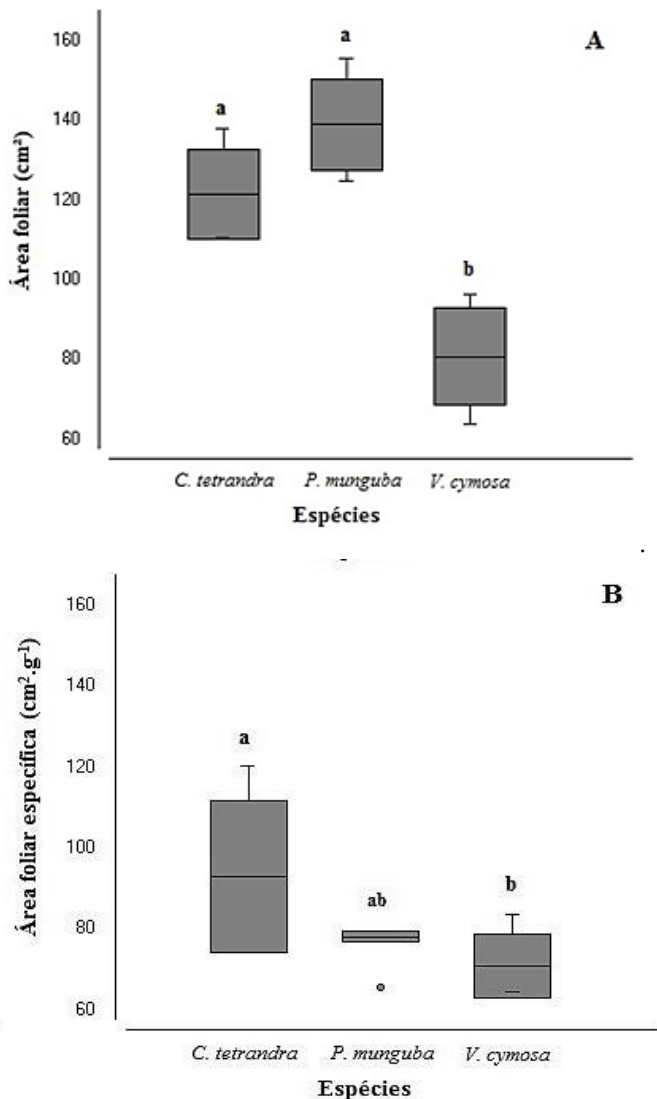


Figura 2. Área foliar e Área foliar específica das espécies *Pseudobombax munguba*, *Cordia tetrandra* e *Vitex cymosa*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey a 5%.

Quando avaliamos de forma integrada a condutância estomática, temperatura foliar, área foliar e área foliar específica através da Análise Multivariada pelo teste de Bartlett, observa-se que as espécies possuem 46,28% de semelhança quanto ao seu comportamento ecofisiológico, dados através do coeficiente de máxima verossimilhança (Φ), sendo esse resultado significativo com $p < 0,0001$. As espécies *C. tetrandra* e *P. munguba* foram fisiologicamente mais diferenciadas entre si, enquanto *V. cymosa* e *P. munguba* demonstraram ser mais semelhantes, de acordo com os testes de Penrose e Mahalanobis (Figura 3).

DISCUSSÃO

Períodos de maior Déficit de Pressão de Vapor (DPV) e diante da perda de turgescência, o fechamento dos estômatos é uma forma de defesa de plantas tolerantes, sob condições de estresse hídrico, para o controle da transpiração, de modo a garantir a manutenção de suas atividades fisiológicas dependentes de água, como a atividade fotossintética. Cavalcante & Conforto (2006) e Costa & Marengo (2007) observaram decréscimo na condutância estomática nos horários de meio dia como estratégia para evitar redução do potencial hídrico da folha em plantas jovens de *Hevea brasiliensis* e *Carapa guianensis* (Aubl), respectivamente. Sendo esse comportamento provavelmente relacionado à menor disponibilidade de água no solo e a maiores DPV do ar ocorrentes nesse período.

Dessa forma, os resultados observados de g_s evidenciam que as espécies estudadas apresentam estratégias para evitar a perda de água em horários de estresse hídrico. Cavalcante (2014) obteve resultados semelhantes de condutância estomática nas espécies *Crataeva tapia*, *Nectandra cuspidata* e *Laetia corymbulosa*. As mesmas, analisadas nos horários de meio dia, apresentaram valores de g_s com médias próximas a $200 \text{ mmol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, demonstrando tolerância ao estresse hídrico.

Segundo Cairo (1995), o aumento da temperatura foliar pode ser um forte indicativo de déficit hídrico no solo, uma vez que este sinaliza o fechamento dos estômatos, sendo, assim, uma tentativa da planta em evitar maiores perdas de água por transpiração. Foi verificada correlação linear entre os valores médios de g_s e T_f , sendo que as espécies exibiram maiores temperaturas foliares em relação a altas condutâncias, no entanto não foram observadas diferenças significativas entre elas, visto que não houve muita variação entre as máximas e mínimas. Logo, pode-se sugerir que este comportamento pode estar relacionado a outros fatores.

De acordo com Taiz & Zeiger (2009) as perdas de calor sensível e evaporativo são os mais importantes processos na regulação da temperatura foliar, a qual também pode sofrer variações relacionadas às características inerentes a cada espécie, tais como, a densidade e distribuição estomática, pigmentação e massa foliar. Também sofre influência de fatores ambientais como a velocidade, temperatura e umidade relativa do ar.

O processo de morfogênese foliar diferenciado observado nas espécies estudadas pode estar relacionado com a fisiologia da espécie, ou seja, com a maior prioridade acerca

do particionamento de biomassa. Assim, *V. cymosa* por ter apresentado áreas foliares com tamanhos inferiores pode estar priorizando o particionamento de biomassa para outras partes da planta como as raízes. De acordo com Gordon (1969) um aumento da área foliar também pode representar uma estratégia adaptativa das plantas, influenciando principalmente no aumento da superfície fotossintetizante.

Uma maior superfície foliar pode inferir em uma maior concentração de clorofila por unidade de área foliar, o que tem efeito direto na promoção de uma absorção de luz mais eficiente (Claussen 1996). Quanto maior for o investimento em superfície foliar, implica em uma maior superfície de interceptação de luz, influenciando diretamente nos processos fotossintéticos e conseqüente havendo desse modo maior ganho de carbono e altas taxas de crescimento (Favarinet *al.* 2002). Dessa forma, as espécies *C. tetrandrae* P. *munguba* ao apresentarem áreas foliares maiores (média de 121.45 e 139.17 cm², respectivamente) possivelmente são mais eficientes fotossinteticamente, apresentando conseqüentemente, maior crescimento e desenvolvimento.

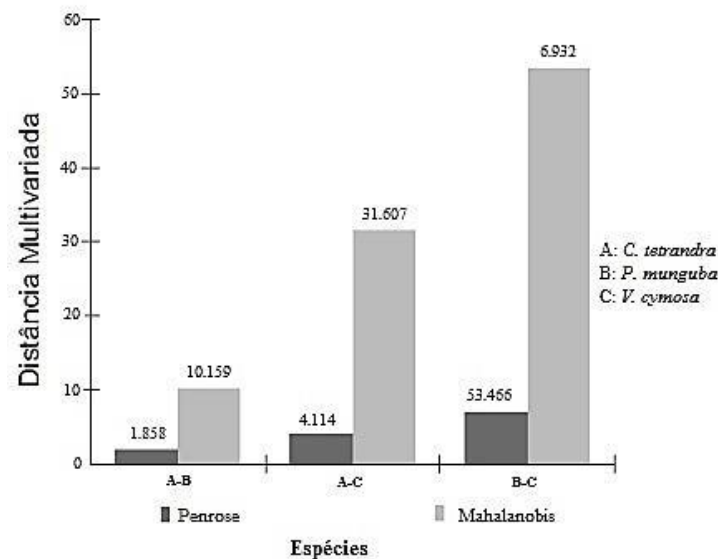


Figura 3. Análise multivariada através do teste de Penrose e Mahalanobis, para a comparação das variáveis: condutância estomática, temperatura foliar, área foliar e área foliar específica.

Segundo Ramos *et al.* (2008), a área foliar e biomassa são características de elevada plasticidade, que podem sofrer variações devido a causas genéticas e edafoclimáticas. São consideradas as principais indicadoras de taxa de crescimento vegetal, sendo seus ajustes importante estratégia realizada visando maximizar a eficiência dos recursos como luz e nutrientes (Wilson *et al.* 1999).

As folhas são responsáveis por 90% da massa seca acumulada nas plantas como resultado da atividade fotossintética, nesse sentido, a biomassa produzida pelas florestas tem correlação positiva com quantidade de serrapilheira depositada (Reissmann & Wisniewski 2000), constituindo-se um importante processo de transferência de nutrientes da fitomassa para o solo nos ecossistemas florestais (Martins & Rodrigues 1999).

Portanto, a área foliar específica (AFE) é um importante fator fisiológico, haja vista que descreve a alocação da biomassa da folha por unidade de área e que de acordo com Poorter (1999) reflete o *trade-off* entre a rápida produção de biomassa e eficiente conservação de nutrientes, sendo um parâmetro de caracterização das espécies e de seu desempenho na produtividade dos ecossistemas (Villar & Merinto 2001).

Desse modo, os baixos valores de Área foliar específica apresentados por *P. munguba* e *V. cymosa* podem sugerir espécies foram as que melhor converteram CO₂ em compostos orgânicos, apresentando grande potencial para o enriquecimento do solo em carbono orgânico. Já *C. tetrandra* por ter apresentado maior AFE (média 93.15 cm²/g) evidencia diferença morfofisiológica em relação as demais espécies.

Diante da importância das espécies estudadas, as quais seus frutos são de interesse para a ração de peixes e, por conseguinte para o desenvolvimento da piscicultura em áreas de várzea amazônica, além das estratégias ecofisiológicas apresentadas, as espécies em estudo também podem realizar outros ajustes no comportamento para sobreviverem diante das condições dinâmicas em ambientes de várzea.

Verifica-se a necessidade de novos estudos que permitam compreender de forma mais ampla a plasticidade fisiológica dessas espécies diante das condições de estresse hídrico, ocasionados pelas condições de vazante e enchente. Sendo possível, dessa forma, prever conseqüências e respostas das espécies presentes nas várzeas amazônicas diante dos efeitos das mudanças climáticas globais.

O entendimento das respostas fisiológicas dessas espécies diante da influência dos fatores ambientais pode, dessa forma, ajudar no planejamento do manejo adequado.

CONCLUSÃO

O comportamento ecofisiológico das espécies arbóreas da várzea estudada demonstrou diferentes estratégias diante ao

estresse natural imposto às mesmas em ecossistemas inundáveis ao longo do período seco.

Pseudobom baxmunguba apresentou a melhor estratégia ao estresse hídrico, haja vista, sua redução estomática comparada com as demais espécies. Da mesma forma, foi a espécie que conseguiu melhor converter biomassa por unidade de área foliar, diante das baixas áreas foliares específicas.

Cordia tetrandra demonstrou ser a espécie mais sensível ao estresse hídrico diário em ambientes de várzea durante o período de seca, e, portanto, uma espécie que merece atenção em ações de reflorestamento, dada sua importância para a atividade da pesca artesanal e piscicultura.

Considerando as três espécies como sistemas multivariados, existe baixa similaridade entre elas quanto ao comportamento ecofisiológico.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Estudos de Ecossistemas Amazônicos (LEEAA)-UFOPA, ao CNPq pela bolsa PIBIC e à OTCA (Organização para o Tratado da Cooperação Amazônica) executora do projeto Manejo Sustentável de Várzeas-Agente financiador: GEF.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. S. AMARAL, D. D. & SILVA, A. S. L. 2004. Análise florística e estrutura de florestas de Várzea no estuário amazônico. *Acta amazônica* 34 (4): 513-524.

AYRES, M. AYRES M. J. AYRES, D. L. SANTOS, A. A. S. & AYRES, L. L. 2007. *BioEstat 5.0: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas*. Belém, PA. 364pp.

BARTHEM, R. 2001. Componente Biota Aquática. In: CAPOBIANCO, J. P. R. VERISSIMO, A. MOREIRA, A. SAWYER, D. SANTOS, I. & PINTO, P. L. (eds). *Biodiversidade na Amazônia Brasileira*: 60-78. Estação Liberdade-Instituto Socioambiental, São Paulo.

BENINCASA, M. M. P. 1986. *Análise de crescimento de plantas: noções básicas*. Jaboticabal: SP, FUNEP. 41pp.

CAIRO, P. A. R. 1995. *Curso básico de relações hídricas de plantas*. Vitória da Conquista, BA: UESB. 32 pp.

Ecofisiologia de espécies arbóreas em várzea amazônica

CAVALCANTE, J. R. & CONFORTO, E. C. 2006. Fotossíntese e relações hídricas de duas cultivares jovens de seringueira. *Revista Brasileira de Botânica* 29(4): 701-708.

CAVALCANTE, S. C. 2014. *Ecossistema de Várzea: Etnobotânica e Ecofisiologia*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Oeste do Pará. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia, Santarém, Pará.

CLAUSSEN, J. W. 1996. Acclimation abilities of three tropical rainforest to an increase in intensity. *Forest Ecology and Management* 80 (1): 245-255.

COSTA, G. F. & MARENCO, R. A. 2007. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). *Acta amazônica* 37 (2): 229-234.

FAVARIN, J. L. NETO, D. D. GARCIA, A. VILLA NOVA, N. A. & FAVARIN, M.G. G. V. 2002. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37 (6): 769-773.

GOMES, J. B. M. LEEUVEN, J. V. FERREIRA, S. A. N. FALCÃO, N. P. S. & FERREIRA, C. A. C. 2010. Nove espécies frutíferas de várzea e igapó para aquicultura, manejo da pesca e recuperação de áreas ciliares. Manaus: IMPA. 32pp.

GORDON, J. C. 1969. Effect of shade on photosynthesis and dry weight distribution in yellow birch (*Betula alleghaniensis* Britton) seedlings. *Ecology* 50 (5): 924-926.

IPCC CLIMATE CHANGE. 2014. *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In: Core Writing Team, PACHAURI, R. K. & MEYER, L.A. (Eds.). IPCC, Geneva, Switzerland. 151pp.

JUNK, W. J. 1997. General aspects of floodplain ecology with special reference to Amazonian floodplains. In: JUNK, W. J. (ed). *The Central Amazon Floodplain Ecology of Pulsing System*: 2-20. Berlin, Springer.

KÖPPEN, W. P. 1948. *Climatologia*. Cidade do México, Buenos Aires: Fundo de Cultura Econômica. 479pp.

LANDSBERG, J. 2003. *Physiology in forest models: history and the future*. *FBMIS* 1: 49-63.

MAIA, L. A. SANTOS, L. M. & PAROLIN, P. 2007. Germinação de sementes de *Bothriosporacorymbosa*

(Rubiaceae) recuperadas do trato digestório de *Triportheusangulatus* (sardinha) no Lago Camaleão, Amazônia Central. *Acta amazônica* 37 (3): 321-326.

MARTINS, S. V. & RODRIGUES, R. R. 1999. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional sem decidual no município de Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 22 (3): 405-412.

OLIVEIRA, M. N. S. LOPES, P. S. N. MERCADANTE, M. O. OLIVEIRA, G. L. & GUSMÃO, E. 2002. Medição da área foliar do pequiheiro utilizando a soma da nervura principal dos folíolos. *Unimontes científica* 3 (1): 1-7.

PAROLIN, P. ARMBRUESTER, N. WITTMANN, F. FERREIRA, L. PIEDADE, M. T. F. & JUNK, W. J. 2002. A review of tree phenology in central Amazonian floodplains. *Pesquisas Botânica* 52 (1): 195- 222.

POORTER, L. 1999. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. *Functional Ecology* 143: 396-410.

RAMOS, A. BOVI, M. L. A. & FOLEGATTI, M.V. 2008. Estimativas de área foliar e de biomassa aérea da pupunheira por meio de relações alométricas. *Horticultura Brasileira* 26(2): 138-147.

REISSMANN, C. B. & WIESNIEWSKI, C. 2000. Aspectos nutricionais de plantas de Pinus. In: GONÇALVES, J. L. M. & BENEDETTI, V. (Eds). *Nutrição e fertilização florestal*: 135-166. Piracicaba: IPEF.

SEVERINO, L. S. CARDOSO, G. D. VALE, L. S. & SANTOS, J. W. 2004. Método para determinação da área foliar da mamoneira. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras* 8(1): 753-762.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. 2009. *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artemed. 848pp.

VILLAR, P. & MERINTO, J. 2001. Comparison of leaf construction costs in woody species differing leaf life spans in contrasting ecosystems. *New Phytology* 151 (1): 213-226.

WILSON, P. J. THOMPSON, K. & HODGSON, J. G. 1999. Specific leaf area dry matter content as alternative predictors of plant strategies. *New Phytology* 143 (1): 155-162.