



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal



**Respostas morfofisiológicas de *Miconia* spp. em diferentes fitofisionomias da Estação
Ecológica do Panga, Uberlândia, MG**

Marília Marques

Profa. Dra. Marli Aparecida Ranal

UBERLÂNDIA - MG
2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal



**Respostas morfofisiológicas de *Miconia* spp. em diferentes fitofisionomias da Estação
Ecológica do Panga, Uberlândia, MG**

Marília Marques

Profa. Dra. Marli Aparecida Ranal

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

UBERLÂNDIA - MG
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

-
- M357r
2015
- Marques, Marília, 1988-
Respostas morfofisiológicas de *Miconia* spp. em diferentes fitofisionomias da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG / Marília Marques. - 2015.
97 f. : il.
- Orientadora: Marli Aparecida Ranal.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.
Inclui bibliografia.
1. Biologia vegetal - Teses. 2. Mata ciliar - Teses. 3. Melastomataceae - Teses. 4. Vereda - Teses. I. Ranal, Marli Aparecida. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. III. Título.

CDU: 581



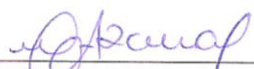
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal

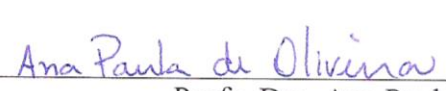


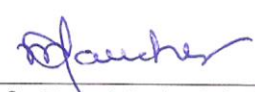
Respostas morfofisiológicas de *Miconia* spp. em diferentes fitofisionomias da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG

Marília Marques

COMISSÃO EXAMINADORA

Presidente (Orientadora): 
Prof. Dra. Marli A. Ranal
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Examinadores: 
Prof. Dra. Ana Paula de Oliveira
Universidade Federal de Viçosa - UFV


Prof. Dra. Maria Cristina Sanches
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Dissertação aprovada em 24/02/2015

UBERLÂNDIA - MG
2015

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me abençoar e guiar meus caminhos. Sem Ele nada seria possível.

À minha mãe, Edna Marques, pelo amor incondicional, dedicação e por tudo que sempre fez por mim.

Ao meu pai, Stenio Reny Portella, que sempre torceu e desejou o meu melhor.

À minha irmã, Cecília Marques, por incentivar meu sucesso.

À toda minha família e amigos que sempre me apoiaram e incentivaram.

Ao José Rosa de Paula Neto, que sempre esteve presente em todos os momentos com seu apoio, paciência, incentivo e amor.

À Profa. Dra. Marli Aparecida Ranal, pela orientação, presença nas coletas em campo, ensinamentos e paciência que foram fundamentais para meu crescimento, na vida profissional e pessoal.

À Profa. Dra. Ana Paula de Oliveira, pela co-orientação, paciência, idas ao campo e por aceitar o convite de participar da banca examinadora.

À Profa. Dra. Maria Cristina Sanches, pelos conselhos, ajuda em campo e participação como membro da banca.

Ao Prof. Dr. Ivan Schiavini, pelas contribuições e por aceitar ser suplente da banca examinadora.

À Profa. Dra. Rosana Romero, especialista em Melastomataceae, pela identificação das plantas em campo.

Ao Dr. Edivane Cardoso da Silva, pela confecção do diagrama climatológico.

Ao João Paulo Ribeiro de Oliveira, pela ajuda, amizade, momentos de descontração e conselhos essenciais.

À Nívia Mara Silva Rodrigues, Secretária do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da UFU, pela paciência, atenção e auxílio sempre que precisei.

Ao Sr. “Zé do Panga”, pela atenção e presença nas idas ao campo da Estação Ecológica do Panga.

Aos motoristas, pela disponibilidade, prestatividade e simpatia no campo.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal que estiveram comigo durante todo o mestrado.

Aos Professores e todos que contribuíram com meu aprendizado durante o mestrado.

À Universidade Federal de Uberlândia e Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, pela oportunidade.

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação pela aquisição do IRGA, por meio do edital 27/2010 - Pró-Equipamentos Institucional da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pela aquisição do Mini-PAM.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, por conceder a bolsa de mestrado.

E a todos que, de alguma maneira, contribuíram para esta conquista!

Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO 1	8
Respostas plásticas na arquitetura da planta e área foliar específica de cinco espécies de <i>Miconia</i> spp. (Melastomataceae): adaptações a ambientes com diferentes intensidades de luz	8
RESUMO	9
ABSTRACT	10
INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	13
Local de coleta.....	13
Seleção de espécies e indivíduos	14
Traços funcionais.....	16
Análise estatística dos dados	17
RESULTADOS	17
DISCUSSÃO.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
CAPÍTULO 2	30
Atividade fotossintética de <i>Miconia</i> spp. (Melastomataceae) em vereda e borda de mata de galeria durante as estações seca e chuvosa	30
RESUMO	31
ABSTRACT	32
INTRODUÇÃO	33
MATERIAL E MÉTODOS	35
Local e período de coleta.....	35
Seleção de espécies e indivíduos	36
Características fotossintéticas.....	37
Análise estatística dos dados	39
RESULTADOS	39
Condições Climáticas	39

<i>Miconia chamissois</i>	40
<i>Miconia stenostachya</i>	56
<i>Miconia ibaguensis</i>	71
DISCUSSÃO.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
ANEXO	87

RESUMO GERAL

Miconia Ruiz & Pav. é o gênero de Melastomataceae com maior representatividade na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG, ocorrendo em diversas fitofisionomias características do bioma Cerrado. Diante disto, este trabalho buscou por diferenças nos traços funcionais e nas respostas fotossintéticas de espécies do gênero que ocorrem em ambientes tão diversificados. No primeiro capítulo o objetivo foi avaliar a plasticidade fenotípica de cinco espécies do gênero *Miconia* (*Miconia albicans* (Sw.) Triana, *M. chamissois* Naudin, *M. fallax* DC., *M. ibaguensis* (Bonpl.) Triana e *M. stenostachya* DC.) que ocorrem em fitofisionomias sujeitas a diferentes intensidades de luz (cerrado *stricto sensu*, cerradão, borda e meio de vereda e borda de mata de galeria). No segundo capítulo foram avaliadas as respostas fisiológicas de *M. chamissois*, *M. ibaguensis* e *M. stenostachya* ocorrentes em vereda e borda de mata de galeria nas estações seca e chuvosa. Notou-se que, para todas as espécies, a arquitetura e os traços foliares, além das características fotossintéticas, diferiram entre as populações estabelecidas nos diferentes ambientes estudados. A área foliar específica e o comprimento de entrenós foram maiores nas populações localizadas em ambientes com maior nível de sombreamento. *M. chamissois* e *M. stenostachya* tiveram melhor desempenho fotossintético na vereda, em relação à borda de mata de galeria, independente das estações. Levando-se em consideração o fato de que as veredas e matas de galeria são restritas no bioma Cerrado, além do notável processo de degradação a que esses ambientes estão submetidos, *M. chamissois* e *M. stenostachya* encontram-se em situação de risco, uma vez que ambas demonstraram melhor desempenho em ambiente com maior disponibilidade de água no solo.

Palavras-chave: Mata de galeria, Melastomataceae, respostas fotossintéticas, sazonalidade, traços funcionais, vereda.

ABSTRACT

Miconia Ruiz & Pav. is the genus of Melastomataceae with greater representation in the Panga Ecological Station, Uberlândia, MG, occurring in various vegetation types characteristic of the Cerrado biome. In view of this, this study sought differences in functional traits and photosynthetic responses of five species of the genus occurring in such a diversified environment. In the first chapter, the aim was to evaluate the phenotypic plasticity of five species of the genus *Miconia* (*Miconia albicans* (Sw.) Triana, *M. chamissois* Naudin, *M. fallax* DC., *M. ibaguensis* (Bonpl.) Triana and *M. stenostachya* DC.) occurring in vegetation types subject to different light intensities (cerrado *stricto sensu*, cerradão, palm swamp edge and middle and gallery forest edge). In the second chapter, the physiological responses of *M. chamissois*, *M. ibaguensis* and *M. stenostachya* occurring in palm swamp and in gallery forest edge were evaluated in the dry and rainy seasons. It was noted that, for all species, the architecture and leaf traits in addition to the photosynthetic characteristics differed between populations established in the different study sites. Specific leaf area and internode length were higher in populations located in environments with higher levels of shading. *M. chamissois* and *M. stenostachya* had better photosynthetic performance in the palm swamp relative to the gallery forest edge, independent of the seasons. Taking into consideration the fact that palm swamps and gallery forests are restricted to the Cerrado biome and are suffering a remarkable process of degradation, *M. chamissois* and *M. stenostachya* are at risk, since both perform better in environments with greater availability of water in the soil.

Key words: Gallery forest, Melastomataceae, photosynthetic responses, seasonality, functional traits, palm swamp.

INTRODUÇÃO GERAL

A família Melastomataceae é constituída de 166 gêneros e aproximadamente 4.500 espécies (Renner 1993). No Brasil, é a sexta maior família de angiospermas, com 68 gêneros e mais de 1500 espécies que se distribuem desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul (Mendonça et al. 2008). As espécies ocorrem desde solos bem drenados até locais com encharcamento periódico ou permanentemente alagados, apresentando grande diversidade de hábitos, desde herbáceo até arbustivo, arbóreo e mais raramente aparecem como trepadeiras e epífitas (Romero e Martins 2002). Em geral, as folhas das Melastomataceae são pilosas, com lâminas inteiras, pecioladas e filotaxia oposta ou oposta-cruzada. As nervuras paralelas, características da família, são em número de três a nove e estão ligadas entre si por nervuras secundárias transversais (Barroso 1984).

O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. é o maior da família, com aproximadamente 1000 espécies e ocorre em toda a América Latina, principalmente ao longo da Cordilheira dos Andes, se estendendo ao Norte da América do Sul e ao Sudeste brasileiro (Goldenberg 2000). Este gênero é representado em Minas Gerais por aproximadamente 30% das espécies encontradas no território brasileiro (Rezende 2012). É característico de vegetação secundária e apresenta espécies pioneiras, com frutos carnosos, pequenos e arredondados, que são consumidos principalmente por aves, e várias sementes minúsculas (Maruyama et al. 2007). Na Estação Ecológica do Panga, uma Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN localizada no Triângulo Mineiro, a família está representada por 25 espécies, ocorrendo em diversas formações vegetacionais (Romero 1996). *Miconia* foi o mais bem representado nesta área, com oito espécies, sendo que algumas fitofisionomias apresentam somente espécies deste gênero, entre as Melastomataceae (Romero 1996).

No bioma Cerrado Melastomataceae é representada por aproximadamente 32 gêneros e 500 espécies dispersas nas várias fitofisionomias deste bioma (Mendonça et al. 2008). O Cerrado, ambiente onde o presente trabalho foi desenvolvido, é o segundo maior bioma brasileiro em extensão, ocupando 24% do território brasileiro e tem a mais rica flora das espécies lenhosas da região neotropical (Castro et al. 1999). O mosaico de formações vegetacionais e a dinâmica que as caracteriza estão associados a diversos fatores, dentre eles a disponibilidade de água no solo, que é dependente do regime pluviométrico da região, da sazonalidade climática e da profundidade do lençol freático, além do tipo de solo, da topografia local e da ação do fogo (Costa e Araújo 2001; Franco 2002; Palhares et al. 2010).

As veredas são áreas úmidas que ocorrem em vales ou áreas planas, associadas a cursos d'água e nascentes, caracterizadas pela presença da palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* L. f. (Ribeiro e Walter 1998). Os solos encontrados nesse tipo de formação são hidromórficos e mal drenados (Araújo et al. 2002; Guimarães et al. 2002). A representatividade no bioma Cerrado é baixa, ocupando aproximadamente 1,61% (Reatto et al. 2008), sendo que na Estação Ecológica do Panga é superior (4,63%) (Cardoso et al. 2009).

Por outro lado, a área coberta por cerrado *stricto sensu* geralmente apresenta solos profundos e bem drenados (Haridasan 1992), com a presença de árvores baixas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, além de arbustos e subarbustos espalhados ao longo da comunidade vegetal (Ribeiro e Walter 1998).

Como consequência das alterações climáticas globais e locais e da forte ação antrópica, o ressecamento do solo junto de nascentes, campos úmidos e veredas é cada vez mais perceptível, ocasionando o avanço de algumas espécies comuns de áreas de cerrado, com lençol freático mais profundo, para esses ambientes em processo de alteração (Lopes e Schiavini 2007). É possível observar que indivíduos de espécies, como *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Miconia fallax* DC. estão avançando no entorno de veredas, conforme foi

observado em levantamentos florísticos (Romero 1996), o que as torna bons representantes para monitorar o ressecamento desses locais. É importante destacar que durante o período seco, em especial quando este é mais prolongado, essas áreas úmidas são as fontes de água disponíveis para a fauna local, conforme registros apresentados por Ribeiro e Walter (1998) e Alho (2005), o que torna esses ambientes mais vulneráveis, em função do pisoteio de animais maiores (Guimarães et al. 2002).

Em função do avanço de determinadas espécies em direção aos solos das áreas úmidas em processo de ressecamento, torna-se importante buscar por diferenças nos traços funcionais e no comportamento fisiológico dessas espécies que ocorrem em ambientes tão diversificados e susceptíveis. A compreensão da dinâmica de ocupação desses locais recém modificados e a distribuição das espécies passam então a ser de extrema importância, em especial para direcionar projetos de manejo e conservação. Neste contexto e devido à boa representatividade da família Melastomataceae na Estação Ecológica do Panga, o objetivo deste trabalho foi detectar padrões nos traços funcionais e nas respostas fotossintéticas de espécies do gênero *Miconia* sp., com ocorrência em diferentes fitofisionomias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alho CJR (2005) Desafios para a conservação de Cerrado, em fase das atuais tendências de uso e ocupação. In: Scarlot A, Silva JCS, Felfili JM (orgs) Cerrado: biologia, biodiversidade e conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp 367-381
- Araújo GM, Barbosa AAA, Arantes AA, Amaral AF (2002) Composição florística de veredas no município de Uberlândia, MG. Revista Brasileira de Botânica 25:475-493
- Barroso GM (1984) Sistemática de Angiospermas do Brasil. Viçosa, Imprensa da Universidade Federal de Viçosa
- Cardoso E, Moreno EIC, Bruna EM, Vasconcelos HL (2009) Mudanças fitofisionômicas no cerrado: 18 anos de sucessão ecológica na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia - MG. Caminhos de Geografia 10:254-268

- Castro A, Martins FR, Tamashiro JY, Shepherd GJ (1999) How rich is the flora of Brazilian cerrados. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86:192-224
- Costa AA, Araújo GM (2001) Comparação da vegetação arbórea de cerradão e de cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Acta Botânica Brasílica* 15:63-72
- Franco AC (2002) Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira PS, Marquis RJ (ed) *The cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York
- Goldenberg R (2000) O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae): I. Listagens analíticas, II. Revisão taxonômica da seção *Hypoxanthus* (Rich. ex DC.) Hook. F. Tese, Universidade Estadual de Campinas
- Guimarães AJM, Araújo GM, Corrêa GF (2002) Estrutura fitossociológica em área natural e antropizada de uma vereda em Uberlândia, MG. *Acta Botânica Brasílica* 16:317-329
- Haridasan M (1992) Observations on soils, foliar nutrient concentration and floristic composition of cerrado *sensu stricto* and cerradão communities in central Brazil. In: Furley PA, Proctor J, Ratter JA (ed) *Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries*. Chapman & Hall Publishing, London, UK, pp 171-184
- Lopes SF, Schiavini I (2007) Dinâmica da comunidade arbórea de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 21:249-261
- Maruyama PK, Alves-Silva EE, Melo C (2007) Oferta qualitativa e quantitativa de frutos em espécies ornitocóricas do gênero *Miconia* (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Biociências* 5:672-674
- Mendonça RC, Felfili JM, Walter BMT, Silva Júnior MC, Rezende AV, Filgueiras TS, Nogueira PE (2008) Flora Vascular do Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP (eds) *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA, Brasília
- Palhares D, Franco AC, Zaidan LBP (2010) Respostas fotossintéticas de plantas do cerrado nas estações seca e chuvosa. *Revista Brasileira de Biociências*, 8:213-220
- Reatto A, Correia JR, Spera ST, Martins ES (2008) Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF (eds) *Cerrado: ecologia e flora*. EMBRAPA Informação Tecnológica, Brasília, pp 107-133
- Renner SS (1993) Phylogeny and classifications of the Melastomataceae and Memecylaceae. *Nordic Journal of Botany* 13:519-540
- Rezende AR (2012) Sistemática e conservação de *Miconia* seção *Miconia* DC. (Melastomataceae) no Estado de Minas Gerais, Brasil. Dissertação, Universidade Federal de Uberlândia
- Ribeiro JF, Walter BMT (1998) Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP (eds) *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA, Brasília, pp 87-166

Romero R (1996) A Família Melastomataceae na Estação Ecológica do Panga, Município de Uberlândia, MG. *Hoehnea* 23:147-168

Romero R, Martins AB (2002) Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25:19-24

CAPÍTULO 1

Respostas plásticas na arquitetura da planta e área foliar específica de cinco espécies de *Miconia* spp. (Melastomataceae): adaptações a ambientes com diferentes intensidades de luz

RESUMO

No bioma Cerrado Melastomataceae é uma das principais famílias e é encontrada em diversas fitofisionomias. A capacidade das plantas de ocupar diferentes ambientes é possível devido à plasticidade fenotípica que contribui para a ocorrência das espécies em ambientes heterogêneos. Dentre alguns fatores, a luz é o principal que influencia diretamente as respostas plásticas nos traços funcionais, tanto na arquitetura das plantas quanto na área foliar específica. O objetivo deste trabalho foi avaliar a plasticidade fenotípica de populações de cinco espécies do gênero *Miconia*, com ocorrência em fitofisionomias do bioma Cerrado sujeitas a diferentes intensidades de luz. Foram amostrados indivíduos adultos de *Miconia albicans* (Sw.) Triana, *M. chamissois* Naudin, *M. fallax* DC., *M. ibaguensis* (Bonpl.) Trianae *M. stenostachya* DC. nos diferentes ambientes da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG e analisadas a área foliar específica e a arquitetura da parte aérea (diâmetro do caule ao nível do solo, altura total, área da copa, comprimento da copa e distância entre o 2º e 3º entrenó a partir da gema apical). *M. ibaguensis* (Bonpl.) Triana foi analisada apenas na mata de galeria quanto às mesmas características. Os indivíduos das espécies de *Miconia*, quando localizados em fitofisionomias contrastantes, apresentaram diferenças nas características de arquitetura arbórea e área foliar específica. Nas fitofisionomias com menor incidência de luz, houve maior área foliar específica e comprimento de entrenó dos indivíduos. Os indivíduos de *M. ibaguensis* apresentaram área foliar específica semelhante a das demais espécies de *Miconia* ocorrentes em ambientes sombreados. As características ambientais de cada fitofisionomia influenciaram nos traços funcionais, sendo que este estudo mostrou a importância da plasticidade fenotípica em espécies deste gênero para o sucesso adaptativo em ambientes com diferentes intensidades luminosas.

Palavras-chave: Mata de galeria, plasticidade fenotípica, traços funcionais, vereda.

ABSTRACT

In the Cerrado biome, Melastomataceae is one of the main families and is found in different vegetation types. The ability of plants to occupy different environments is possible due to the phenotypic plasticity that contributes to the occurrence of the species in heterogeneous environments. Among other factors, light is the main one, which directly influences the plastic responses in functional traits, both in the architecture of plants and specific leaf area. The objective of this study was to evaluate the phenotypic plasticity of populations of five species of the genus *Miconia*, occurring in different vegetation types of the Cerrado biome subject to different light intensities. Adult individuals of *Miconia albicans* (Sw.) Triana, *M. chamissois* Naudin, *M. fallax* DC., *M. ibaguensis* (Bonpl.) Triana and *M. stenostachya* DC. were sampled in different environments of the Panga Ecological Station, Uberlândia, MG and analyzed for specific leaf area and shoot architecture (stem diameter at ground level, total height, crown area, crown length and distance between the 2nd and 3rd internode from the apical bud). *M. ibaguensis* (Bonpl.) Triana was analyzed only in the gallery forest for the same characteristics. Individuals of the *Miconia* species, when located in contrasting vegetation types, showed differences in tree architecture characteristics and specific leaf area. The vegetation types with lower incidence of light, there was a higher specific leaf area and length of internode of individuals. The *M. ibaguensis* individuals had similar specific leaf area to the other species of *Miconia* occurring in shaded environments. The environmental characteristics of each vegetation type influenced the functional traits, and this study showed the importance of phenotypic plasticity in species of this genus for the adaptive success in environments with different light intensities.

Key words: Gallery forest, phenotypic plasticity, functional traits, palm swamp.

INTRODUÇÃO

Melastomataceae é uma das importantes famílias de angiospermas do Cerrado, com aproximadamente 500 espécies dispersas nas várias fitofisionomias deste bioma (Mendonça et al. 2008). A vegetação é exposta a altas irradiâncias e temperaturas e, na estação seca, baixa umidade relativa do ar (Franco 2002, 2004). Além disso, os solos predominantes são latossolos geralmente muito profundos, com alta porcentagem de argila, bem drenados, fortemente ácidos, com alta saturação de Al e baixa disponibilidade de nutrientes (Sarmiento 1984; Franco 2002).

Dentre as diversas fitofisionomias do Cerrado, com características específicas e contrastantes, destacam-se as formações campestres (campos limpo, sujo e rupestre), savânicas (cerrado *stricto sensu*, cerrado denso, cerrado ralo e cerrado rupestre) e florestais (cerradão, matas de galeria, ciliares e secas) (Ribeiro e Walter 1998).

Algumas variáveis ambientais explicam a ocorrência dessas formações tão diversas no Cerrado, tais como o clima, o tipo de solo, o fogo, além da disponibilidade de água no solo e a profundidade do lençol freático (Franco 2002; Palhares et al. 2010). Dentre os ambientes com maior disponibilidade de água no solo estão as veredas que ocorrem em vales ou áreas planas, próximas de cursos d'água e nascentes (Ribeiro e Walter 1998), com solos hidromórficos e mal drenados (Araújo et al. 2002; Guimarães et al. 2002). Por outro lado, a área coberta por cerrado *stricto sensu* geralmente apresenta solos profundos e bem drenados (Haridasan 1992), onde há a presença de árvores baixas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, além de arbustos e subarbustos espalhados ao longo da comunidade vegetal (Ribeiro e Walter 1998).

Apesar de comum a co-ocorrência de espécies em fitofisionomias contrastantes do Cerrado (Ribeiro e Walter 1998), as pressões ambientais a que estas estão submetidas são

distintas e podem ocasionar diferenças morfofisiológicas importantes que precisam ser mensuradas. Essa capacidade das plantas em ocupar diferentes ambientes é possível devido à plasticidade fenotípica que é fundamental para a sobrevivência das espécies em ambientes heterogêneos (Pearcy et al. 2004; Valladares et al. 2007). A variação fenotípica também tem importante função na biologia evolutiva das plantas; porém, são poucos os estudos sobre o assunto (Valladares e Niinemets et al. 2007).

Dentre alguns fatores, a luz é um dos principais que influencia diretamente as respostas plásticas nos traços funcionais, tanto na arquitetura da planta quanto na área foliar específica (Pearcy 2007). O grau de plasticidade fenotípica que culmina em respostas morfofisiológicas, levando-se em consideração as relações de variação na intensidade luminosa, é específico para cada espécie e tem papel fundamental na sobrevivência de plantas com ocorrência em ambientes heterogêneos (Petit et al. 1996). As plantas que crescem sob baixa disponibilidade de luz têm padrões fisiológicos e morfológicos diferentes das que ocorrem sob alta irradiância (Givnish 1988; Reich et al. 2003). Dentre as características morfológicas, a variação dos traços foliares tem importante papel no desempenho de espécies quando em habitats contrastantes, permitindo que as plantas tenham a capacidade de responder a diferentes pressões ambientais (Valladares et al. 2006, 2007). Assim, a melhor compreensão sobre a variabilidade das características foliares em mosaicos de vegetação pode aumentar o conhecimento sobre o cenário de mudanças climáticas, por exemplo (Bedetti et al. 2011).

Algumas espécies do gênero *Miconia* têm esta capacidade de ocupar fitofisionomias com características contrastantes, como por exemplo, *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *M. fallax* DC., que ocupam tanto o cerrado *stricto sensu* quanto as bordas de veredas, segundo levantamento florístico realizado por Romero (1996). As alterações climáticas globais e locais e a forte ação antrópica que acarretam o ressecamento do solo junto de nascentes, campos

úmidos e veredas têm sido fatores importantes que interferem na ocupação destas espécies em ambientes distintos. Este fenômeno é cada vez mais perceptível, ocasionando o avanço de algumas espécies comuns de áreas de cerrado, com lençol freático mais profundo, para esses ambientes em processo de ressecamento (Lopes e Schiavini 2007). Algumas espécies de Melastomataceae como *Macairea radula* (Bonpl.) DC. e *Trembleya parviflora* (D. Don) Cogn., encontradas em vereda e cerrado *stricto sensu*, mostraram plasticidade na estrutura foliar, o que provavelmente tornou possível sua colonização em áreas de vereda (Somavilla e Graciano-Ribeiro 2011). Uma vez que espécies do gênero *Miconia* são submetidas a diferentes pressões ambientais no percurso de sua ampla distribuição geográfica, a plasticidade fenotípica pode contribuir para seu estabelecimento e sobrevivência em ambientes heterogêneos.

Devido à boa representatividade do gênero na Estação Ecológica do Panga, torna-se importante buscar por diferenças nos traços funcionais dessas espécies que ocorrem em ambientes tão diversificados. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar a variação nos traços funcionais de espécies do gênero *Miconia* que ocorrem em fitofisionomias sujeitas a diferentes intensidades de luz.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de coleta

A coleta dos dados foi realizada na Estação Ecológica do Panga (EEP), localizada ao sul do município de Uberlândia, MG (19° 09' 20'' S e 48° 24' 35'' W). A Estação ocupa 409,5 ha, com altitude média de 800 m e pertence à Universidade Federal de Uberlândia desde 1986, constituindo uma unidade de conservação na categoria de Reserva Particular do

Patrimônio Natural - RPPN (Schiavini e Araújo 1989). É uma área representativa das fitofisionomias do bioma Cerrado, onde vários tipos florestais e savânicos podem ser encontrados, tais como mata de galeria, cerradão, cerrado *stricto sensu*, campo cerrado, campo sujo, campos úmidos e veredas (Cardoso e Schiavini 2002). O clima regional é classificado como tropical de savana (Aw Megatérmico), segundo a classificação atualizada de Köppen-Geiger (Alvares et al. 2013), com duas estações bem definidas; inverno frio e seco entre os meses de abril a setembro e verão quente e chuvoso entre os meses de outubro a março.

Seleção de espécies e indivíduos

O estudo dos traços funcionais foi realizado em espécies de Melastomataceae pertencentes ao gênero *Miconia* (*Miconia albicans* (Sw.) Triana, *M. chamissois* Naudin, *M. fallax* DC., *M. ibaguensis* (Bonpl.) Triana e *M. stenostachya* DC.), ocorrentes em áreas com diferentes intensidades de luz (cerrado *stricto sensu*, cerradão, borda e meio de vereda e borda de mata de galeria do bioma Cerrado). Foram avaliados entre cinco e 15 indivíduos adultos de cada espécie, dependendo da quantidade disponível em campo (Tabela 1). Ilustrações das espécies e das fitofisionomias estudadas encontram-se no anexo desta dissertação.

Miconia albicans apresenta hábito arbustivo, com até 2,5 metros de altura, ocorrendo desde o sul do México e Antilhas até o Paraguai e sul do Brasil (Goldenberg 2004). Em Minas Gerais está presente em diversas fisionomias das formações campestres, savânicas e florestais (Rezende 2012).

Miconia chamissois é um arbusto que ocorre desde o México até a Argentina e sul do Brasil (Goldenberg 2000) e é preferencialmente encontrada em ambientes úmidos, veredas e matas de galeria (Rezende 2012).

Miconia fallax também possui porte arbustivo, ocorre desde o Peru, Venezuela e Guiana até o Paraguai e sudeste brasileiro (Goldenberg 2000) e pode ocorrer em campo rupestre e cerrado *stricto sensu* (Silva e Romero 2008).

Miconia ibaguensis ocorre desde o sul do México até o Paraguai e sul do Brasil (Goldenberg 2000), sendo encontrada em campo rupestre, mata mesofítica, ciliar, de galeria, de encosta, cerradão e campo sujo (Rezende 2012).

Miconia stenostachya ocorre desde o sul do México até a Bolívia e sul do Brasil (Goldenberg 2000) e é comum em áreas de cerrado, cerradão, campo úmido, vereda, campo rupestre, mata mesofítica e de galeria (Rezende 2012).

Tabela 1: Número de indivíduos selecionados (*n*) de espécies de *Miconia* nas diferentes fitofisionomias da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG, para a coleta dos traços funcionais - traços foliares (F) e arquitetura da planta (A).

ESPÉCIES	Mata de galeria (borda)		Cerradão		Cerrado <i>stricto sensu</i>		Vereda (borda)		Vereda (meio)	
	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A
	(<i>n</i>)	(<i>n</i>)	(<i>n</i>)	(<i>n</i>)	(<i>n</i>)	(<i>n</i>)	(<i>n</i>)	(<i>n</i>)	(<i>n</i>)	(<i>n</i>)
<i>Miconia albicans</i>	-	-	10	10	10	10	10	10	-	-
<i>Miconia chamissois</i>	5	5	-	-	-	-	-	-	10	15
<i>Miconia fallax</i>	-	-	-	-	10	15	8	11	-	-
<i>Miconia ibaguensis</i>	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Miconia stenostachya</i>	10	10	-	-	-	-	10	8	-	-

Traços funcionais

Após a seleção dos indivíduos de cada espécie, a arquitetura foi avaliada medindo-se, de cada indivíduo, o diâmetro ao nível do solo (DNS), a altura total (At), a altura da primeira ramificação (Ar), o maior diâmetro da copa (D1) e sua medida perpendicular (D2) e a distância entre o 2º e 3º nós a partir da gema apical (Ed) de cinco ramos diferentes. O diâmetro do caule e o comprimento do entrenó foram medidos com o auxílio de paquímetro digital; a altura do indivíduo com régua graduada e o diâmetro da copa com trena. A área da copa (Ac) foi calculada a partir do produto entre o maior diâmetro da copa e sua medida perpendicular, considerando-se copas elípticas ($Ac = \pi/4 \times D1 \times D2$) (Poorter et al. 2006); o comprimento da copa foi calculado pela diferença entre a altura total e a altura da primeira ramificação ($CC = At - Ar$) (Prado Júnior 2012).

Para calcular a área foliar específica, foram coletadas folhas maduras totalmente expandidas de indivíduos adultos, sem sintomas de agentes patogênicos ou ataque de herbívoros. Foram coletadas entre seis e 10 folhas de cada indivíduo, dependendo da espécie e sua abundância nas áreas. As folhas foram embaladas em sacos de plástico fechados, para não haver perda do conteúdo de água até a medição dos traços foliares em laboratório. Imediatamente após o retorno do campo e no mesmo dia, as folhas foram digitalizadas juntamente com escala métrica. Posteriormente as áreas foliares (*leaf area* - LA) foram calculadas, utilizando-se o programa ImageJ (Rasband 1997), especializado em análise de imagens. As folhas foram colocadas em estufa a 70 °C até atingir massa constante e, em seguida, tiveram seu conteúdo de matéria seca foliar (*leaf dry matter contain* - LDMC) avaliado. A área foliar específica (*specific leaf area* - SLA) foi calculada pela razão LA

(mm²) / LDMC (mg). O uso da unidade mm² mg⁻¹ para a SLA seguiu a padronização sugerida por Cornelissen et al. (2003) e utilizada pela maioria dos estudos.

Análise estatística dos dados

Para a análise estatística foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk ou de Kolmogorov-Smirnov para a normalidade dos dados e o teste de Levene para a homogeneidade de variâncias, ambos a 0,01 de significância. Atendidas essas pressuposições, foi aplicado aos dados o teste *t* de *Student* a 0,05 de significância, para comparar as médias das características de arquitetura da planta e área foliar específica entre os indivíduos de cada espécie ocorrendo em duas fitofisionomias. Quando necessário, os dados foram submetidos à transformação para atender as pressuposições estatísticas. Estas análises foram realizadas utilizando-se o programa SPSS Statistics 17.0 (SPSS Inc. 2008).

RESULTADOS

As espécies de *Miconia* amostradas, quando localizadas em fitofisionomias contrastantes, tiveram diferenças nas características de arquitetura arbórea e área foliar específica dos indivíduos (Tabelas 2-7). Em ambientes mais sombreados, *Miconia albicans*, *M. chamissois*, *M. fallax* e *M. stenostachya* apresentaram maior área foliar específica (Figura 1) e comprimento de entrenó (Figura 2). Em locais com maior sombreamento os indivíduos de *M. albicans* também tiveram maior altura, área e comprimento da copa (Tabela 2) e os de *M. fallax* maior diâmetro do caule (Tabela 5). *M. ibaguensis* apresentou maior valor para a área da copa em comparação com as demais espécies e a área foliar específica semelhante a das espécies de *Miconia* ocorrentes em ambientes sombreados (Tabela 6). Em contrapartida,

M. stenostachya apresentou maiores valores de diâmetro e área da copa em local menos sombreado (Tabela 7).

Tabela 2: Traços funcionais de *Miconia albicans* (Sw.) Triana ocorrente em borda de vereda, cerrado *stricto sensu* e cerradão da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

Traços Funcionais ¹	Borda Vereda	Cerrado	Cerradão	<i>K-S (P)</i> Borda Vereda	<i>K-S (P)</i> Cerrado	<i>K-S (P)</i> Cerradão
Entrenó (cm)	2,13 ± 0,41 b	4,01 ± 0,66 a	4,12 ± 0,99 a	0,18 (0,20)	0,14 (0,20)	0,12 (0,20)
Diâmetro (cm)	2,45 ± 0,61 a	2,81 ± 1,46 a	1,91 ± 1,20 a	0,21 (0,20)	0,27 (0,04)	0,25 (0,07)
Altura (m)	1,65 ± 0,32 b	2,28 ± 0,74 a	2,38 ± 0,93 a	0,11 (0,20)	0,20 (0,20)	0,26 (0,06)
Área da copa (m ²)	0,63 ± 0,26 b	1,26 ± 0,80 a	0,61 ± 0,67 b	0,13 (0,20)	0,23 (0,14)	0,30 (0,02)
Comprimento da copa (m)	0,94 ± 0,31 b	1,51 ± 0,67 a	1,45 ± 0,70 a	0,11 (0,20)	0,20 (0,20)	0,21 (0,20)
Área foliar específica (mm ² mg ⁻¹)	6,47 ± 1,05 c	8,27 ± 1,76 b	10,05 ± 1,85 a	0,08 (0,09)	0,10 (0,02)	0,08 (0,13)

¹: Médias (± desvio padrão) com letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste *t* de Student a 0,05 de significância; *K-S*: valores do teste de Kolmogorov-Smirnov para a normalidade; *P*: probabilidade.

Tabela 3: Valores dos testes *t* de Student e Levene (*F*) para traços funcionais de *Miconia albicans* (Sw.) Triana apresentados na tabela 1. Valores entre parênteses representam a probabilidade.

Traços Funcionais	Borda Vereda e Cerrado		Borda Vereda e Cerradão		Cerrado e Cerradão	
	<i>t (P)</i>	<i>F(P)</i>	<i>t (P)</i>	<i>F(P)</i>	<i>t (P)</i>	<i>F(P)</i>
Entrenó (cm)	-7,65 (0,00)	1,94 (0,18)	-5,84 (0,00)	4,76 (0,04)	-0,29 (0,78)	1,19 (0,29)
Diâmetro (cm)	-0,70 (0,49)	2,22 (0,15)	1,28 (0,22)	1,78 (0,20)	1,50 (0,15)	0,12 (0,74)
Altura (m)	-2,50 (0,03)	9,22 (0,01)	-2,34 (0,03)	14,43 (0,01)	-0,26 (0,80)	1,05 (0,32)
Área da copa (m ²)	-2,53 (0,02)	3,41 (0,08)	0,60 (0,56)	1,85 (0,19)	2,45 (0,03)	0,04 (0,85)
Comprimento da copa (m)	-2,47 (0,02)	5,91 (0,03)	-2,10 (0,04)	7,19 (0,02)	0,22 (0,83)	0,04 (0,84)
Área foliar específica (mm ² mg ⁻¹)	-8,92 (0,00)	13,69 (0,00)	-18,26 (0,00)	0,99 (0,32)	-7,30 (0,00)	6,54 (0,01)

Tabela 4: Traços funcionais de *Miconia chamissois* Naudin ocorrente em meio de vereda e borda de borda de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

Traços Funcionais ¹	Meio Vereda	Mata de Galeria	K-S (P) Meio Vereda	K-S (P) Mata de Galeria	F (P)	t (P)
Entrenó (cm)	1,30 ± 0,28 b	4,23 ± 2,15 a	0,12 (0,20)	0,24 (0,20)	21,85 (0,00)	-3,05 (0,04)
Diâmetro (cm)	2,11 ± 0,53 a	2,43 ± 1,79 a	0,17 (0,20)	0,27 (0,20)	28,66 (0,00)	-0,40 (0,71)
Altura (m)	1,66 ± 0,22 a	2,15 ± 0,80 a	0,13 (0,20)	0,29 (0,19)	37,71 (0,00)	-1,37 (0,24)
Área da copa (m ²)	0,50 ± 0,26 a	0,47 ± 0,41 a	0,20 (0,10)	0,17 (0,20)	1,08 (0,31)	0,24 (0,82)
Comprimento da copa (m)	0,82 ± 0,16 a	1,00 ± 0,41 a	0,12 (0,20)	0,29 (0,19)	19,53 (0,00)	-0,10 (0,37)
Área foliar específica (mm ² mg ⁻¹)	7,34 ± 1,03 b	15,48 ± 3,03 a	0,07 (0,20)	0,09 (0,20)	72,10 (0,00)	-17,19 (0,00)

¹: Médias (± desvio padrão) com letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste *t* de Student a 0,05 de significância; K-S: valores do teste de Kolmogorov-Smirnov para a normalidade; F: valores do teste de Levene para homogeneidade das variâncias; t: valores do teste *t* de Student; P: probabilidade.

Tabela 5: Traços funcionais de *Miconia fallax* DC. ocorrente em borda de vereda e cerrado *stricto sensu* da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

Traços Funcionais ¹	Borda Vereda	Cerrado	K-S (P) Borda Vereda	K-S (P) Cerrado	F (P)	t (P)
Entrenó (cm)	3,75 ± 0,84 b	5,36 ± 0,93 a	0,38 (0,20)	0,16 (0,20)	2,33 (0,14)	-4,55 (0,00)
Diâmetro (cm)	1,09 ± 0,38 b	1,91 ± 0,54 a	0,31 (0,20)	0,21 (0,20)	1,80 (0,19)	-4,29 (0,00)
Altura (m)	1,27 ± 0,27 a	1,40 ± 0,12 a	0,14 (0,20)	0,21 (0,20)	4,82 (0,04)	-1,65 (0,11)
Área da copa (m ²)	0,08 ± 0,05 a	0,22 ± 0,13 a	0,33 (0,20)	0,17 (0,20)	1,96 (0,19)	-1,98 (0,08)
Comprimento da copa (m)	0,64 ± 0,33 a	0,77 ± 0,27 a	0,15 (0,20)	0,17 (0,20)	0,76 (0,39)	-1,15 (0,26)
Área foliar específica (mm ² mg ⁻¹)	6,72 ± 0,64 b	7,85 ± 0,73 a	0,07 (0,20)	0,06 (0,20)	0,90 (0,34)	-10,30 (0,00)

¹: Médias (± desvio padrão) com letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste *t* de Student a 0,05 de significância; K-S: valores do teste de Kolmogorov-Smirnov para a normalidade; F: valores do teste de Levene para homogeneidade das variâncias; t: valores do teste *t* de Student; P: probabilidade.

Tabela 6: Traços funcionais de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana ocorrente em borda de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

Traços Funcionais ¹	Mata de Galeria
Entrenó (cm)	3,65 ± 1,17
Diâmetro (cm)	2,50 ± 1,26
Altura (m)	2,40 ± 0,84
Área da copa (m ²)	2,10 ± 2,61
Comprimento da copa (m)	1,41 ± 0,75
Área foliar específica (mm ² mg ⁻¹)	13,98 ± 2,66

¹: Média e desvio padrão dos dados.

Tabela 7: Traços funcionais de *Miconia stenostachya* DC. ocorrente em borda de vereda e borda de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

Traços Funcionais ¹	Borda Vereda	Mata de Galeria	K-S (P) Borda Vereda	K-S (P) Mata de Galeria	F (P)	t (P)
Entrenó (cm)	2,81 ± 0,88 b	4,31 ± 0,79 a	0,27 (0,09)	0,31 (0,02)	21,85 (0,00)	-3,83 (0,00)
Diâmetro (cm)	1,87 ± 0,58 a	1,28 ± 0,36 b	0,21 (0,20)	0,29 (0,02)	28,66 (0,00)	2,61 (0,02)
Altura (m)	1,47 ± 0,19 a	1,36 ± 0,23 a	0,18 (0,20)	0,15 (0,20)	37,71 (0,00)	1,00 (0,33)
Área da copa (m ²)	0,69 ± 0,34 a	0,40 ± 0,20 b	0,17 (0,10)	0,21 (0,20)	1,08 (0,31)	2,24 (0,04)
Comprimento da copa (m)	0,82 ± 0,17 a	0,71 ± 0,27 a	0,18 (0,20)	0,18 (0,20)	19,53 (0,00)	1,01 (0,33)
Área foliar específica (mm ² mg ⁻¹)	6,69 ± 0,84 b	12,84 ± 1,97 a	0,10 (0,04)	0,11 (0,17)	72,10 (0,00)	-28,57 (0,00)

¹: Médias (± desvio padrão) com letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste *t* de Student a 0,05 de significância; K-S: valores do teste de Kolmogorov-Smirnov para a normalidade; F: valores do teste de Levene para homogeneidade das variâncias; t: valores do teste *t* de Student; P: probabilidade.

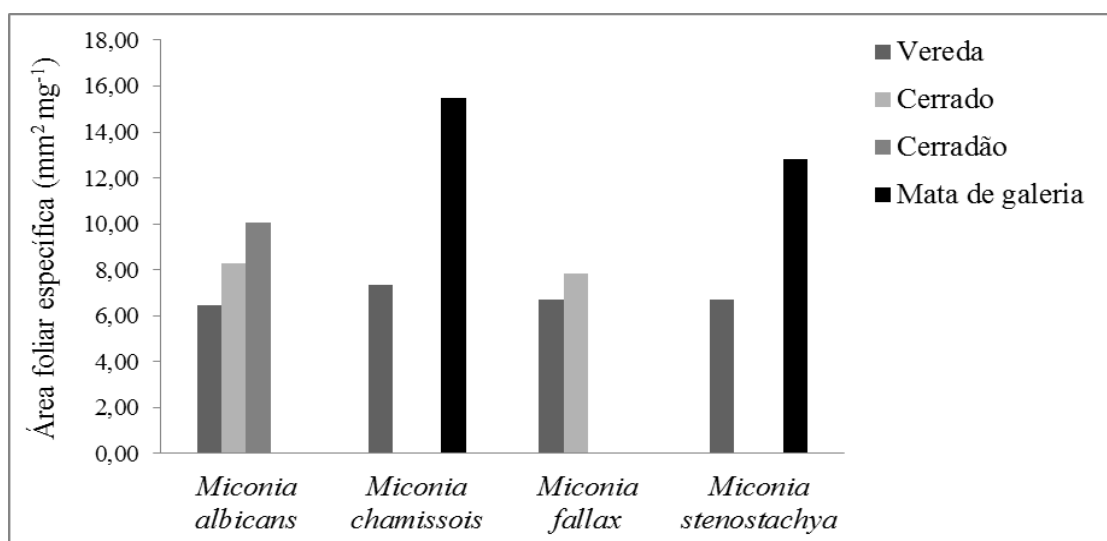


Figura 1. Valores médios da área foliar específica de espécies de *Miconia* ocorrentes em diferentes fitofisionomias da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

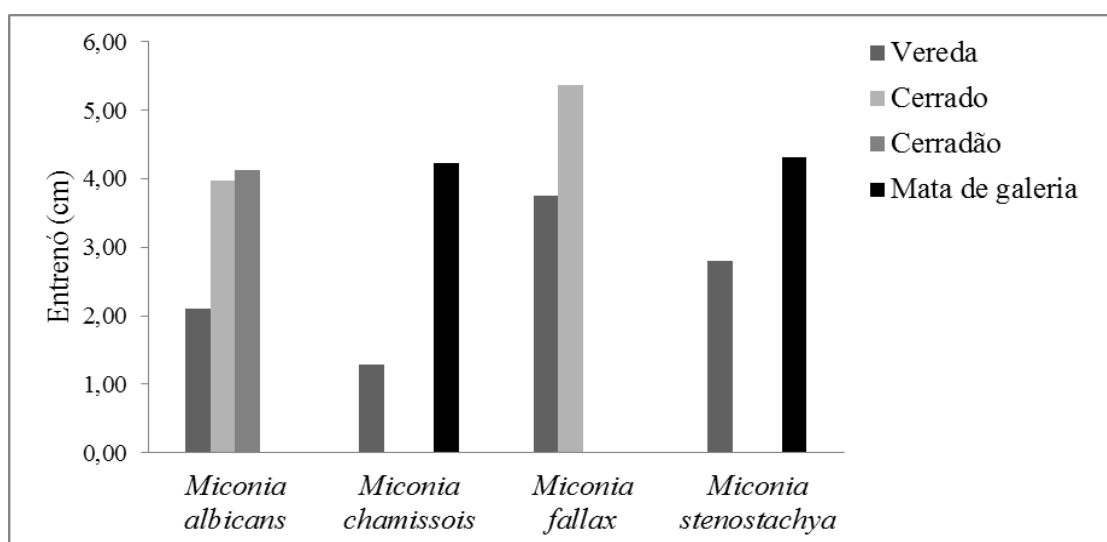


Figura 2. Valores médios do comprimento de entrenó de espécies de *Miconia* ocorrentes em diferentes fitofisionomias da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

DISCUSSÃO

Indivíduos de todas as espécies de *Miconia* localizados em ambientes com baixa disponibilidade de luz apresentaram maior área foliar específica e comprimento de entrenó, em virtude, respectivamente, da maior área foliar por unidade de massa seca e do estiolamento dos entrenós, regulado pela ação do fitocromo, o que maximiza a captura de luz. Este comportamento também é observado para outras espécies cujas folhas geralmente são mais finas e têm menos biomassa por unidade de área foliar em ambientes sombreados, o que aumenta a interceptação de luz e, em contrapartida, em locais com restrições hídricas, as plantas apresentam redução da área foliar a fim de minimizar a perda de água (Franco et al. 2005; Valladares e Niinemets et al. 2007, 2008; Ferreira et al. 2013).

A captura de luz por uma planta depende da quantidade e distribuição espacial de radiação, da arquitetura da planta como um todo (Percy et al. 2004) e também da área foliar específica, que é uma das características ecofisiológicas de maior importância, pois está relacionada à estrutura e fisiologia da folha, em resposta às variações do meio ambiente (Franco et al. 2005). O aumento da área das folhas e demais traços funcionais, como altura e comprimento de entrenós, em áreas com maior nível de sombreamento, compensa a baixa disponibilidade de luz causada pela densidade da vegetação e pode favorecer o crescimento e a reprodução (Percy 2007).

Esta plasticidade acaba sendo uma importante estratégia utilizada pelas plantas para superar a heterogeneidade ambiental, típica das várias fitofisionomias do bioma Cerrado (Valladares et al. 2007). Algumas respostas plásticas colaboram para que se possa compreender como determinada espécie consegue se estabelecer e sobreviver em locais com condições ambientais tão discrepantes (Ferreira et al. 2013).

É possível então afirmar que os indivíduos de *Miconia* spp. amostrados na Estação Ecológica do Panga apresentaram plasticidade fenotípica, provavelmente como resposta às

irradiâncias contrastantes. O mesmo foi observado para outras espécies do gênero (Marques et al. 2000; Hoffmann et al. 2005), mas esta plasticidade também pode ser em resposta a outros fatores ambientais como os relacionados ao gradiente de altitude (Ely et al. 2005) e às diferentes fitofisionomias que respondem a outros fatores (Boeger et al. 2008). *M. albicans* também mostrou alta plasticidade quanto à área foliar específica, variando entre diferentes fitofisionomias e teor de nutrientes no solo, sendo os maiores valores encontrados em floresta e os menores no cerrado (Bedetti et al. 2011).

Além dos traços foliares e comprimento de entrenós, outros atributos da arquitetura dos indivíduos de *Miconia* spp. da Estação Ecológica do Panga foram diferentes de acordo com a disponibilidade de luz no ambiente. O diâmetro do caule ao nível do solo foi maior para os indivíduos de *M. fallax* com ocorrência em cerrado, comparados com os de borda de vereda e a área da copa não apresentou diferença em ambas fitofisionomias, sendo baixos os valores para esta característica em comparação com as demais espécies. Possivelmente isto ocorre devido ao fato de que os indivíduos amostrados, tanto em cerrado quanto em borda de vereda, apresentavam pequeno porte e número reduzido de ramificações.

Miconia stenostachya apresentou comportamento contrário ao de *M. fallax*, com maior diâmetro para os indivíduos em borda de vereda, área com maior intensidade de luz, sendo menor em borda de mata de galeria devido ao estiolamento do caule. Em áreas abertas, a ação dos ventos prejudica o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, causa modificações na arquitetura da planta. Por outro lado, em áreas florestais a intensidade do vento é menor (Fourcaud et al. 2008), o que justifica o maior diâmetro em borda de vereda, já que o estresse causado pelo vento, em áreas abertas, estimula o aumento da espessura dos caules (Poorter et al. 2006). Deve-se levar em consideração ainda que em borda de vereda o excesso de luz representa ganho de carbono pelas plantas e os fotoassimilados podem ser revertidos para os tecidos do caule (Lee et al. 1996).

Para *Miconia albicans*, as populações ocorrentes em cerrado e cerradão tiveram valores mais elevados das características de altura e comprimento da copa, provavelmente como estratégia para a captura de luz, além de reduzir o auto sombreamento, já que ambas as fitofisionomias estão sujeitas a menor incidência luminosa, em comparação com a borda de vereda. Provavelmente, a maior área da copa dos indivíduos desta espécie em cerrado, comparada ao cerradão foi decorrente não só da otimização na captura de luz, mas também devido à menor densidade arbórea encontrada no cerrado. A menor densidade arbórea em borda de vereda também justifica a maior área da copa dos indivíduos de *M. stenostachya*, uma vez que o menor número de plantas no ambiente permite o melhor desenvolvimento desta característica.

Em contrapartida, na Estação Ecológica de Pirapitinga (EEP), Três Marias, Minas Gerais, indivíduos de *Miconia albicans* com ocorrência em campo sujo foram menores e apresentaram menor complexidade arquitetural do que os de cerradão e cerrado *stricto sensu* (Silveira e Oliveira 2013). É importante lembrar que o excesso de luz a que as plantas do campo sujo estão sujeitas, pode ser tão limitante quanto a baixa disponibilidade existente nas florestas mais adensadas, e isto depende da espécie. Além disso, a restrição física das plantas também pode ser atribuída a outros fatores ambientais, tais como a disponibilidade de água e o estado nutricional do solo.

Miconia stenostachya e *M. ibaguensis* do Parque Nacional da Serra do Cipó apresentaram diferenças significativas nas características de área, massa, densidade e espessura foliares entre dois ambientes com diferente disponibilidade de luz, sendo que as folhas expostas ao sol tiveram maior densidade estomática e apresentaram-se mais espessas, mostrando alta plasticidade foliar em relação às condições ambientais (Marques et al. 2000).

Este comportamento também foi observado em experimento realizado com indivíduos de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. com ocorrência em cerrado *stricto sensu* e cerradão

(Ferreira et al. 2013). Dos sete traços funcionais analisados pelos autores, incluindo área foliar específica, cinco tiveram valores significativamente maiores para os indivíduos de cerradão, ambiente com menor disponibilidade de luz. Entretanto, várias espécies quando sujeitas à combinação de fatores de estresse apresentam reduzida plasticidade fenotípica em resposta à luz, como por exemplo, *Ilex aquifolium* L. (Aranda et al. 2008). Alta variabilidade morfológica foliar também foi observada para espécies de *Psychotria* em floresta tropical do Panamá (Valladares et al. 2000).

As características ambientais de cada fitofisionomia (cerrado, cerradão, borda e meio de vereda e borda de mata de galeria) influenciaram a arquitetura e área foliar específica das espécies de *Miconia* ocorrentes na Estação Ecológica do Panga, mostrando a importância da plasticidade fenotípica em espécies deste gênero para seu sucesso adaptativo em ambientes contrastantes. É importante destacar que esse tipo de estudo pode ser útil para programas de conservação e de gestão ecológica de reservas, além de prever respostas frente às mudanças climáticas.

Em função das informações obtidas estarem restritas a poucas espécies, com comparações referentes a poucos ambientes e variáveis, seria interessante avaliar a plasticidade de maior número de espécies de Melastomataceae, levando-se em consideração maior número de variáveis, em especial pelo fato da família ser numerosa e com ampla distribuição geográfica. Esse tipo de trabalho certamente auxiliaria os taxonomistas na melhor delimitação dos grupos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas, PC, de Moraes G, Leonardo J, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift 22:711-728

- Aranda I, Robson TM, Rodriguez-Calcerrada J, Valladares F (2008) Limited capacity to cope with excessive light in the open and with seasonal drought in the shade in Mediterranean *Ilex aquifolium* populations. *Trees* 22:375–384
- Araújo GM, Barbosa AAA, Arantes AA, Amaral AF (2002) Composição florística de veredas no município de Uberlândia, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 25:475-493
- Bedetti CS, Aguiar DB, Jannuzzi MC, Moura MZ, Silveira FA (2011) Abiotic factors modulate phenotypic plasticity in an apomictic shrub [*Miconia albicans* (SW.) Triana] along a soil fertility gradient in a Neotropical savanna. *Australian Journal of Botany* 59:274-282
- Boeger MRT, Gluzekar RM, PIL MW, Goldenberg R, Medri M (2008) Leaf morphology variation of *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) in distinct vegetation types at the state of Paraná. *Revista Brasileira de Botânica* 31:443-452
- Cardoso E, Schiavini I (2002) Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Revista Brasileira de Botânica* 25:277-289
- Cornelissen JHC, Lavorel S, Garnier E, Diaz S, Buchmann N, Gurvich DE, Reich PB, Ter Steege H, Morgan HD, Van Der Heijden MGA, Pausas JG, Poorter H (2003) A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51:335-380
- Ely F, Torres F, Gaviria, J (2005) relación entre la morfoanatomía foliar de tres especies de *Miconia* (Melastomataceae) con su hábitat y distribución altitudinal en el parque nacional Sierra Nevada de Mérida, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 28:275-300
- Ferreira GA, do Prado Júnior JA, Schiavini I, de Melo C (2013) Plastic responses in tree architecture and specific leaf area of *Xylopia aromatica* (Annonaceae): adaptations to environments with different light intensities. *Brazilian Journal of Botany*, 36:279-283
- Fourcaud T, Zhang X, Stokes A, Lambers H, Körner C (2008) Plant growth modelling and applications: the increasing importance of plant architecture in growth models. *Annals of Botany*, 101:1053-1063
- Franco AC (2002) Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira PS, Marquis RJ (ed) *The cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York
- Franco AC (2004) Estratégias funcionais de plantas lenhosas das savanas do Brasil Central: relação ao déficit hídrico e ao regime luminoso. In: Cabrera HM (ed) *Fisiologia Ecológica en Plantas, Mecanismos y Respuestas a Estrés en los Ecosistemas Valparaíso* (Chile): EUV
- Franco AC, Bustamante M, Caldas LS, Goldstein G, Meinzer FC, Kozovits AR, Rundel P, Coradin VTR (2005) Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. *Trees* 19:326-335
- Givnish TJ (1988) Adaptation to sun and shade: a whole plant perspective. *Aust J Plant Physiol* 15:63-92

Goldenberg R (2000) O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae): I. Listagens analíticas, II. Revisão taxonômica da seção *Hypoxanthus* (Rich. ex DC.) Hook. F. Tese, Universidade Estadual de Campinas

Goldenberg R (2004) O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no Estado do Paraná, Brasil. Acta Botânica Brasílica 18:927-947

Guimarães AJM, Araújo GM, Corrêa GF (2002) Estrutura fitossociológica em área natural e antropizada de uma vereda em Uberlândia, MG. Acta Botânica Brasílica 16:317-329

Haridasan M (1992) Observations on soils, foliar nutrient concentration and floristic composition of cerrado *sensu stricto* and cerradão communities in central Brazil. In: Furley PA, Proctor J, Ratter JA (ed) Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries. Chapman & Hall Publishing, London, UK, pp 171-184

Hoffmann A, Franco AC, Moreira MZ, Haridasan M (2005) Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. Functional Ecology, 19: 932-940

Lee DW, Baskaran K, Mansor M, Mohamad H, Yap SK (1996) Irradiance and spectral quality affect Asian tropical rain forest tree seedling development. Ecology 77:568-580

Lopes SF, Schiavini I (2007) Dinâmica da comunidade arbórea de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brasil. Acta Botânica Brasílica 21:249-261

Marques, A. R., García, Q. S., Rezende, J. P., & Fernandes, G. W. (2000). Variations in leaf characteristics of two species of *Miconia* in the Brazilian cerrado under different light intensities. Tropical Ecology, 41: 47-60

Maruyama PK, Alves-Silva EE, Melo C (2007) Oferta qualitativa e quantitativa de frutos em espécies ornitocóricas do gênero *Miconia* (Melastomataceae). Revista Brasileira de Biociências 5:672-674

Mendonça RC, Felfili JM, Walter BMT, Silva Júnior MC, Rezende AV, Filgueiras TS, Nogueira PE (2008) Flora Vascular do Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP (eds) Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA, Brasília

Palhares D, Franco AC, Zaidan LBP (2010) Respostas fotossintéticas de plantas do cerrado nas estações seca e chuvosa. Revista Brasileira de Biociências, 8:213-220

Pearcy RW (2007) Responses of plants to heterogeneous light environments. In: Pugnaire FI, Valladares F (eds) Functional plant ecology. CRC Press, Boca Raton, Flórida, USA, pp 213-258

Pearcy RW, Valladares F, Wright SJ, Lasso E (2004) A functional analysis of the crown architecture of tropical forest *Psychotria* species: do species vary in light capture efficiency and consequently in carbon gain and growth? Oecologia 139:163-167

- Petit C, Thompson JD, Bretagnolle F (1996) Phenotypic plasticity in relation to ploidy level and corm production in the perennial grass *Arrhenatherum elatius*. *Canadian Journal of Botany* 74:1964-1973
- Poorter L, Bongers L, Bongers F (2006) Architecture of 54 moist-forest tree species: traits, trade-offs, and functional groups. *Ecology* 87:1289-1301
- Prado Júnior JA (2012) Traços funcionais como preditores da similaridade funcional entre sub-bosques de florestas estacionais semidecíduais: subsídios para a conservação destes ecossistemas. Dissertação, Universidade Federal de Uberlândia
- Rasband WS (1997) ImageJ 1.34n. National Institutes of Health. <http://imagej.nih.gov/ij/>
- Reich PB, Wright IJ, Cavender-Bares J, Craine JM, Oleksyn J, Westoby M, Walters MB (2003) The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. *International Journal of Plant Sciences*, 164(S3), S143-S164.
- Rezende AR (2012) Sistemática e conservação de *Miconia* seção *Miconia* DC. (Melastomataceae) no Estado de Minas Gerais, Brasil. Dissertação, Universidade Federal de Uberlândia
- Ribeiro JF, Walter BMT (1998) Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP (eds) Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA, Brasília, pp 87-166
- Romero R (1996) A Família Melastomataceae na Estação Ecológica do Panga, Município de Uberlândia, MG. *Hoehnea* 23:147-168
- Sarmiento G (1984) The ecology of neotropical savannas. Harvard University, Cambridge
- Schiavini I, Araújo GM (1989) Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia- MG). *Revista Sociedade e Natureza* 1:61-66
- Silva MAO, Romero R (2008) Melastomataceae das serras do município de Delfinópolis, Minas Gerais, Brasil. *Revista Rodriguésia* 59:609-647
- Silveira FAO, Oliveira EG (2013) Does plant architectural complexity increase with increasing habitat complexity? A test with a pioneer shrub in the Brazilian Cerrado. *Brazilian Journal of Biology*, 73:271-277
- Somavilla NS, Graciano-Ribeiro D (2011) Análise comparativa da anatomia foliar de Melastomataceae em ambiente de vereda e cerrado *sensu stricto*. *Acta Botânica Brasílica* 25:764-775
- SPSS Statistics 17.0 (2008) SPSS Statistics 17.0, Command Syntax Reference. Chicago, IL: SPSS Inc.
- Valladares F, Wright SJ, Lasso E, Kitajima K, Pearcy RW (2000) Plastic phenotypic response to light of 16 congeneric shrubs from a Panamanian rainforest. *Ecology* 81:1925-1936

Valladares F, Sanchez-Gomes D, Zavala MA (2006) Quantitative estimation of phenotypic plasticity. *Journal of Ecology* 94, 1103–1116

Valladares F, Niinemets Ü (2007) The architecture of plant crowns: from design rules to light capture and performance. In: Pugnaire FI, Valladares F (eds) *Functional plant ecology*, 2nd edn. CRC Press, Boca Raton

Valladares F, Gianoli E, Gómez JM (2007) Ecological limits to plant phenotypic plasticity. *New Phytologist*, 176:749–763

Valladares F, Niinemets Ü (2008) Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Annual Review of Ecology, Systematics and Evolution* 39:237–257

CAPÍTULO 2

Atividade fotossintética de *Miconia* spp. (Melastomataceae) em vereda e borda de mata de galeria durante as estações seca e chuvosa

RESUMO

O bioma Cerrado apresenta diversas fitofisionomias com características específicas e contrastantes, como as veredas e matas de galeria que estão associadas aos cursos de água e nascentes. Algumas espécies do gênero *Miconia* são comumente encontradas nesses ambientes úmidos e estão sujeitas às flutuações ambientais, como intensidade luminosa e disponibilidade hídrica, que são determinantes no desempenho fotossintético das plantas. Este trabalho visou avaliar o desempenho fotossintético de *M. chamissois* Naudin, *M. ibaguensis* (Bonpl.) Triana e *M. stenostachya* DC. com ocorrência em fitofisionomias contrastantes da Estação Ecológica do Panga, nas estações seca e chuvosa. Para o curso diário das características fotossintéticas foram realizadas medidas em vereda e borda de mata de galeria, em diferentes dias da estação chuvosa (janeiro e março) e seca (maio e setembro). Foram avaliadas a radiação fotossinteticamente ativa, a temperatura da superfície da folha, a taxa de transpiração, a condutância estomática, a taxa de assimilação de CO₂, o rendimento quântico potencial do fotossistema II e a taxa de transporte de elétrons. Os resultados mostraram que *M. chamissois* e *M. stenostachya* tiveram melhor desempenho fotossintético na vereda, independente da estação. As duas espécies apresentaram queda na taxa de assimilação de CO₂ e fotoinibição durante a estação seca, quando ocorrentes na vereda. A sazonalidade não influenciou no desempenho fotossintético dos indivíduos de *M. ibaguensis* com ocorrência em borda de mata de galeria. Levando-se em consideração o fato de que estas fitofisionomias são restritas no bioma, além do notável processo de degradação a que estão submetidas, *M. chamissois* e *M. stenostachya* encontram-se em situação de risco, uma vez que ambas demonstraram melhor desempenho em ambiente com maior disponibilidade de água no solo.

Palavras-chave: Borda de mata de galeria, respostas fotossintéticas, sazonalidade, vereda.

ABSTRACT

The Cerrado biome has various vegetation types, such as palm swamps and gallery forests that are associated with rivers and springs, and these vegetation types have specific and contrasting features. Some species of the *Miconia* genus are commonly found in these wet environments and are subject to factors such as light intensity and water availability, which are decisive in the photosynthetic performance of plants. This study evaluated the photosynthetic performance of *M. chamissois* Naudin, *M. ibaguensis* (Bonpl.) Triana and *M. stenostachya* DC. occurring in contrasting vegetation types of the Panga Ecological Station, in the dry and rainy seasons. For the daily course of photosynthetic characteristics, samples were taken in a palm swamp and a gallery forest edge, on different days of the rainy (January and March) and dry (May and September) season. The photosynthetically active radiation, the surface temperature of the leaf, transpiration rate, stomatal conductance, CO₂ assimilation rate, the potential quantum yield of photosystem II and electron transport rate were evaluated. The results showed that *M. chamissois* and *M. stenostachya* had better photosynthetic performance in the palm swamp, regardless of the season. The two species showed a decreased CO₂ assimilation rate and photoinhibition during the dry season, when occurring in the palm swamp. The seasonality did not influence the photosynthetic performance of *M. ibaguensis* occurring in the edge of the gallery forest. Taking into consideration the fact that these vegetation types are restricted to the biome, and are suffering a remarkable process of degradation, *M. chamissois* and *M. stenostachya* are at risk, since both demonstrated better performance in environments with greater availability of water in the soil.

Key words: Gallery forest edge, photosynthetic responses, seasonality, palm swamp.

INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado é constituído por uma diversidade de fitofisionomias, com características específicas e contrastantes, que variam desde formações campestres, savânicas e florestais (Ribeiro e Walter 1998). Apesar do alto endemismo, é um dos biomas mais ameaçados, devido à fragmentação causada pela intensa urbanização e expansão da fronteira agrícola, o que justifica sua posição como um *hotspot* de biodiversidade (Alho 2005).

A família Melastomataceae é encontrada em várias fitofisionomias deste bioma, sendo importante representante das angiospermas, com aproximadamente 32 gêneros e 500 espécies (Mendonça et al. 2008). O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. é o maior da família, com aproximadamente 1000 espécies, com ampla distribuição, ocorrendo em toda América Latina, desde o norte da América do Sul até o sudeste do Brasil (Goldenberg 2000). Algumas espécies deste gênero são comumente encontradas em ambientes úmidos, tais como veredas e matas de galeria (Rezende 2012).

Dentre as diversas fitofisionomias encontradas no Cerrado, as veredas e matas de galeria estão associadas a cursos d'água e nascentes (Oliveira-Filho e Ratter 2002). As veredas são áreas úmidas, caracterizadas pela presença da palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* L. f. (Ribeiro e Walter 1998), com solos hidromórficos e mal drenados (Araújo et al. 2002; Guimarães et al. 2002). O afloramento permanente ou sazonal e a profundidade do lençol freático, características desta fitofisionomia, influenciam a distribuição das espécies ao longo de um gradiente que se estabelece no ambiente (Araújo et al. 2002). Esta fitofisionomia pode ser subdividida em três zonas distintas, com a borda considerada como a zona encontrada próxima ao cerrado e com melhor drenagem; o meio, com solo saturado de água durante o maior período do ano e o fundo, em que o solo está permanentemente saturado com água (Araújo et al. 2002). As veredas ocupam aproximadamente 1,61% do bioma Cerrado (Reatto

et al. 2008), sendo que a sua representatividade na Estação Ecológica do Panga é superior, ocupando cerca de 4,63% (Cardoso et al. 2009).

As matas de galeria são formações florestais localizadas geralmente nos fundos dos vales, caracterizadas pela vegetação margeando os cursos de pequenos rios e córregos, com aproximadamente 1/3 da diversidade de espécies arbóreas encontradas no bioma Cerrado (Ribeiro e Walter 1998) e ocupam menos de 10% da área do bioma Cerrado (Oliveira-Filho e Ratter 2002). As características físicas do solo, umidade e luz influenciam na distribuição das espécies encontradas nesta fitofisionomia (Veneklaas et al. 2005).

Em função de sua vulnerabilidade, as veredas e as matas de galeria são classificadas como áreas de preservação permanente, devido à sua importância na manutenção das nascentes e qualidade dos cursos de água e na conservação da biodiversidade local (Araújo et al. 2002; Lopes e Schiavini 2007). Apesar de legalmente protegidos, esses ambientes sofrem constantemente ações antrópicas que ocasionalmente se tornam irreversíveis, principalmente em decorrência da sua baixa capacidade de regeneração (Araújo et al. 2002; Guimarães et al. 2002).

A sazonalidade é um fator característico do bioma Cerrado, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos (Rossatto et al. 2009). Para as plantas, quando a disponibilidade hídrica no solo é reduzida, em especial durante a estação seca, o controle estomático depende mais da disponibilidade de água no solo do que da radiação luminosa (Meinzer et al. 1999). O controle do fechamento dos estômatos passa a ser então um dos principais processos utilizados pelas plantas para a maior conservação de água em seus tecidos; porém, isto reduz a assimilação de CO_2 , causando prejuízos no seu desenvolvimento (Franco e Lüttge 2002). Além disso, em ambientes em que as plantas têm alta taxa de transpiração associado a solos com lençol freático profundo, há queda na taxa fotossintética, tanto na estação seca quanto na chuvosa (Franco 1998; Moraes e Prado 1998).

Da mesma maneira que a disponibilidade hídrica influencia no desempenho fotossintético, a irradiância também é um fator limitante para o ganho de carbono em plantas. Ambientes com altos níveis de irradiância podem induzir as plantas a condições de estresse como a fotoinibição que consiste na queda do rendimento quântico potencial em função das alterações nas atividades do fotossistema II, causada pelo excesso de luz (Krause e Weis 1991). Sob baixa disponibilidade de luz, também pode haver menor desempenho fotossintético e, conseqüentemente, menor ganho de carbono pelas plantas (Long et al. 1994; Valladares e Pearcy 1998). As espécies localizadas em ambientes com maior radiação solar, como as veredas, têm capacidade de se adaptarem ao estresse hídrico sazonal e às altas intensidades luminosas (Franco 2002), enquanto espécies florestais, tais como as matas de galeria, são mais tolerantes ao sombreamento, pois a luz é fator limitante nestas formações (Carswell et al. 2000).

Considerando a ocorrência de *Miconia stenostachya*, *M. chamissois* e *M. ibaguensis*, em fitofisionomias contrastantes da Estação Ecológica do Panga, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho fotossintético destas espécies em vereda e mata de galeria, nas estações seca e chuvosa, uma vez que esses ambientes estão em processo de degradação.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e período de coleta

Este estudo foi realizado na Estação Ecológica do Panga (EEP), localizada ao sul do município de Uberlândia, MG (19° 09' 20'' S e 48° 24' 35'' W). Trata-se de uma área representativa das fitofisionomias do bioma Cerrado, onde vários tipos florestais e savânicos podem ser encontrados, tais como mata de galeria, cerradão, cerrado *stricto sensu*, campo

cerrado, campo sujo, campos úmidos e veredas (Cardoso e Schiavini 2002). O clima regional é classificado como tropical de savana (Aw Megatérmico), segundo a classificação atualizada de Köppen-Geiger (Alvares et al. 2013), com duas estações bem definidas; inverno frio e seco entre os meses de abril a setembro e verão quente e chuvoso entre os meses de outubro a março. Foram realizadas medidas em vereda e borda de mata de galeria, em diferentes dias das estações chuvosa e seca, sendo os dados das espécies ocorrentes em vereda coletados nos dias 24 de maio e 5 de setembro de 2013 (início e final da estação seca, respectivamente); 13 de janeiro e 13 de março de 2014 (estação chuvosa, com janeiro atipicamente seco). Em borda de mata de galeria as medidas aconteceram nos dias 11 de setembro de 2013 (estação seca); 14 de janeiro e 14 de março de 2014 (estação chuvosa).

O diagrama climatológico do período de 2010 a 2013 foi montado de acordo com Walter e Lieth, 1967 (Walter 1979). Os dados referentes aos meses de janeiro a março de 2014 não foram inclusos no diagrama, mas estão descritos em resultados a partir das médias de precipitação e temperatura.

Seleção de espécies e indivíduos

A avaliação da atividade fotossintética foi realizada em três espécies de Melastomataceae pertencentes ao gênero *Miconia* (*Miconia chamissois* Naudin, *M. ibaguensis* (Bonpl.) Triana e *M. stenostachya* DC.), ocorrentes em vereda e borda de mata de galeria. Nas quatro medidas realizadas em vereda, foram selecionados cinco indivíduos de *M. chamissois* e três de *M. stenostachya* e em borda de mata de galeria, nas três medidas, foram selecionados três indivíduos de *M. chamissois*, quatro de *M. ibaguensis* e quatro de *M. stenostachya*. A quantidade de indivíduos selecionados de cada espécie foi determinada de acordo com a ocorrência e quantidade nas fitofisionomias estudadas, atentando-se para a

distância entre eles, no sentido de facilitar a movimentação com os equipamentos, e fase fenológica (as avaliações foram feitas apenas em indivíduos adultos). Ilustrações das espécies e fitofisionomias estudadas encontram-se no anexo desta dissertação.

Miconia chamissois é um arbusto que ocorre desde o México até a Argentina e sul do Brasil (Goldenberg 2000) e é preferencialmente encontrada em ambientes úmidos; veredas e matas de galeria (Rezende 2012).

Miconia ibaguensis também tem ocorrência desde o sul do México até o Paraguai e sul do Brasil (Goldenberg 2000), sendo encontrada em campo rupestre, mata mesofítica, ciliar, de galeria, de encosta, cerradão e campo sujo (Rezende 2012).

Miconia stenostachya tem distribuição desde o sul do México até a Bolívia e sul do Brasil (Goldenberg 2000) e é comum em áreas de cerrado, cerradão, campo úmido, vereda, campo rupestre, mata mesofítica e de galeria (Rezende 2012).

Características fotossintéticas

Para a avaliação do curso diário das características fotossintéticas, as medidas foram feitas a cada duas horas, entre 8 e 17 horas, sendo realizadas na 2ª folha mais expandida e sadia do indivíduo selecionado, a partir do ápice. Foram realizadas três medições por folha, sendo que a média entre estas foi considerada uma medida. A radiação fotossinteticamente ativa, na faixa de 400-700 nm (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a temperatura da superfície da folha ($^{\circ}\text{C}$), a taxa de transpiração (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a concentração intercelular de CO_2 (C_i - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e a taxa de assimilação de CO_2 (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foram avaliadas utilizando-se um analisador de trocas gasosas portátil (Infra-Red Gas Analyser - IRGA, modelo LCpro-SD da ADC, Inglaterra) acoplado a uma câmara foliar (6,25 cm^2 de área) que mede a concentração de CO_2 e de vapor de água por radiação infravermelha.

O sistema de trocas gasosas do aparelho é aberto, de maneira que o fluxo de ar novo seja contínuo. A eficiência instantânea no uso da água ($A/E - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a eficiência instantânea de carboxilação ($A/C_i - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$) foram calculadas a partir dos valores de A, E e C_i .

A fluorescência da clorofila *a* foi registrada utilizando-se um medidor de fluorescência modulado (Mini-PAM, Heinz Walz, Effeltrich, Alemanha), sendo a fluorescência máxima (F_m) e a fluorescência inicial (F_0) determinadas após 30 minutos de adaptação das folhas ao escuro com o uso de presilhas apropriadas para este fim, que cobrem $0,5 \text{ cm}^2$ de tecido foliar. Estes dados foram utilizados para calcular os valores do rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m), que é obtido pela expressão $F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$ (Ribeiro et al. 2005) e tem como objetivo analisar a provável ocorrência de fotoinibição das plantas em diferentes ambientes e estações. Foram consideradas fotoinibidas as plantas que apresentaram valores da razão F_v/F_m inferiores a 0,8 (Lüttge et al. 1998). Com o Mini-PAM também foi possível obter valores da taxa de transporte de elétrons (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), que foi obtida como $\text{ETR} = \Delta F/F_m \cdot 0,5 \cdot \text{DFF}$, onde 0,5 é um fator de correção no qual se assume que a fotoquímica do fotossistema I equipara-se à do fotossistema II (White e Critchley 1999); DFF corresponde à densidade do fluxo de fótons fotossinteticamente ativos e 0,84 considera que apenas 84% da irradiância incidente serão absorvidos pela folha (White e Critchley 1999).

Quando necessário, as folhas foram secas com papel antes da realização das medidas, para absorver a água na superfície foliar, sem injuriar o tecido.

Durante o período de medidas, tanto em vereda quanto em borda de mata de galeria, foram registradas a temperatura local, utilizando-se um termohigrômetro (Instrutherm HT-270), e a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) com auxílio de um sensor quântico acoplado a um registrador de dados LI-1000 (Li-Cor, Lincoln, NE, EUA).

Análise estatística dos dados

Para a análise estatística foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para a normalidade dos dados e o teste de Levene para a homogeneidade de variâncias, ambos a 0,01 de significância. Atendidas essas pressuposições, foi aplicado aos dados o teste *t* de *Student* a 0,05 de significância, para comparar as médias das características fotossintéticas (A , A/C_i , A/E e F_v/F_m) em três períodos do dia, para cada espécie e fitofisionomia, na estação chuvosa e seca. Quando necessário, os dados foram submetidos à transformação para atender as pressuposições estatísticas. Estas análises foram realizadas utilizando-se o programa SPSS Statistics 17.0 (SPSS Inc. 2008).

RESULTADOS

Condições Climáticas

Nos meses de maio e setembro houve baixa precipitação no período de 2010 a 2013, caracterizando o início e o final da estação seca, respectivamente (Figura 1). De outubro a abril ocorreu maior precipitação, sendo possível observar que o mês de fevereiro foi mais seco que os demais da estação (129,2 mm). A temperatura média durante o período seco foi de 23,6 °C e do período chuvoso de 25,3 °C. A temperatura mínima absoluta do período foi de 10,8 °C e a máxima absoluta de 35,4 °C. A pluviosidade média anual do período avaliado foi de 1413,4 mm. Em 2014 a precipitação nos meses de janeiro, fevereiro e março foi de 102,2; 104,6 e 97,2 mm e a temperatura média de 25,4; 24,8 e 24,1 °C, respectivamente.

Na área de estudo, as temperaturas médias registradas na vereda, nos meses de maio e setembro, foram de 25,9 e 27,0 °C, respectivamente; nos meses de janeiro e março, foram de

32,3 e 32,0 °C; valores estes acima da média registrada para a região. Na borda de mata de galeria, nos mesmos meses do período chuvoso, as médias também foram maiores do que as registradas na região, sendo de 28,1 e 28,0 °C. No mês de setembro, correspondente ao período seco, o valor foi de 33,5 °C.

Quanto à radiação fotossinteticamente ativa, a vereda apresentou maiores valores em todos os meses de coleta, com média de $789,1 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em relação à borda de mata de galeria ($70,7 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

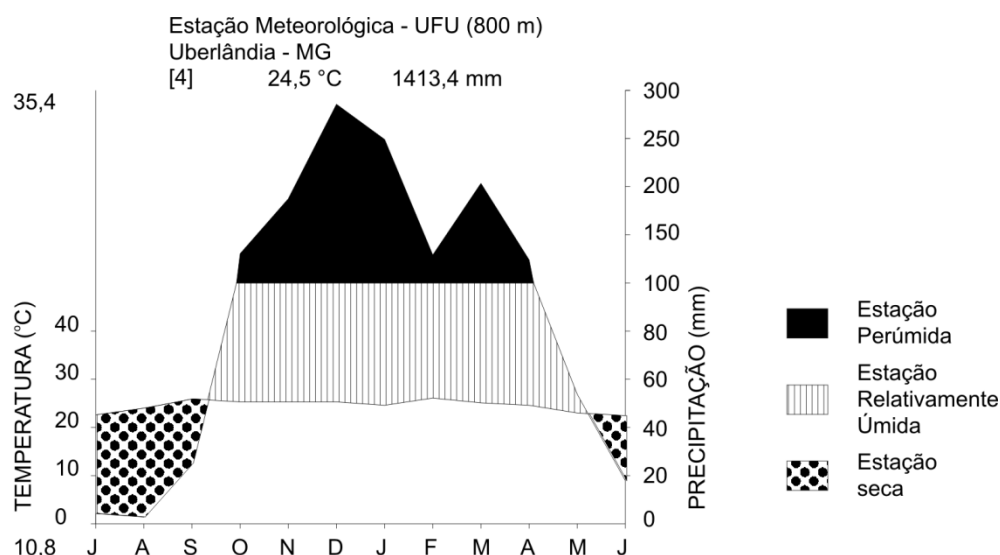


Figura 1. Diagrama climatológico da Estação Meteorológica de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, instalada na Universidade Federal de Uberlândia, no período de 2010-2013.

Miconia chamissois

Em geral, as características fotossintéticas dos indivíduos de *Miconia chamissois* ocorrentes em vereda, ambiente com maior intensidade de luz e temperatura, apresentaram maiores valores quando comparados aos de borda de mata de galeria (Figuras 2-12). Em ambos os ambientes, a tendência do curso diário foi de maiores valores nos primeiros horários e pico ao meio dia, quando a irradiância é maior, com declínio ao final do dia. Os indivíduos

apresentaram valores similares entre os dois ambientes para a eficiência no uso água, caracterizados por oscilações entre os diferentes horários do dia (Figuras 5, 8 e 11) e valores mais altos do rendimento quântico potencial do fotossistema II em borda de mata de galeria do que em vereda (Figuras 6, 9 e 12).

A sazonalidade nas respostas fotossintéticas dos indivíduos de *Miconia chamissois* foi mais evidenciada na vereda, mostrando maior atividade metabólica durante a estação chuvosa (Figuras 8 e 11). As plantas tiveram baixo rendimento quântico potencial do fotossistema II na seca, principalmente durante a coleta realizada no mês de setembro (Figura 6), sendo observados valores abaixo de 0,75 nas três medidas realizadas ao longo do dia, com queda ao meio dia e recuperação na última medida (Tabela 1). Em borda de mata de galeria a maioria das características não apresentou diferenças entre as estações (Tabela 2). Os resultados mostraram que os indivíduos de *Miconia chamissois*, tanto na estação seca quanto na chuvosa, tiveram melhor desempenho quando localizados na vereda (Tabela 3).

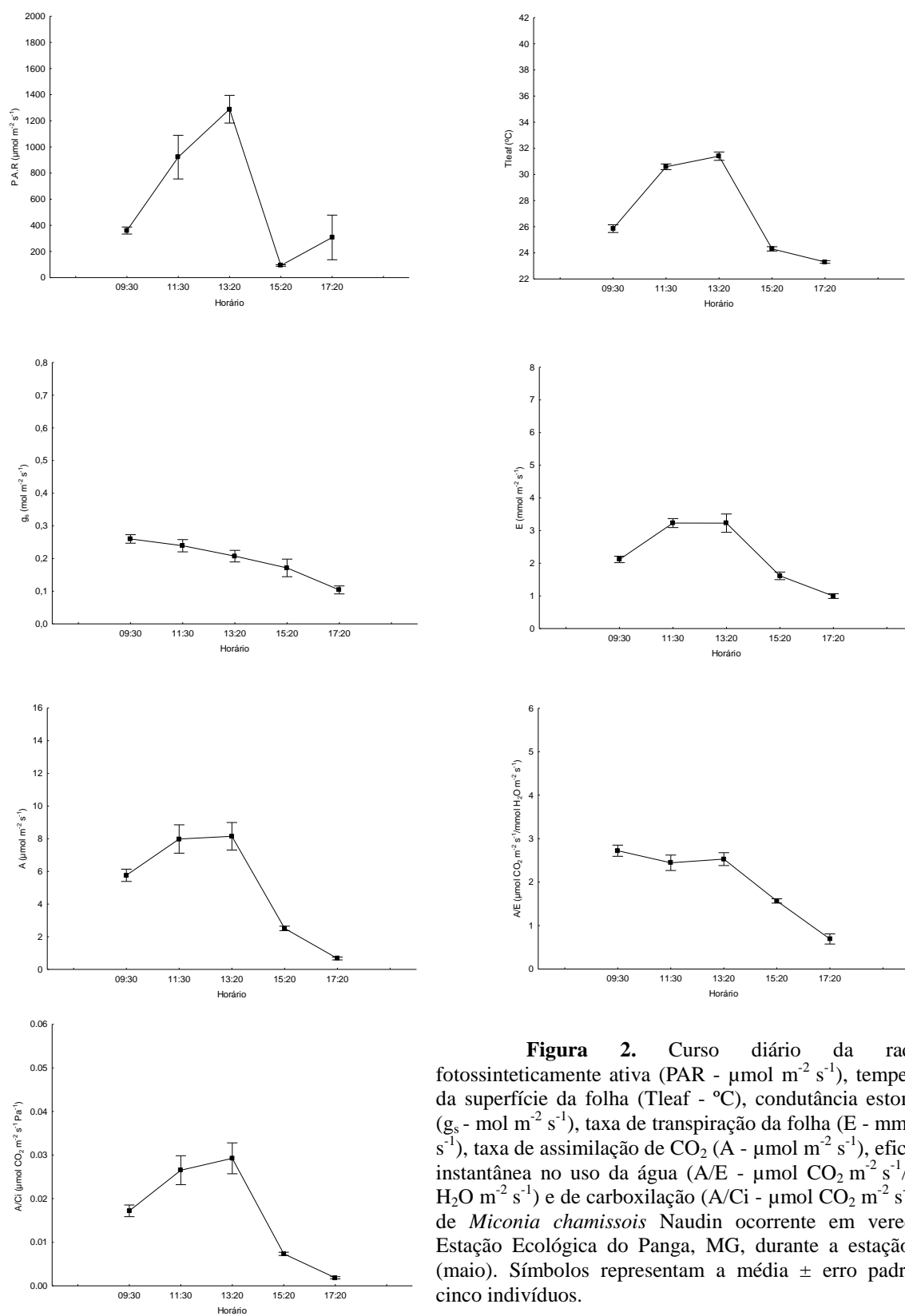


Figura 2. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura da superfície da folha (Tleaf - $^{\circ}\text{C}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração da folha (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO₂ (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (A/E - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e de carboxilação (A/Ci - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$) de *Miconia chamissois* Naudin ocorrente em vereda da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (maio). Símbolos representam a média \pm erro padrão de cinco indivíduos.

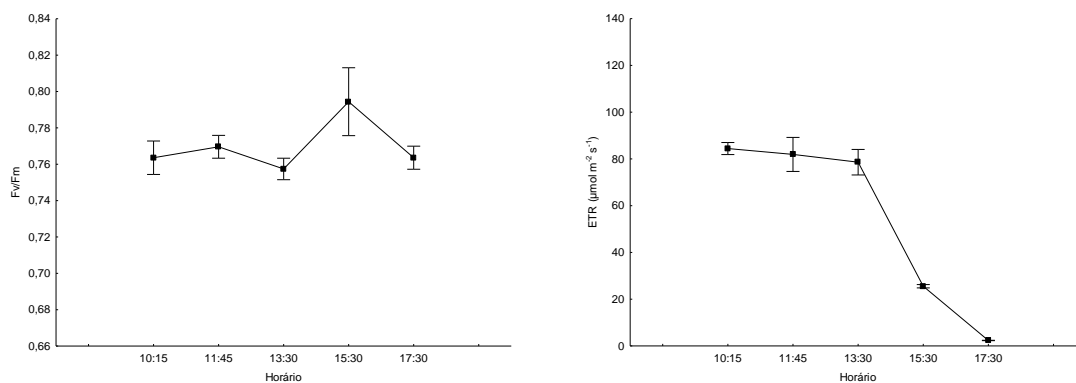


Figura 3. Curso diário do rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia chamissois* Naudin ocorrente em vereda da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (maio). Símbolos representam a média \pm erro padrão de cinco indivíduos.

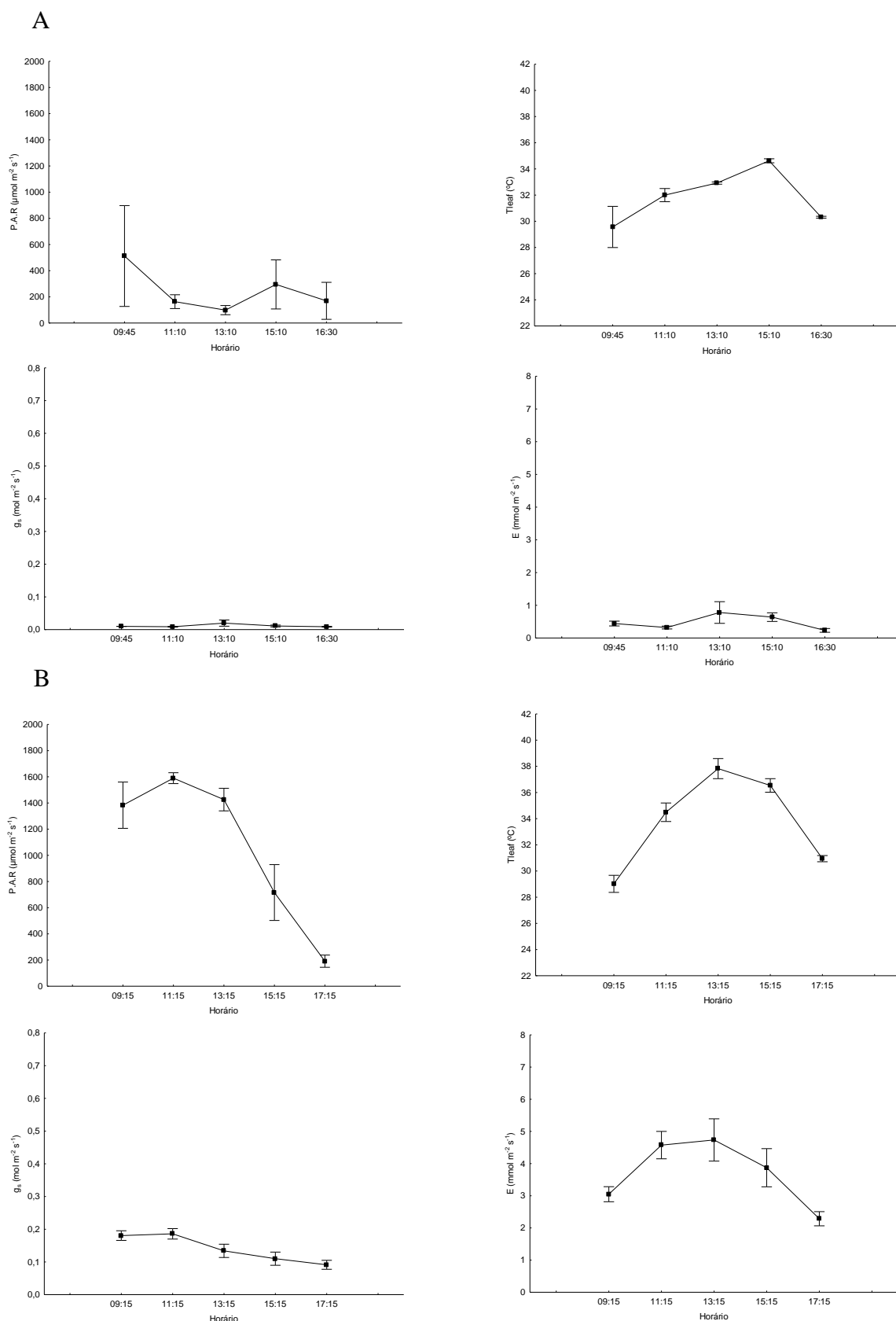


Figura 4. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura da superfície da folha (Tleaf - $^{\circ}\text{C}$), condutância estomática (gs - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa de transpiração da folha (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia chamissois* Naudin ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (setembro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de três indivíduos na borda de mata de galeria e cinco na vereda.

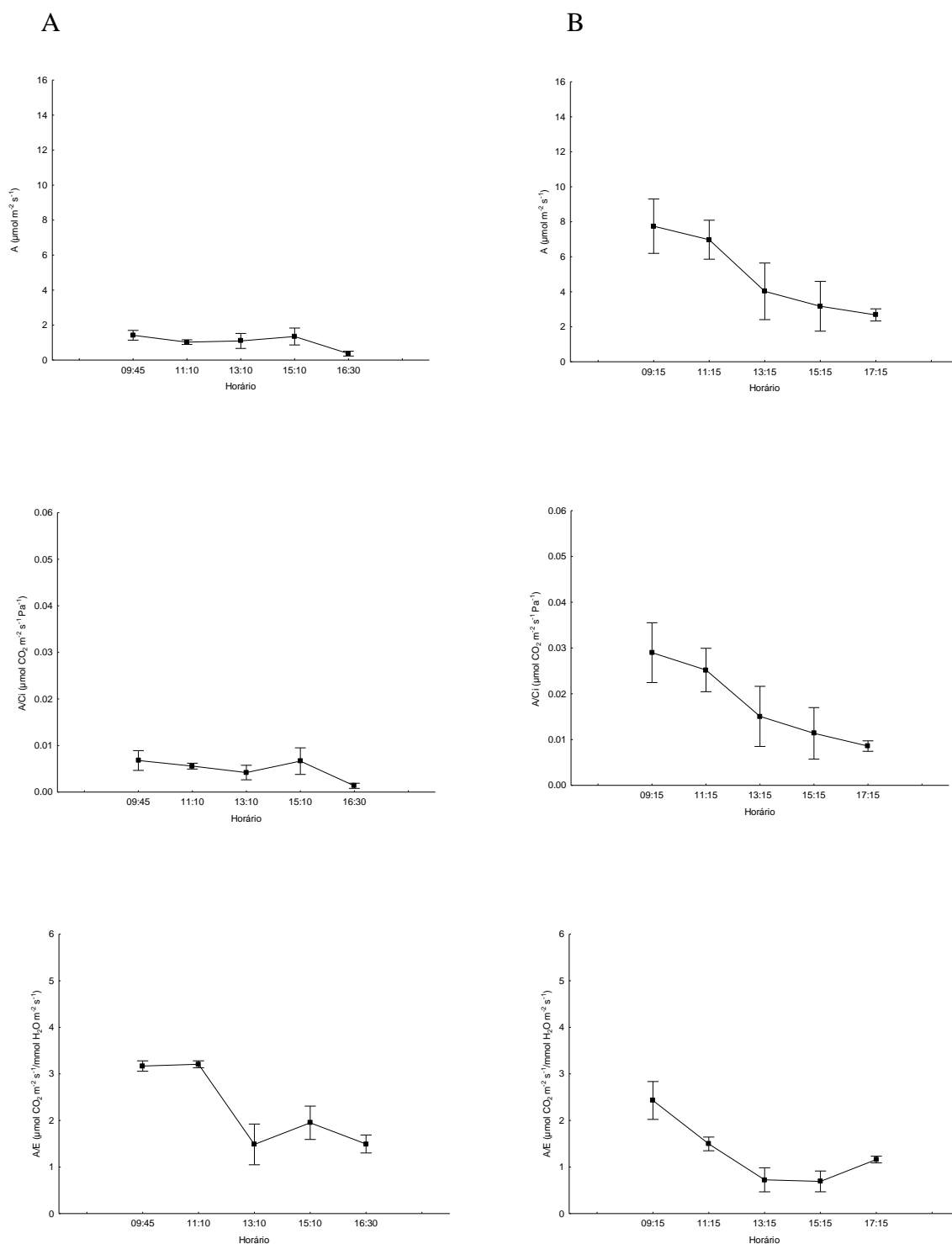


Figura 5. Curso diário da taxa de assimilação de CO₂ (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$) e no uso da água (A/E - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia chamissois* Naudin ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (setembro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de três indivíduos na borda de mata de galeria e cinco na vereda.

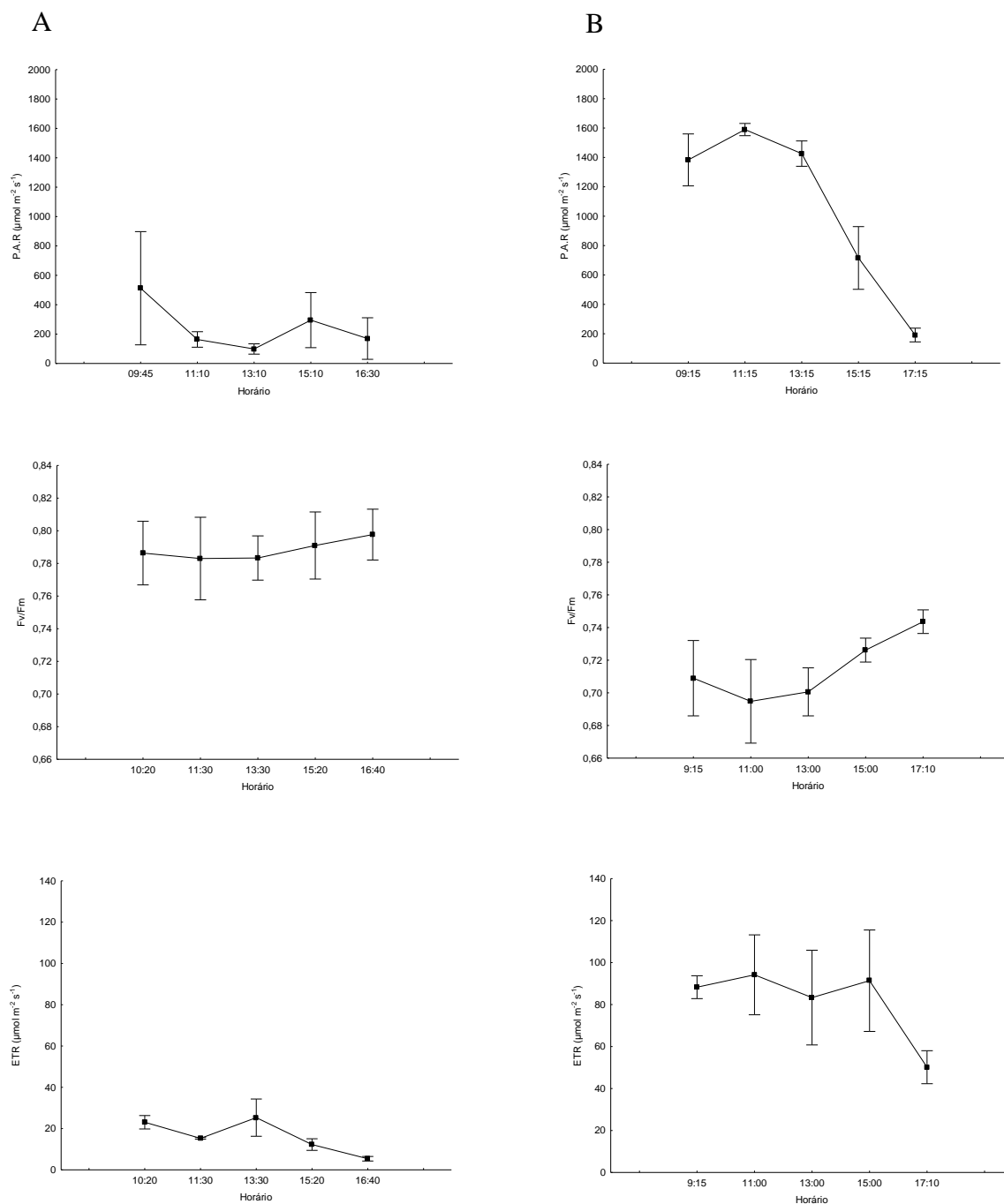


Figura 6. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia chamissois* Naudin ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (setembro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de três indivíduos na borda de mata de galeria e cinco na vereda.

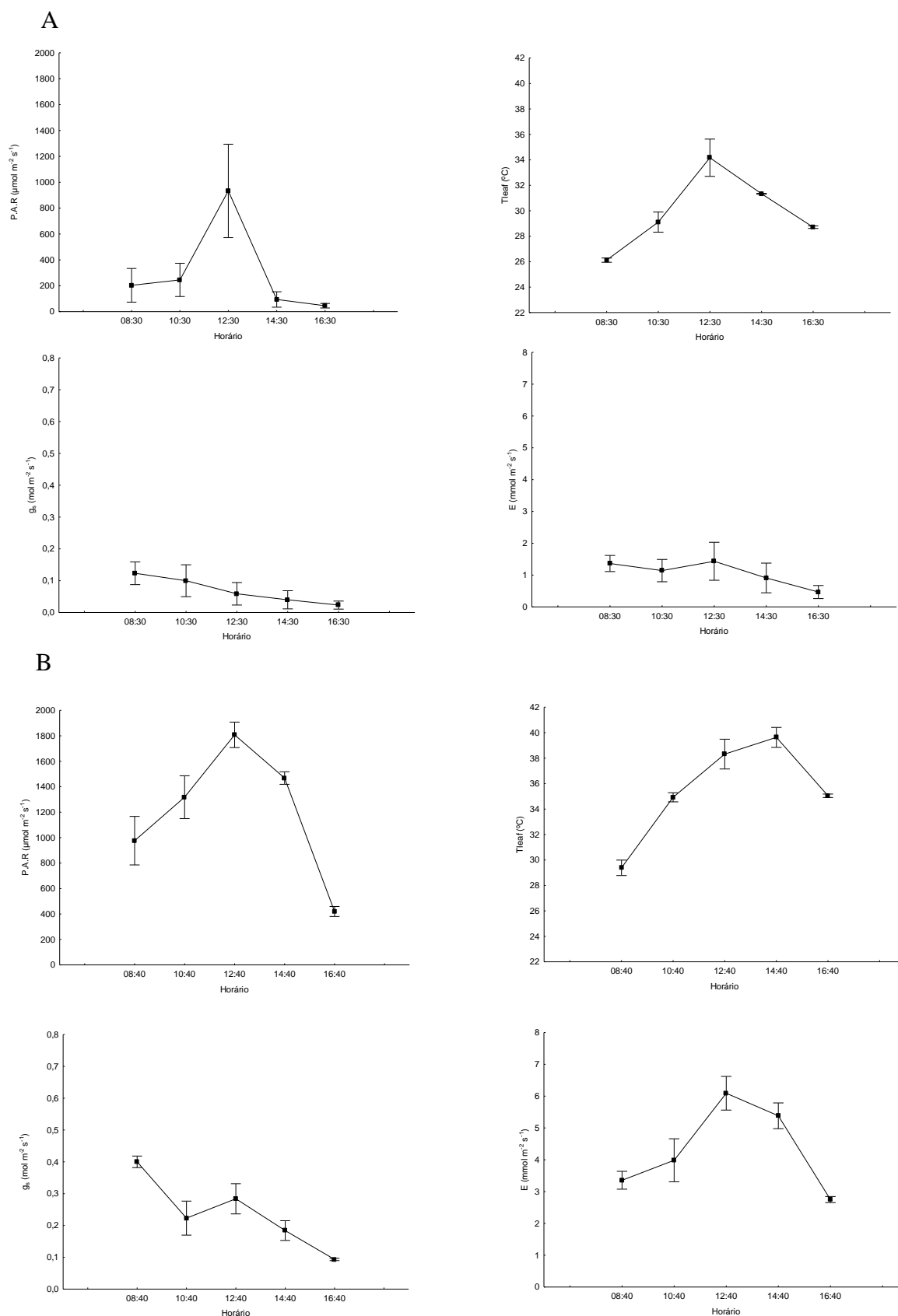


Figura 7. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura da superfície da folha (T_{leaf} - $^{\circ}\text{C}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa de transpiração da folha (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia chamissois* Naudin ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (janeiro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de três indivíduos na borda de mata de galeria e cinco na vereda.

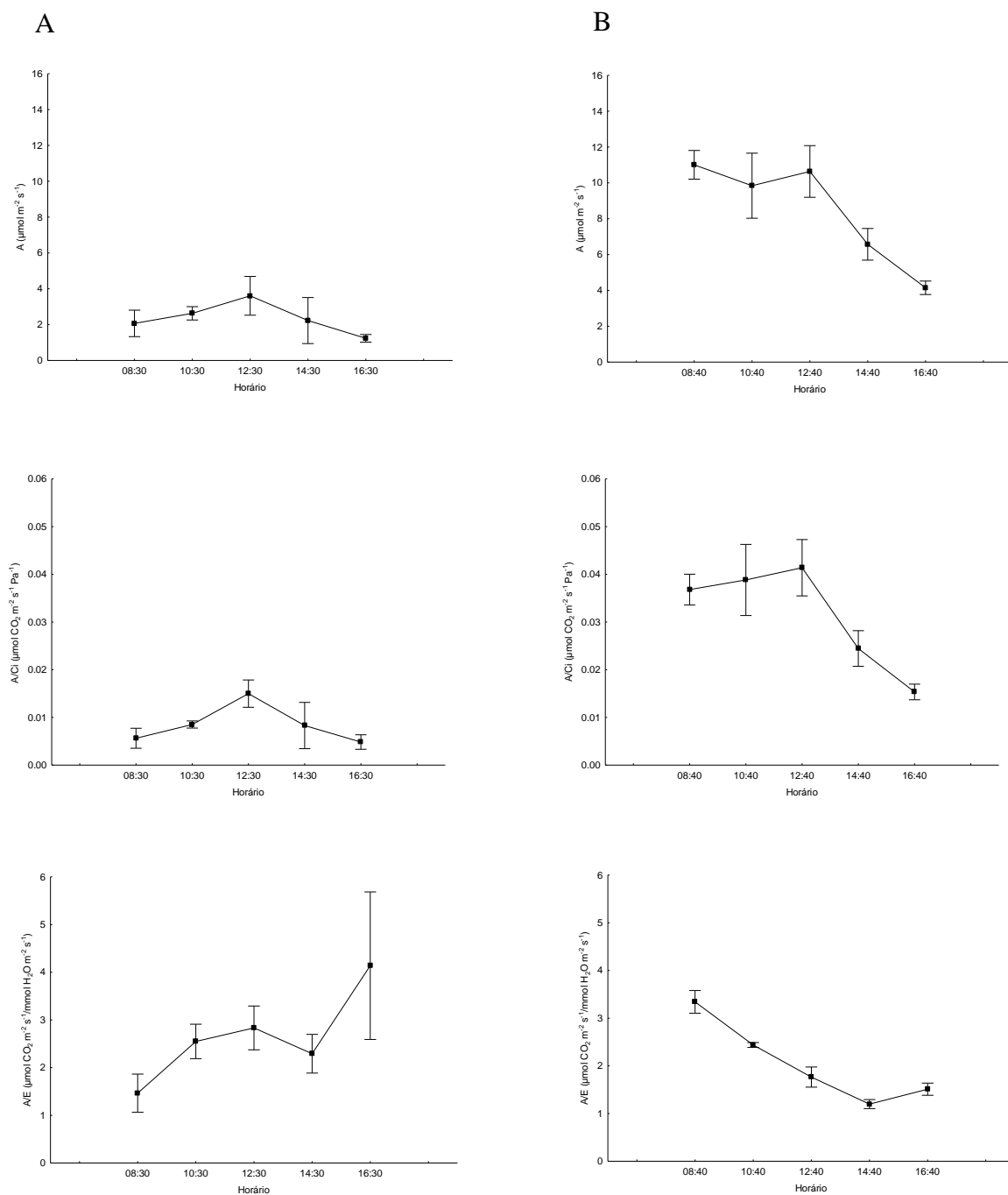


Figura 8. Curso diário da taxa de assimilação de CO_2 (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$) e no uso da água (A/E - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia chamissois* Naudin ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (janeiro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de três indivíduos na borda de mata de galeria e cinco na vereda.

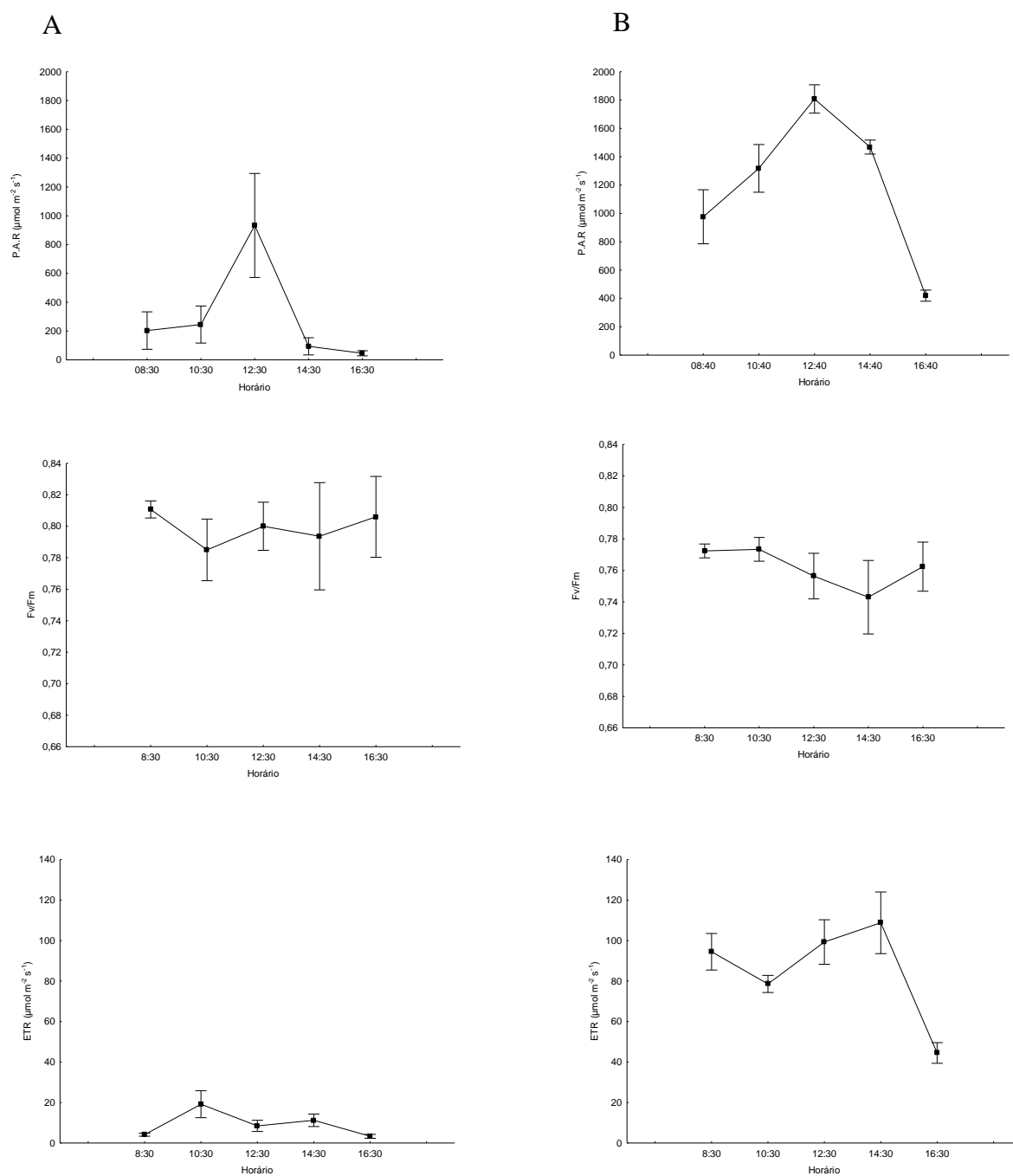


Figura 9. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia chamissois* Naudin ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (janeiro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de três indivíduos na borda de mata de galeria e cinco na vereda.

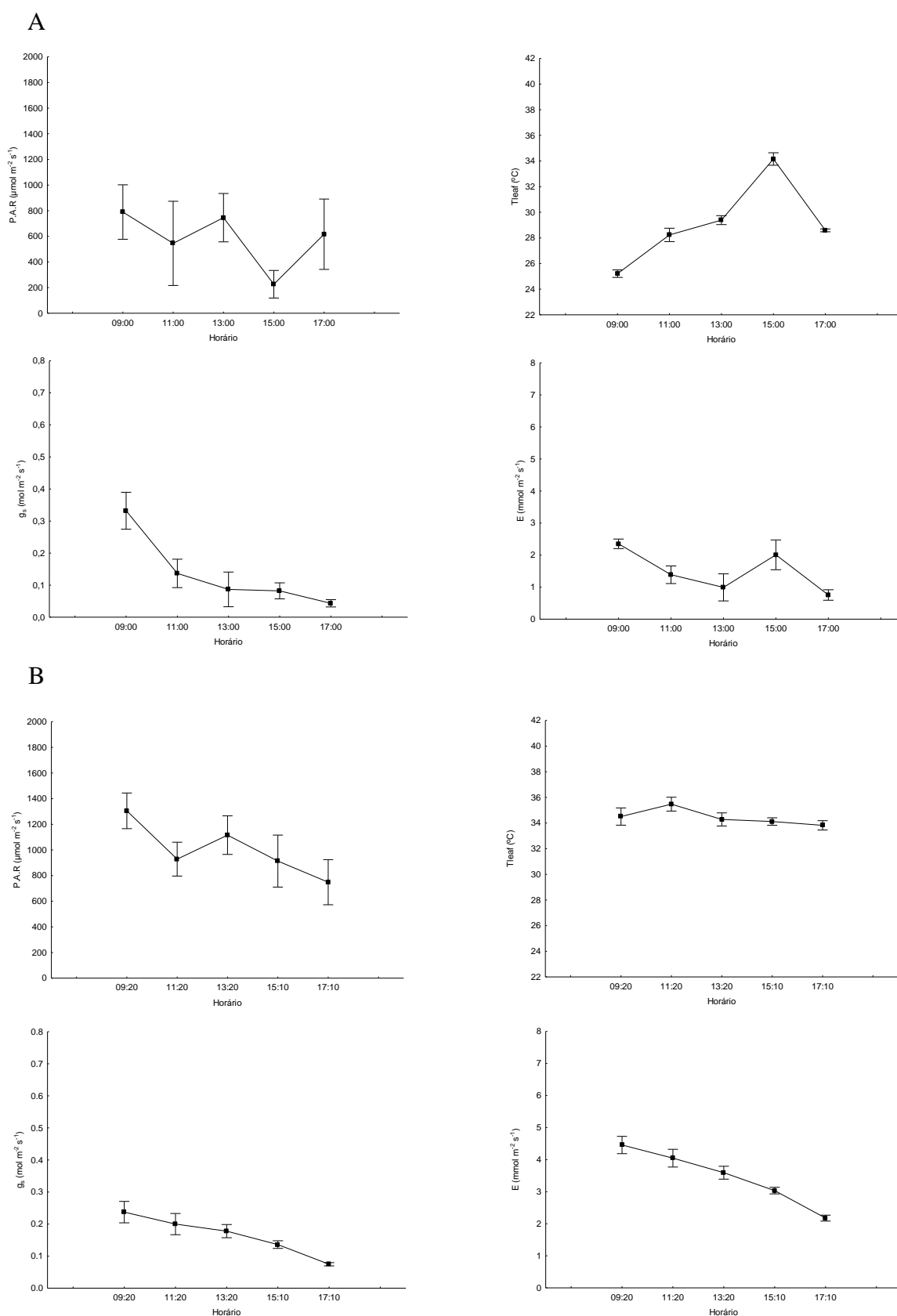


Figura 10. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura da superfície da folha (Tleaf - $^{\circ}\text{C}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa de transpiração da folha (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia chamissois* Naudin ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (março). Símbolos representam a média \pm erro padrão de três indivíduos na borda de mata de galeria e cinco na vereda.

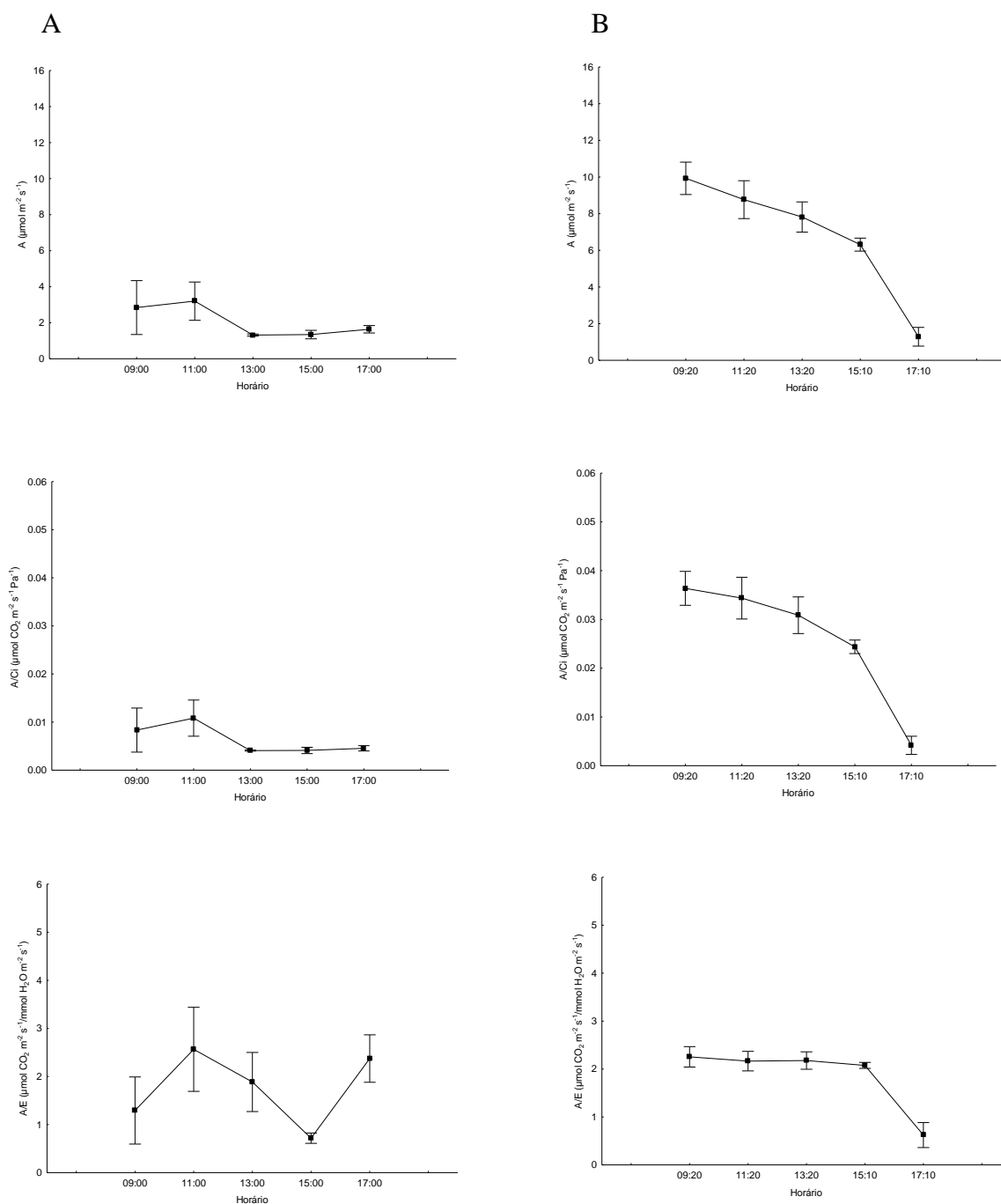


Figura 11. Curso diário da taxa de assimilação de CO₂ (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$) e no uso da água (A/E - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia chamissois* Naudin ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (março). Símbolos representam a média \pm erro padrão de três indivíduos na borda de mata de galeria e cinco na vereda.

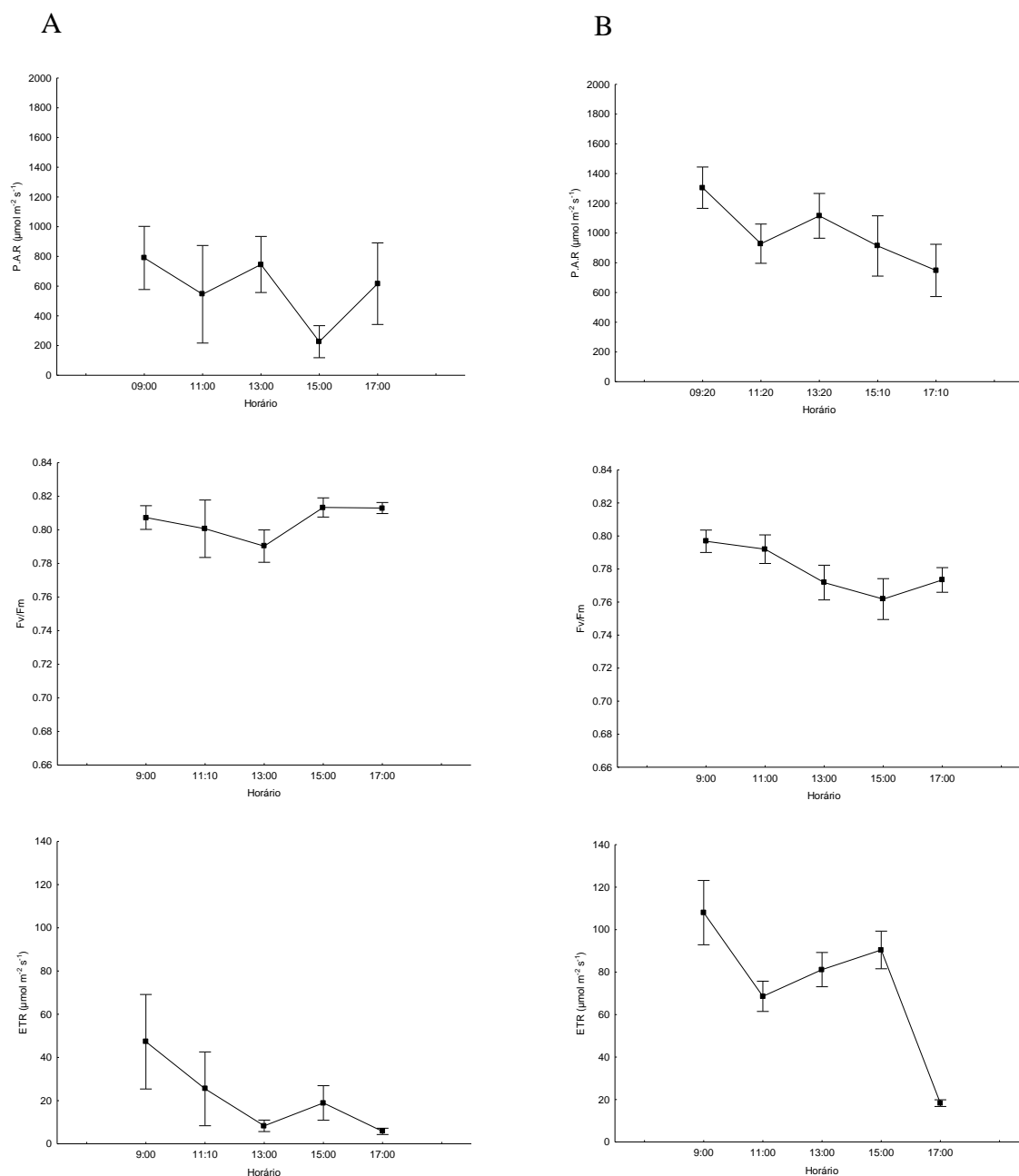


Figura 12. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia chamissois* Naudin ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (março). Símbolos representam a média \pm erro padrão de três indivíduos na borda de mata de galeria e cinco na vereda.

Tabela 1: Taxa de assimilação de CO₂ (A), eficiência de carboxilação (A/Ci), eficiência no uso da água (A/E) e rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) de cinco indivíduos de *Miconia chamissois* Naudin localizados em vereda da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (maio e setembro/2013) e chuvosa (janeiro e março/2014).

Estações ¹	A1	A2	A3	A/Ci1	A/Ci2	A/Ci3	A/E1	A/E2	A/E3	F _v /F _m 1	F _v /F _m 2	F _v /F _m 3
	μmol m ⁻² s ⁻¹			μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹ Pa ⁻¹			μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹ /mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹					
Maio (Seca)	5,76 ± 0,89 b	8,15 ± 1,99 ab	0,67 ± 0,21 c	0,0172 ± 0,00 b	0,0292 ± 0,01 ab	0,0018 ± 0,00 c	2,72 ± 0,30 ab	2,52 ± 0,35 a	0,69 ± 0,27 c	0,76 ± 0,02 bc	0,76 ± 0,01 a	0,76 ± 0,01 ab
Setembro (Seca)	7,75 ± 3,65 ab	4,03 ± 3,80 b	2,68 ± 0,82 b	0,0290 ± 0,02 ab	0,0151 ± 0,02 b	0,0086 ± 0,00 b	2,43 ± 0,96 ab	0,73 ± 0,61 c	1,16 ± 0,17 b	0,71 ± 0,05 c	0,70 ± 0,03 b	0,74 ± 0,02 b
Janeiro (Chuvosa)	11,01 ± 1,88 a	10,64 ± 3,39 a	4,00 ± 1,00 a	0,0368 ± 0,01 a	0,0414 ± 0,01 a	0,0153 ± 0,00 a	3,34 ± 0,56 a	1,77 ± 0,50 b	1,51 ± 0,30 a	0,77 ± 0,01 b	0,76 ± 0,03 a	0,76 ± 0,01 ab
Março (Chuvosa)	9,93 ± 2,08 a	7,82 ± 1,94 ab	1,29 ± 1,20 bc	0,0364 ± 0,01 a	0,0309 ± 0,01 ab	0,0042 ± 0,00 bc	2,25 ± 0,50 b	2,18 ± 0,43 ab	0,62 ± 0,61 bc	0,80 ± 0,02 a	0,77 ± 0,02 a	0,77 ± 0,02 a

¹: Médias (± desvio padrão) com letras distintas, na coluna, diferem significativamente pelo teste *t* de *Student* a 0,05 de significância. A1, A2 e A3: taxa de assimilação de CO₂ no início, meio e final do dia, respectivamente; A/Ci1, A/Ci2 e A/Ci3: eficiência de carboxilação no início, meio e final do dia, respectivamente; A/E1, A/E2 e A/E3: eficiência no uso da água no início, meio e final do dia, respectivamente; F_v/F_m1, F_v/F_m2 e F_v/F_m3: rendimento quântico potencial do fotossistema II no início, meio e final do dia, respectivamente.

Tabela 2: Taxa de assimilação de CO₂ (A), eficiência de carboxilação (A/Ci), eficiência no uso da água (A/E) e rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) de três indivíduos de *Miconia chamissois* Naudin localizados em borda de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (maio e setembro/2013) e chuvosa (janeiro e março/2014).

Estações ¹	A1	A2	A3	A/Ci1	A/Ci2	A/Ci3	A/E1	A/E2	A/E3	F _v /F _m 1	F _v /F _m 2	F _v /F _m 3
	μmol m ⁻² s ⁻¹			μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹ Pa ⁻¹			μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹ /mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹					
Setembro (Seca)	1,42 ± 0,51 a	1,10 ± 0,78 a	0,37 ± 0,25 b	0,0068 ± 0,00 a	0,0042 ± 0,00 b	0,0013 ± 0,00 b	3,17 ± 0,20 a	1,49 ± 0,80 a	1,50 ± 0,35 a	0,78 ± 0,03 a	0,78 ± 0,02 a	0,80 ± 0,03 a
Janeiro (Chuvosa)	2,07 ± 1,35 a	3,61 ± 1,97 a	1,24 ± 0,39 a	0,0056 ± 0,00 a	0,0150 ± 0,01 a	0,0048 ± 0,00 ab	1,46 ± 0,73 b	2,83 ± 0,84 a	4,14 ± 2,82 a	0,81 ± 0,01 a	0,80 ± 0,03 a	0,81 ± 0,05 a
Março (Chuvosa)	2,85 ± 2,73 a	1,32 ± 0,10 a	1,64 ± 0,38 a	0,0083 ± 0,01 a	0,0041 ± 0,00 b	0,0045 ± 0,00 a	1,29 ± 1,2 ab	1,89 ± 1,12 a	2,37 ± 0,61 a	0,79 ± 0,02 a	0,79 ± 0,02 a	0,81 ± 0,00 a

¹: Médias (± desvio padrão) com letras distintas, na coluna, diferem significativamente pelo teste *t* de *Student* a 0,05 de significância. A1, A2 e A3: taxa de assimilação de CO₂ no início, meio e final do dia, respectivamente; A/Ci1, A/Ci2 e A/Ci3: eficiência de carboxilação no início, meio e final do dia, respectivamente; A/E1, A/E2 e A/E3: eficiência no uso da água no início, meio e final do dia, respectivamente; F_v/F_m1, F_v/F_m2 e F_v/F_m3: rendimento quântico potencial do fotossistema II no início, meio e final do dia, respectivamente.

Tabela 3: Taxa de assimilação líquida de CO₂ (A) e eficiência no uso da água (A/E) de cinco indivíduos de *Miconia chamissois* Naudin localizados em vereda e três em borda de mata de galeria na Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (maio e setembro/2013) e chuvosa (janeiro e março/2014).

Estações ¹	A1	A2	A3	A/E1	A/E2	A/E3
	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$			$\mu\text{mol CO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$		
Vereda						
Setembro (Seca)	7,75 ± 3,65 a	4,03 ± 3,80 a	2,68 ± 0,82 a	2,43 ± 0,96 a	0,73 ± 0,61 a	1,16 ± 0,17 a
Borda de Mata de galeria						
Setembro (Seca)	1,42 ± 0,51 b	1,10 ± 0,78 a	0,37 ± 0,25 b	3,17 ± 0,20 a	1,49 ± 0,80 a	1,50 ± 0,35 a
Vereda						
Janeiro (Chuvosa)	11,01 ± 1,88 a	10,64 ± 3,39 a	4,00 ± 1,00 a	3,34 ± 0,56 a	1,77 ± 0,50 a	1,51 ± 0,30 a
Borda de Mata de galeria						
Janeiro (Chuvosa)	2,07 ± 1,35 b	3,61 ± 1,97 b	1,24 ± 0,39 b	1,46 ± 0,73 b	2,83 ± 0,84 a	4,14 ± 2,82 a

¹: Médias (± desvio padrão) com letras distintas, na coluna, dentro da mesma estação, diferem significativamente pelo teste *t* de Student a 0,05 de significância. A1, A2 e A3: taxa de assimilação líquida de CO₂ no início, meio e final do dia, respectivamente; A/E1, A/E2 e A/E3: eficiência no uso da água no início, meio e final do dia, respectivamente.

Miconia stenostachya

Da mesma forma que em *Miconia chamissois*, a maioria das características fotossintéticas dos indivíduos de *M. stenostachya* apresentou maiores valores na vereda (Figuras 13-23). Vale ressaltar que o rendimento quântico potencial do fotossistema II, ao contrário das demais características, foi maior em borda de mata de galeria. A tendência no curso diário foi de valores altos nos períodos do dia com maior irradiância, em geral no início e meio do dia, e declínio na última medida, quando a intensidade de luz é menor. Quando comparadas as características fotossintéticas de *M. stenostachya* durante a estação seca e chuvosa, observou-se que na vereda houve predomínio de maiores valores na estação chuvosa (Tabela 4). Em contrapartida, na borda de mata de galeria a maioria das características não apresentou diferenças entre as estações, sendo que a presença de uma película de água na superfície das folhas, devido à maior umidade no ambiente, justifica os menores valores durante a estação chuvosa nas medidas realizadas no início do dia (Tabela 5).

Para a eficiência no uso da água, não houve diferença entre os ambientes nas duas estações; porém, a menor disponibilidade de água na borda da mata de galeria no final do dia foi restritiva na estação seca (Tabela 6). Na estação chuvosa, a limitação quanto à luz no início e final do dia restringiu a taxa de assimilação de CO₂ nesse ambiente.

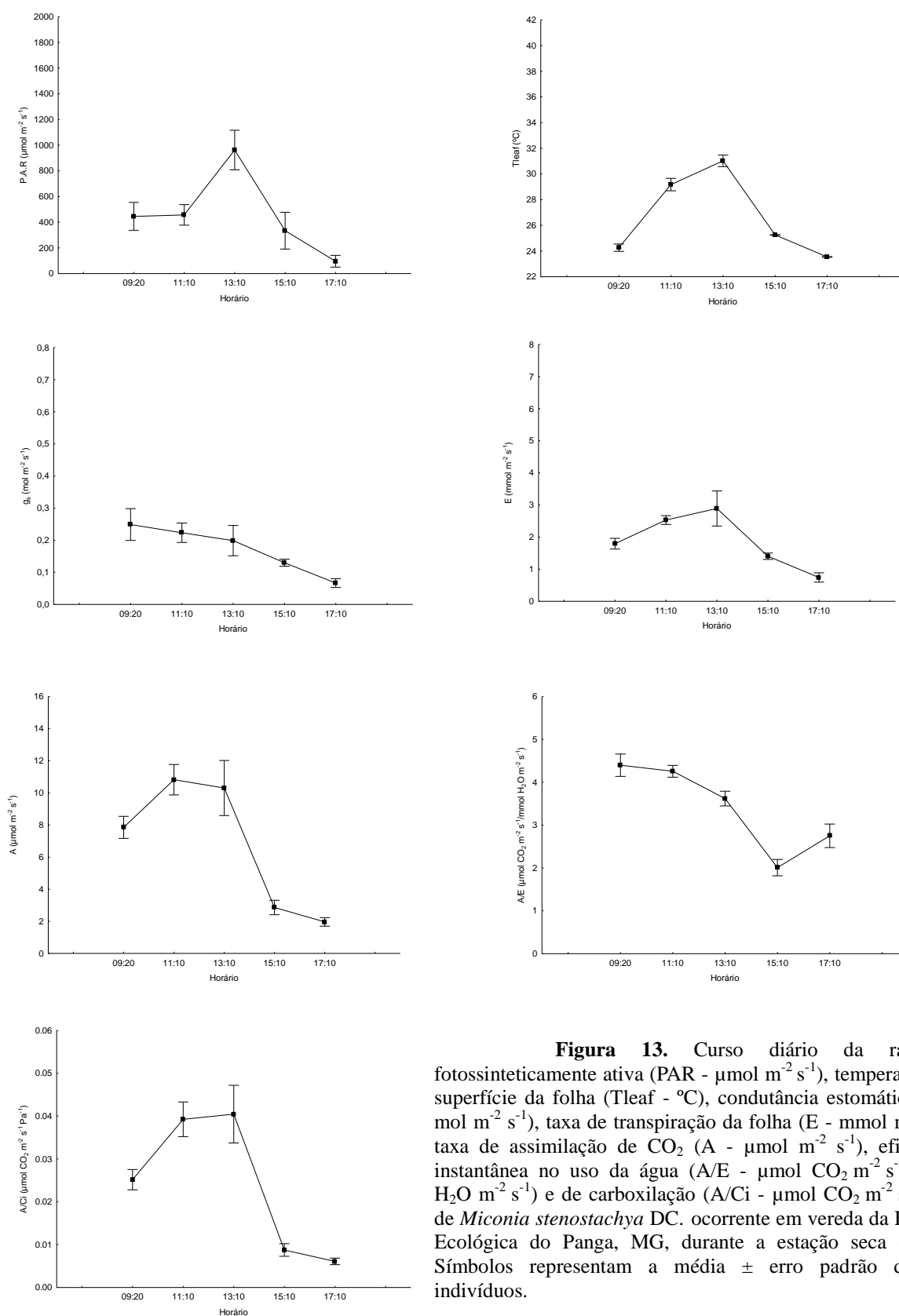


Figura 13. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura da superfície da folha (T_{leaf} - $^{\circ}\text{C}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração da folha (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (A/E - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência de carboxilação (A/C_i - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$) de *Miconia stenostachya* DC. ocorrente em vereda da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (maio). Símbolos representam a média \pm erro padrão de três indivíduos.

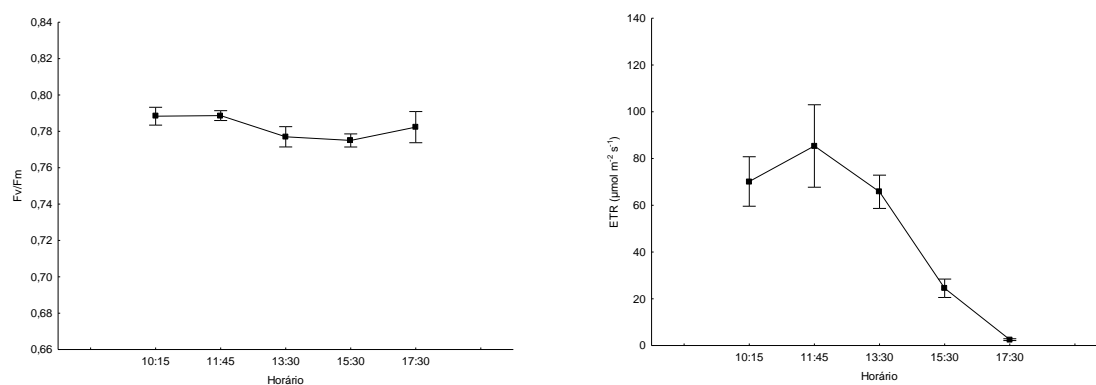


Figura 14. Curso diário do rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia stenostachya* DC. ocorrente em vereda da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (maio). Símbolos representam a média \pm erro padrão de três indivíduos.

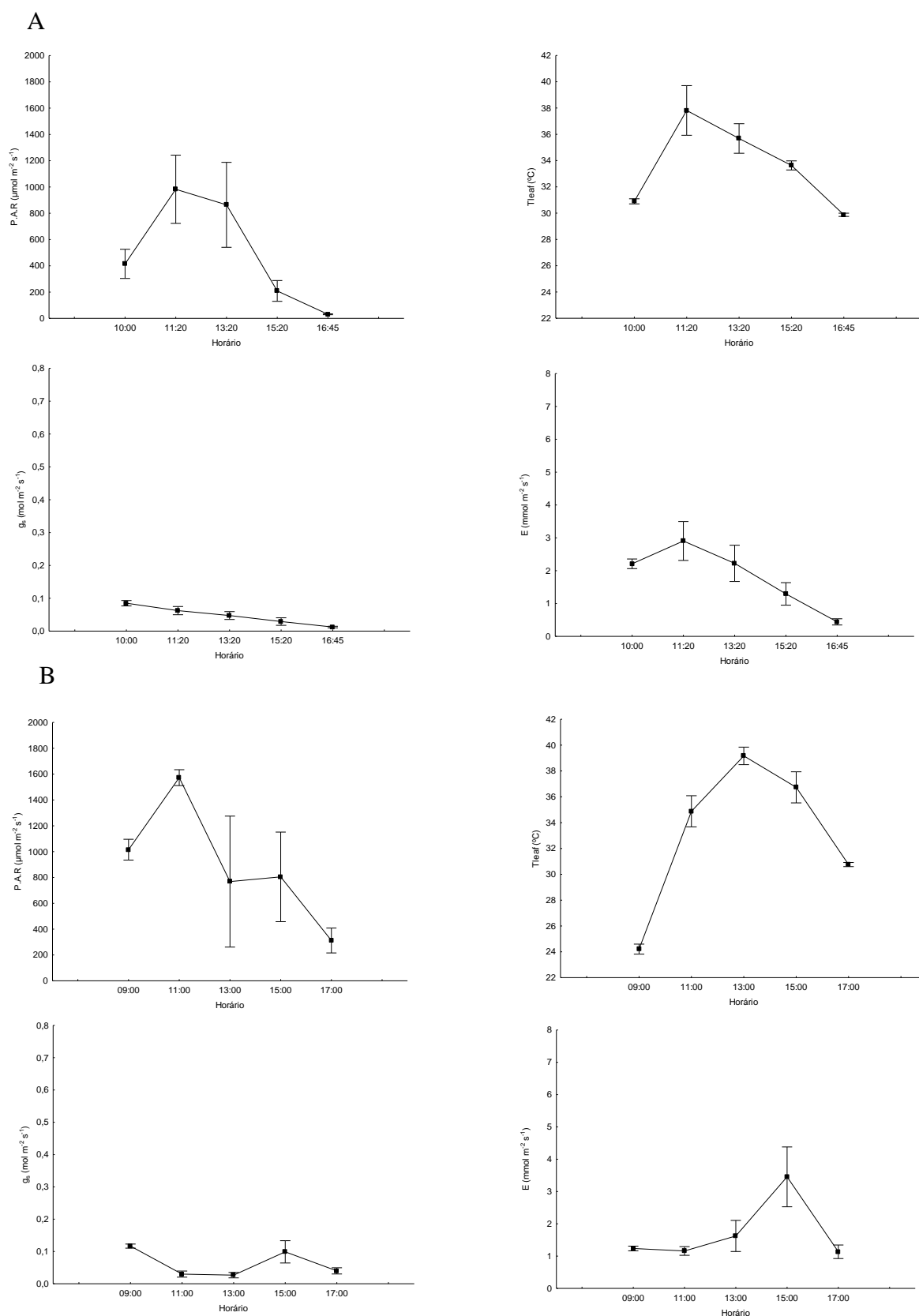


Figura 15. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura da superfície da folha (Tleaf - $^{\circ}\text{C}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa de transpiração da folha (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia stenostachya* DC. ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (setembro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos na borda de mata de galeria e três na vereda.

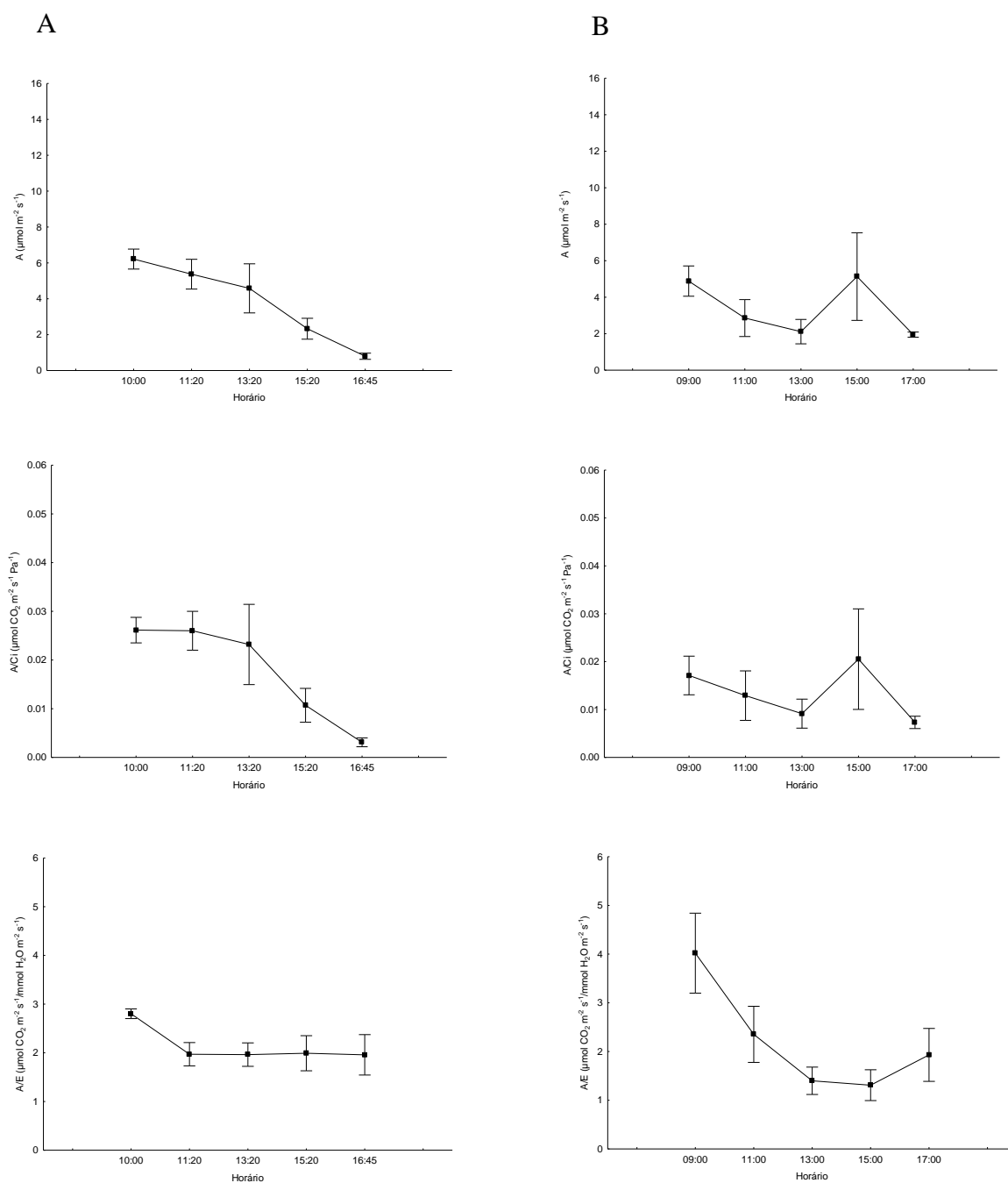


Figura 16. Curso diário da taxa de assimilação de CO_2 (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$) e no uso da água (A/E - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia stenostachya* DC. ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (setembro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos na borda de mata de galeria e três na vereda.

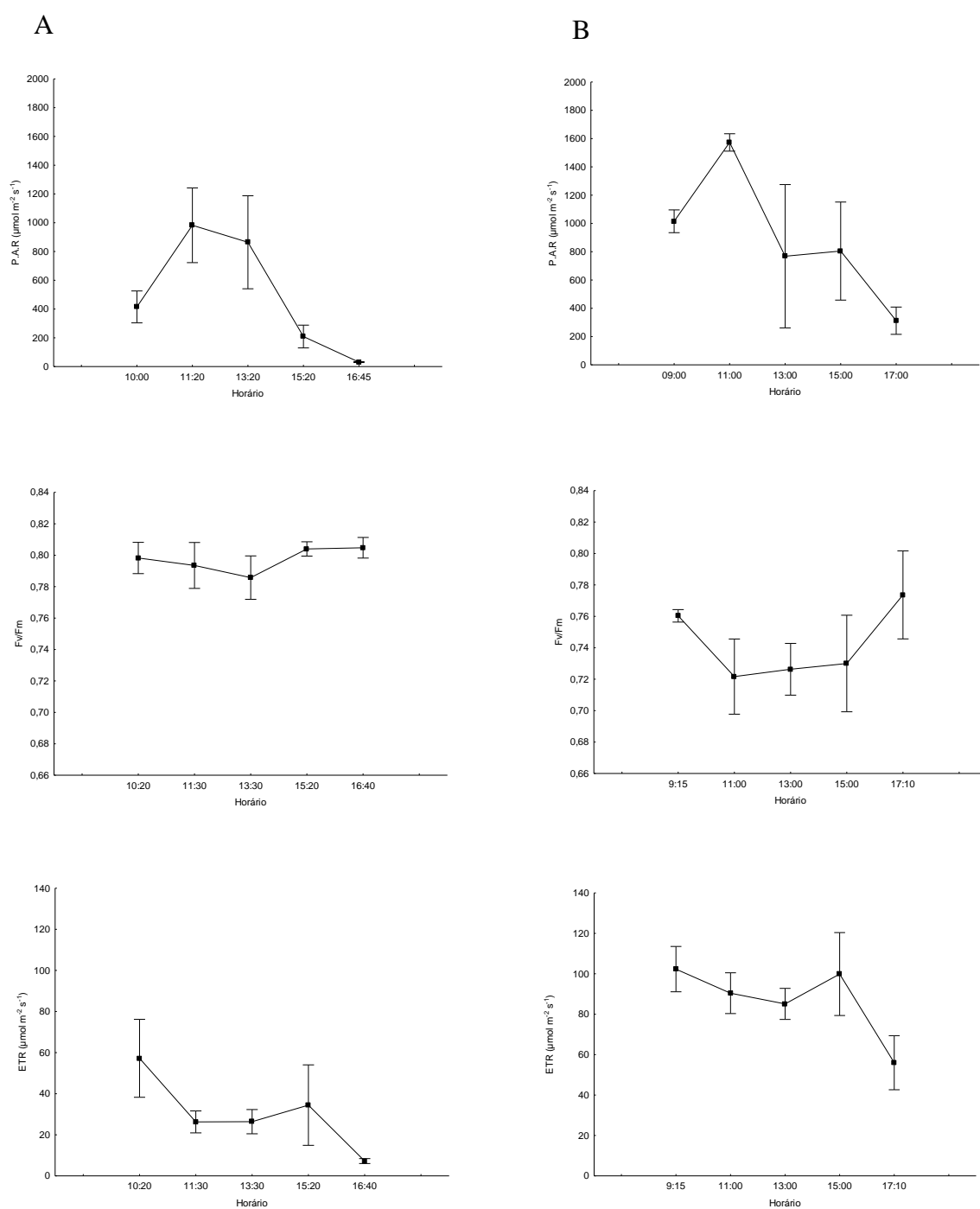


Figura 17. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia stenostachya* DC. ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (setembro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos na borda de mata de galeria e três na vereda.

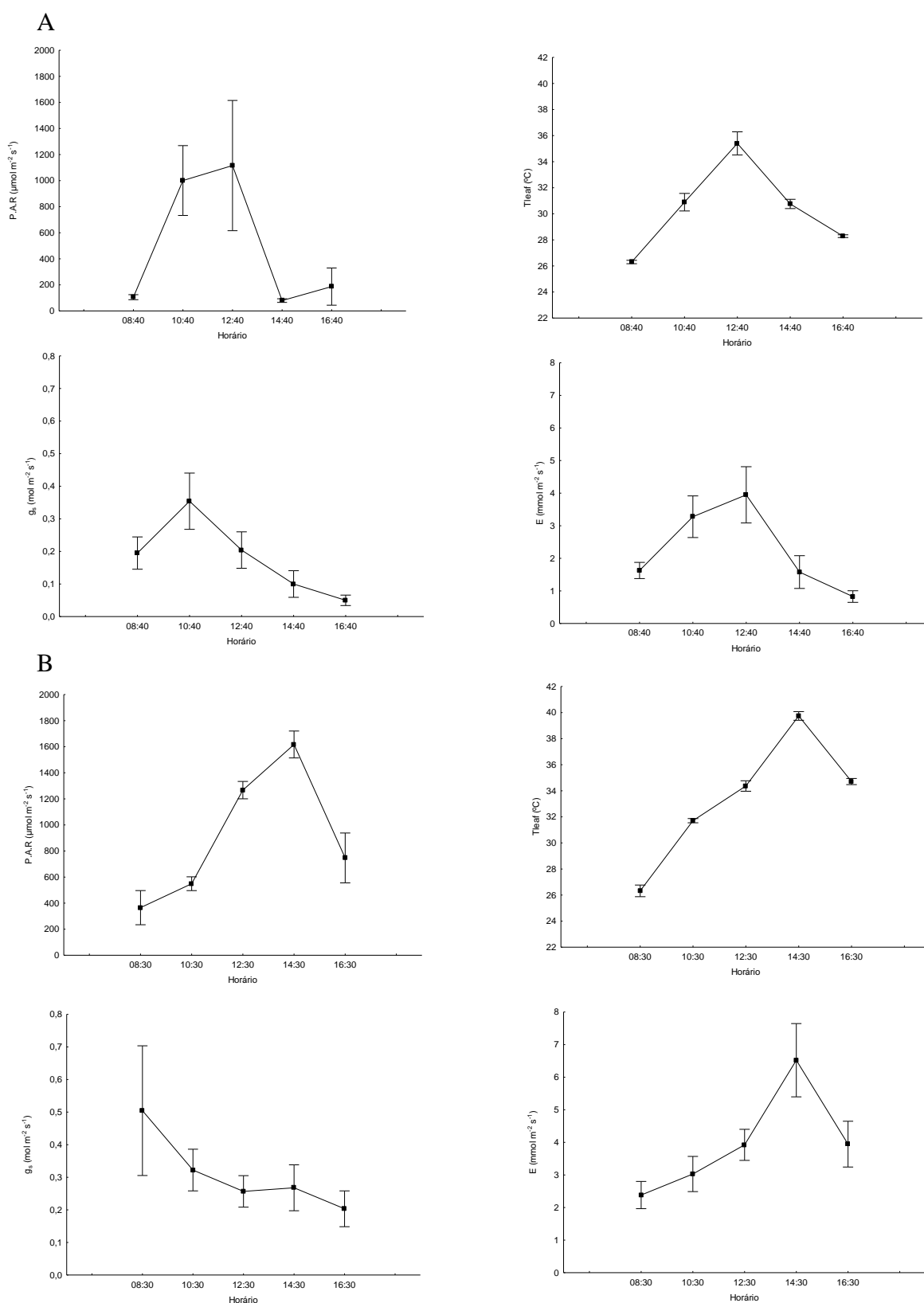


Figura 18. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura da superfície da folha (Tleaf - °C), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa de transpiração da folha (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia stenostachya* DC. ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (janeiro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos na borda de mata de galeria e três na vereda.

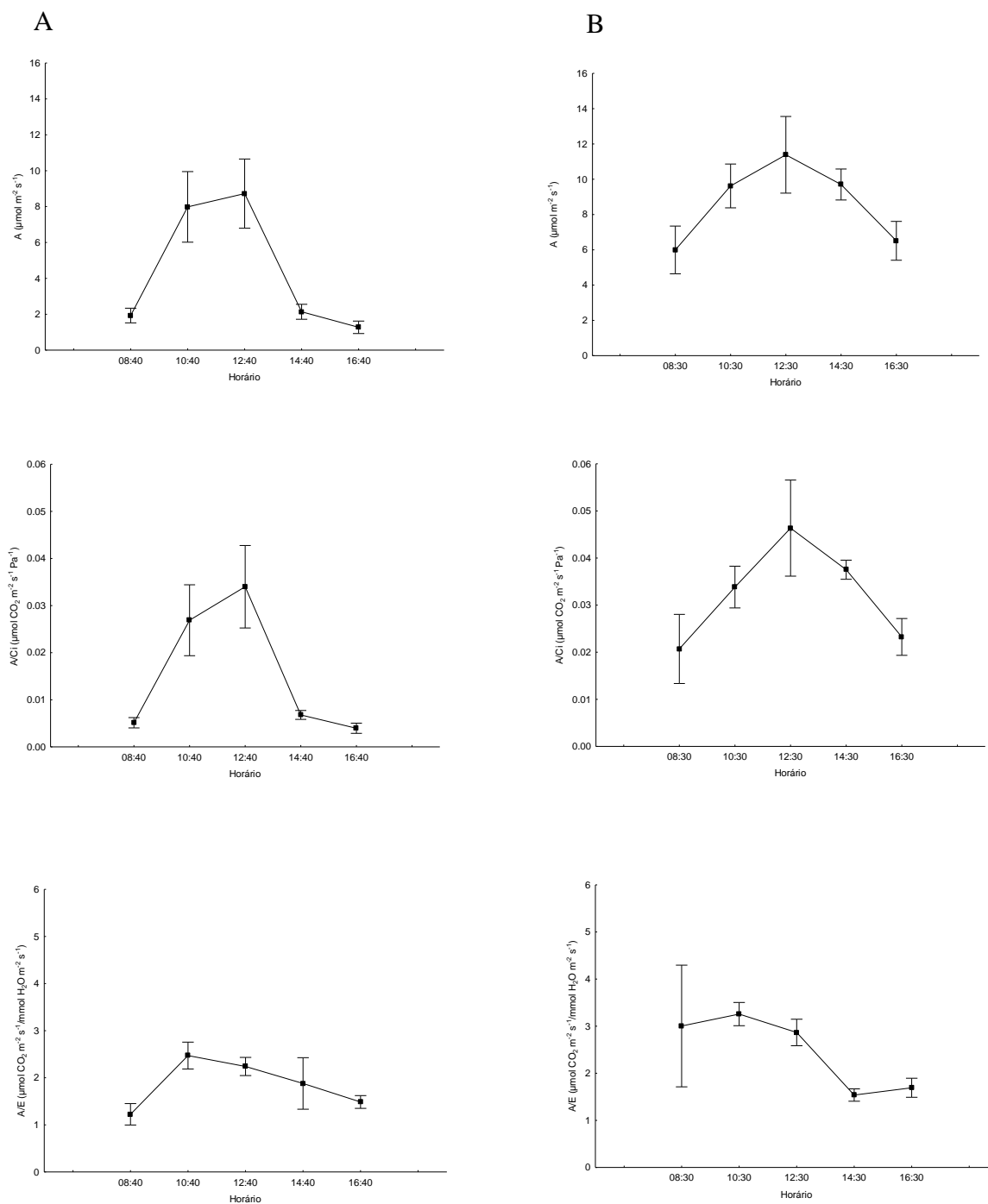


Figura 19. Curso diário da taxa de assimilação de CO₂ (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$) e no uso da água (A/E - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia stenostachya* DC. ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (janeiro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos na borda de mata de galeria e três na vereda.

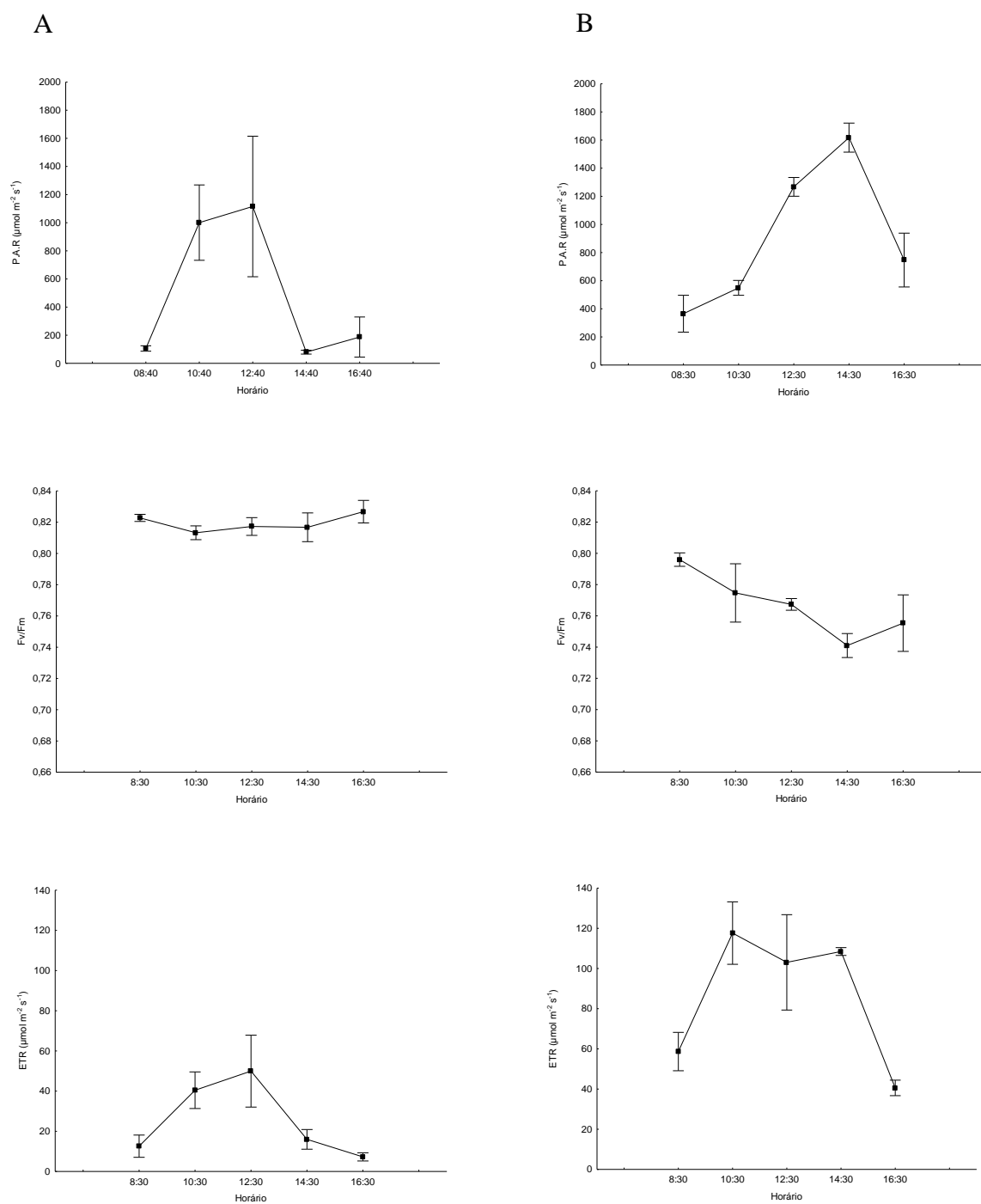


Figura 20. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia stenostachya* DC. ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (janeiro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos na borda de mata de galeria e três na vereda.

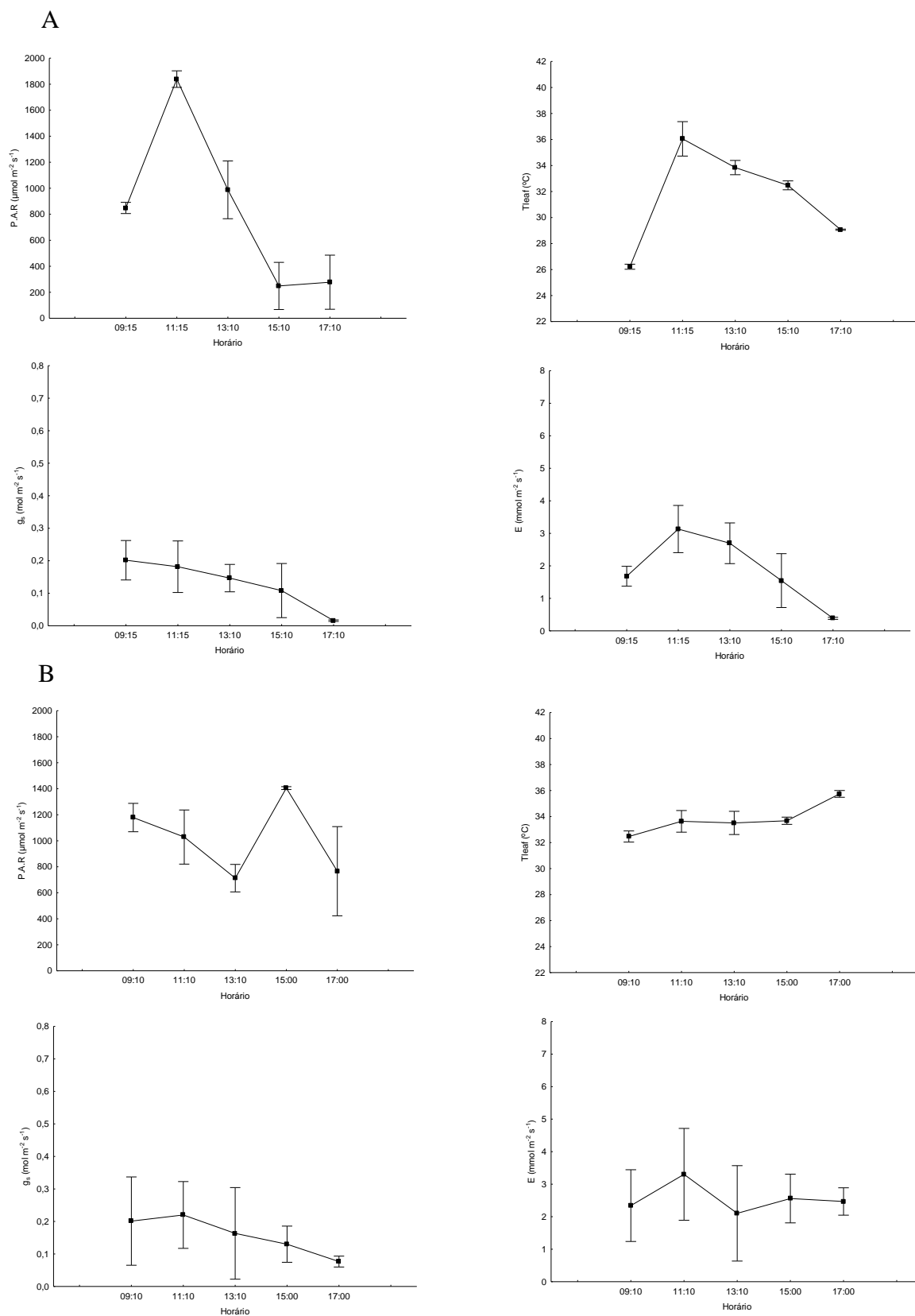


Figura 21. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura da superfície da folha (Tleaf - $^{\circ}\text{C}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa de transpiração da folha (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia stenostachya* DC. ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (março). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos na borda de mata de galeria e três na vereda.

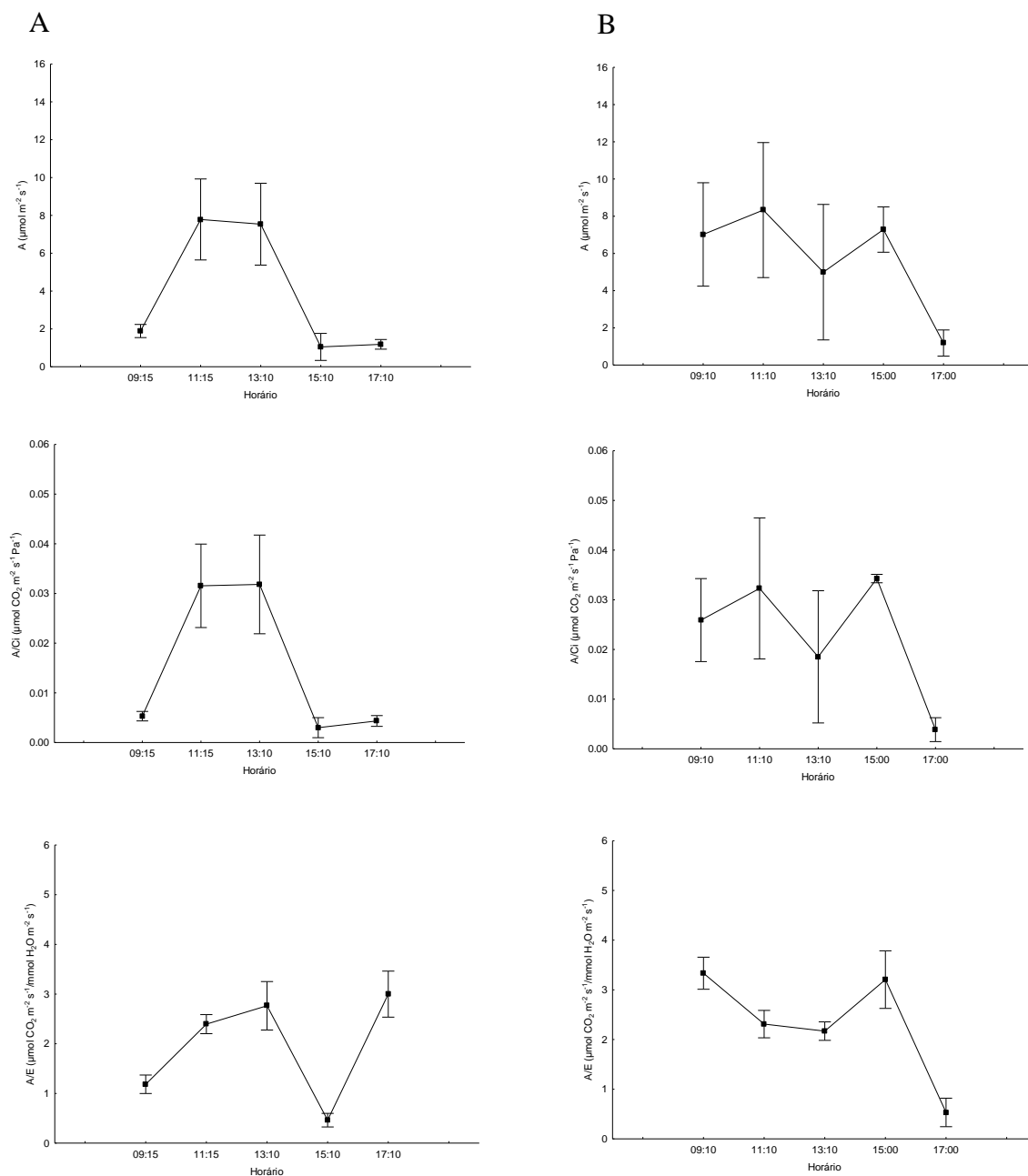


Figura 22. Curso diário da taxa de assimilação de CO₂ (A - μmol m⁻² s⁻¹), eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci - μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ Pa⁻¹) e no uso da água (A/E - μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ / mmol H₂O m⁻² s⁻¹) de *Miconia stenostachya* DC. ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (março). Símbolos representam a média ± erro padrão de quatro indivíduos na borda de mata de galeria e três na vereda.

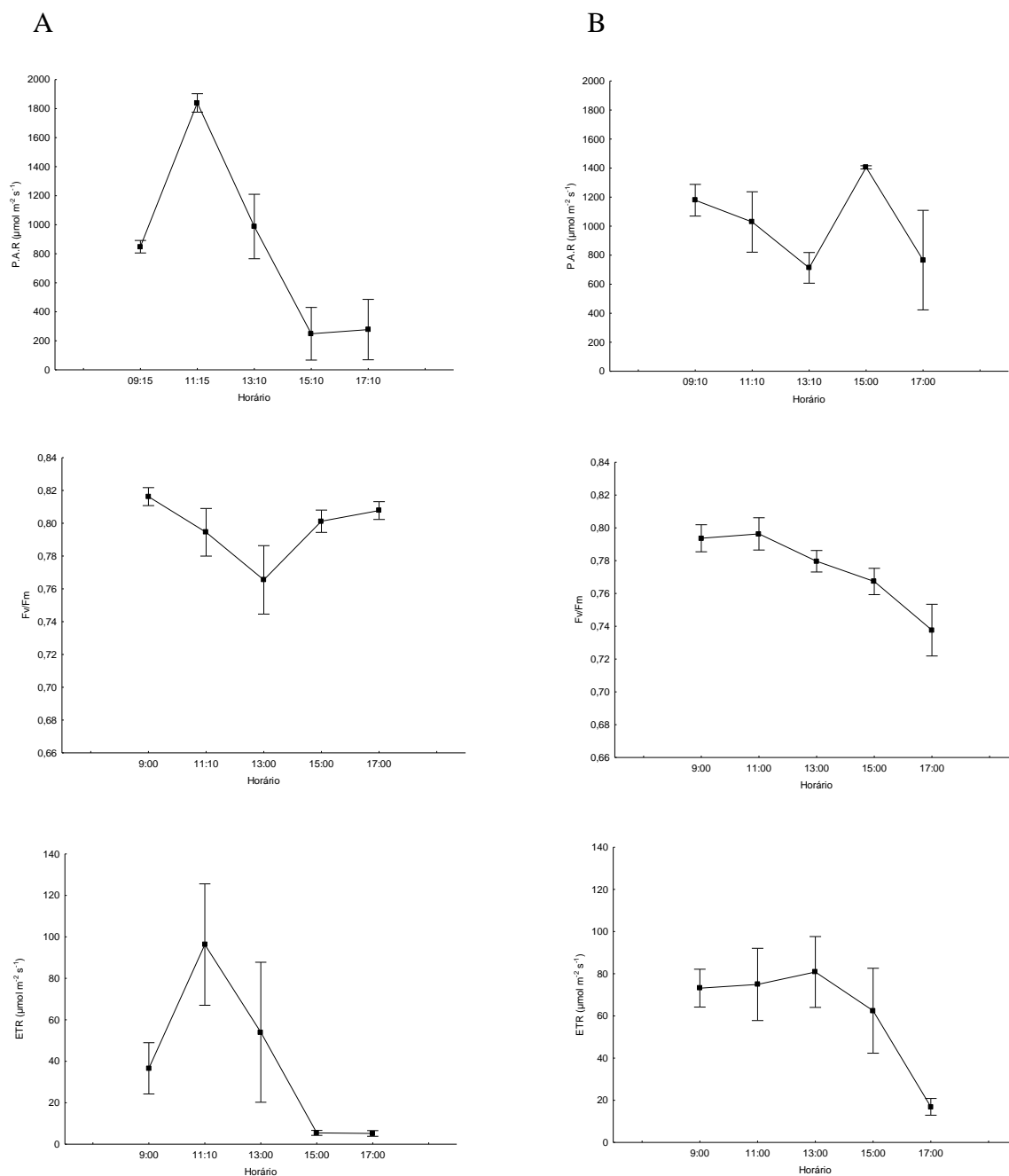


Figura 23. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia stenostachya* DC. ocorrente em borda de mata de galeria (A) e vereda (B) da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (março). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos na borda de mata de galeria e três na vereda.

Tabela 4: Taxa de assimilação de CO₂ (A), eficiência de carboxilação (A/Ci), eficiência no uso da água (A/E) e rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) de três indivíduos de *Miconia stenostachya* DC. localizados em borda de vereda da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (maio e setembro/2013) e chuvosa (janeiro e março/2014).

Estações ¹	A1	A2	A3	A/Ci1	A/Ci2	A/Ci3	A/E1	A/E2	A/E3	F _v /F _m 1	F _v /F _m 2	F _v /F _m 3
	μmol m ⁻² s ⁻¹			μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹ Pa ⁻¹			μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹ /mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹					
Maio (Seca)	7,85 ± 1,25 a	10,31 ± 3,13 a	1,97 ± 0,49 b	0,0252 ± 0,00 a	0,0405 ± 0,01 a	0,0061 ± 0,00 b	4,40 ± 0,48 a	3,62 ± 0,31 a	2,75 ± 0,50 a	0,79 ± 0,01 a	0,78 ± 0,01 a	0,78 ± 0,02 a
Setembro (Seca)	4,88 ± 1,51 b	2,11 ± 1,22 b	1,95 ± 0,26 b	0,0171 ± 0,01 a	0,0092 ± 0,01 b	0,0073 ± 0,00 b	4,02 ± 1,50 a	1,40 ± 0,51 c	1,93 ± 0,99 abc	0,76 ± 0,01 b	0,73 ± 0,03 b	0,77 ± 0,05 ab
Janeiro (Chuvosa)	5,99 ± 2,47 ab	11,33 ± 4,16 a	6,51 ± 2,00 a	0,0207 ± 0,01 a	0,0464 ± 0,02 a	0,0123 ± 0,00 a	3,34 ± 0,56 a	2,87 ± 0,50 ab	1,51 ± 0,30 b	0,77 ± 0,01 a	0,76 ± 0,03 ab	0,76 ± 0,01 ab
Março (Chuvosa)	7,02 ± 5,07 ab	4,99 ± 6,64 ab	1,18 ± 1,28 b	0,0259 ± 0,02 a	0,0185 ± 0,02 ab	0,0039 ± 0,00 b	3,33 ± 0,59 a	2,17 ± 0,34 bc	0,53 ± 0,52 c	0,79 ± 0,02 a	0,78 ± 0,01 a	0,74 ± 0,03 b

¹: Médias (± desvio padrão) com letras distintas, na coluna, diferem significativamente pelo teste *t* de *Student* a 0,05 de significância. A1, A2 e A3: taxa de assimilação de CO₂ no início, meio e final do dia, respectivamente; A/Ci1, A/Ci2 e A/Ci3: eficiência de carboxilação no início, meio e final do dia, respectivamente; A/E1, A/E2 e A/E3: eficiência no uso da água no início, meio e final do dia, respectivamente; F_v/F_m1, F_v/F_m2 e F_v/F_m3: rendimento quântico potencial do fotossistema II no início, meio e final do dia, respectivamente.

Tabela 5: Taxa de assimilação de CO₂ (A), eficiência de carboxilação (A/Ci), eficiência no uso da água (A/E) e rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) de quatro indivíduos de *Miconia stenostachya* DC. localizados em borda de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (setembro/2013) e chuvosa (janeiro e março/2014).

Estações ¹	A1	A2	A3	A/Ci1	A/Ci2	A/Ci3	A/E1	A/E2	A/E3	F _v /F _m 1	F _v /F _m 2	F _v /F _m 3
	μmol m ⁻² s ⁻¹			μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹ Pa ⁻¹			μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹ /mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹					
Setembro (Seca)	6,21 ± 1,17 a	4,58 ± 2,88 a	0,80 ± 0,36 a	0,0262 ± 0,01 a	0,0232 ± 0,02 a	0,0031 ± 0,00 a	2,80 ± 0,21 a	1,96 ± 0,51 a	1,96 ± 0,87 ab	0,80 ± 0,02 a	0,79 ± 0,03 a	0,80 ± 0,01 a
Janeiro (Chuvosa)	1,93 ± 0,86 b	8,72 ± 4,06 a	1,27 ± 0,73 a	0,0051 ± 0,00 b	0,0340 ± 0,02 a	0,0040 ± 0,00 a	1,22 ± 0,48 b	2,24 ± 0,41 a	1,49 ± 0,29 b	0,82 ± 0,00 a	0,82 ± 0,01 a	0,82 ± 0,01 a
Março (Chuvosa)	1,89 ± 0,73 b	7,54 ± 4,55 a	1,19 ± 0,54 a	0,0053 ± 0,00 b	0,0318 ± 0,02 a	0,0043 ± 0,00 a	1,18 ± 0,39 b	2,76 ± 1,03 a	3,00 ± 0,97 a	0,82 ± 0,01 a	0,77 ± 0,04 a	0,80 ± 0,01 a

¹: Médias (± desvio padrão) com letras distintas, na coluna, diferem significativamente pelo teste *t* de *Student* a 0,05 de significância. A1, A2 e A3: taxa de assimilação de CO₂ no início, meio e final do dia, respectivamente; A/Ci1, A/Ci2 e A/Ci3: eficiência de carboxilação no início, meio e final do dia, respectivamente; A/E1, A/E2 e A/E3: eficiência no uso da água no início, meio e final do dia, respectivamente; F_v/F_m1, F_v/F_m2 e F_v/F_m3: rendimento quântico potencial do fotossistema II no início, meio e final do dia, respectivamente.

Tabela 6: Taxa de assimilação líquida de CO₂ (A) e eficiência no uso da água (A/E) de três indivíduos de *Miconia stenostachya* DC. localizados em vereda e quatro em borda de mata de galeria na Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (maio e setembro/2013) e chuvosa (janeiro e março/2014).

Estações ¹	A1	A2	A3	A/E1	A/E2	A/E3
	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$			$\mu\text{mol CO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$		
Vereda Setembro (Seca)	4,88 ± 1,51 a	2,11 ± 1,22 a	1,95 ± 0,26 a	4,02 ± 1,50 a	1,40 ± 0,51 a	1,93 ± 0,99 a
Borda de Mata de galeria Setembro (Seca)	6,21 ± 1,17 a	4,58 ± 2,88 a	0,80 ± 0,36 b	2,80 ± 0,21 a	1,96 ± 0,51 a	1,96 ± 0,87 a
Vereda Janeiro (Chuvosa)	5,99 ± 2,47 a	11,33 ± 4,16 a	6,51 ± 2,00 a	3,34 ± 0,56 a	2,87 ± 0,50 a	1,51 ± 0,30 a
Borda de Mata de galeria Janeiro (Chuvosa)	1,93 ± 0,86 b	8,72 ± 4,06 a	1,27 ± 0,73 b	1,22 ± 0,48 a	2,24 ± 0,41 a	1,49 ± 0,29 a

¹: Médias (± desvio padrão) com letras distintas, na coluna, dentro da mesma estação, diferem significativamente pelo teste *t* de Student a 0,05 de significância. A1, A2 e A3: taxa de assimilação líquida de CO₂ no início, meio e final do dia, respectivamente; A/E1, A/E2 e A/E3: eficiência no uso da água no início, meio e final do dia, respectivamente.

Miconia ibaguensis

Os resultados da atividade fotossintética dos indivíduos de *Miconia ibaguensis*, com ocorrência em borda de mata de galeria, foram similares aos de *M. chamissois* e *M. stenostachya* nesta mesma fitofisionomia (Figuras 24 a 29). Quanto às respostas fotossintéticas desta espécie nas diferentes estações, foi possível observar menores valores durante a estação chuvosa nas medidas realizadas no início do dia (Tabela 7), como visto em *M. stenostachya* nesta mesma fitofisionomia, como consequência da película de água formada sobre as folhas.

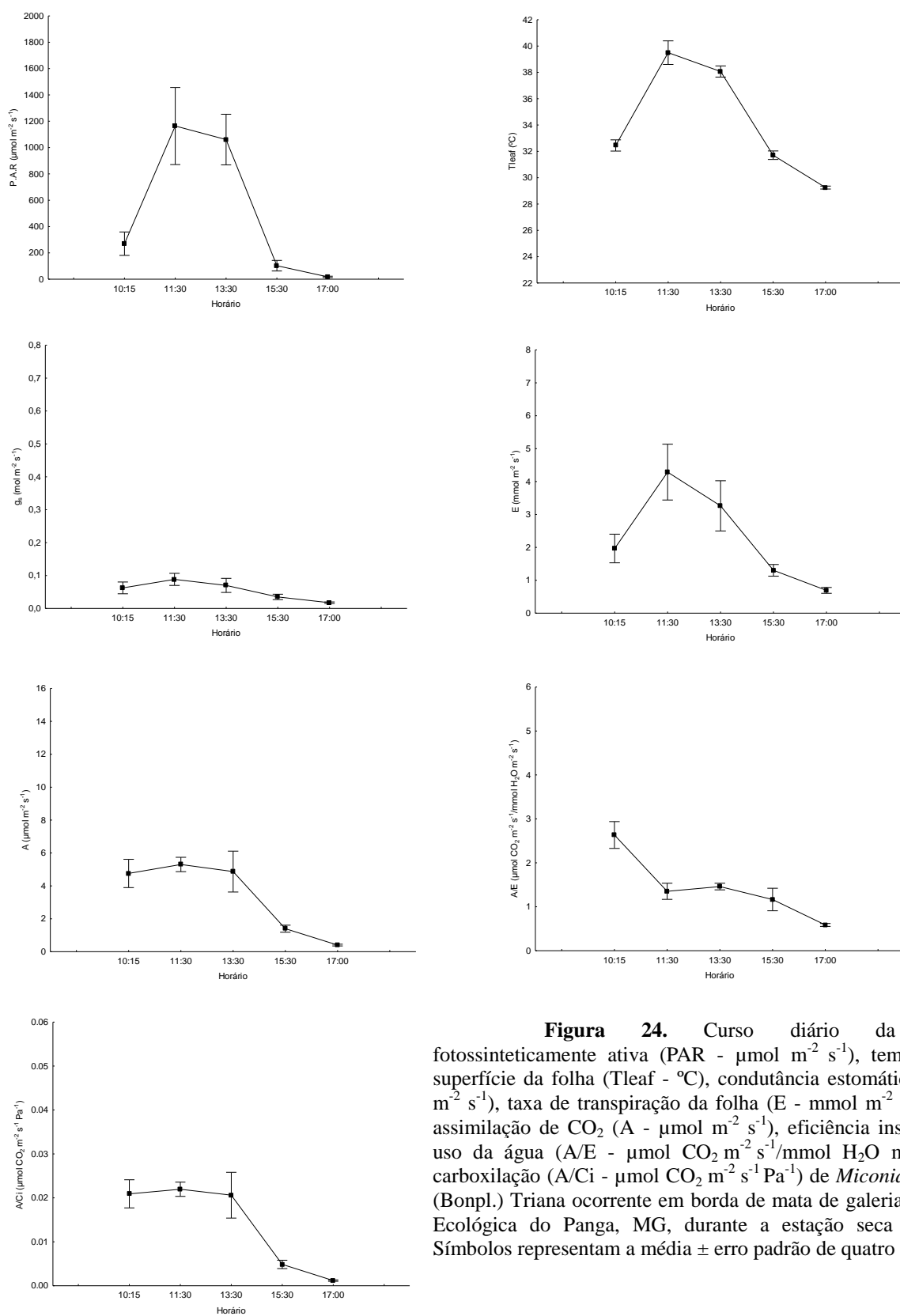


Figura 24. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura da superfície da folha (Tleaf - $^{\circ}\text{C}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração da folha (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (A/E - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e de carboxilação (A/Ci - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$) de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana ocorrente em borda de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (setembro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos.

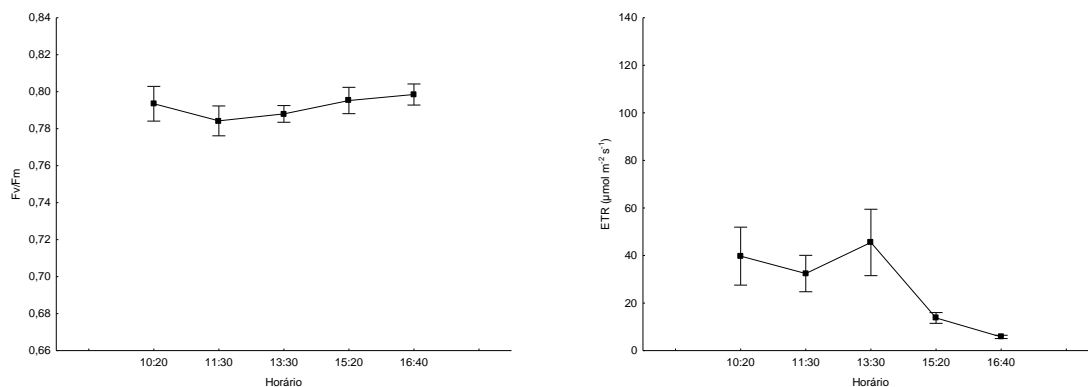


Figura 25. Curso diário do rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana ocorrente em borda de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (setembro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos.

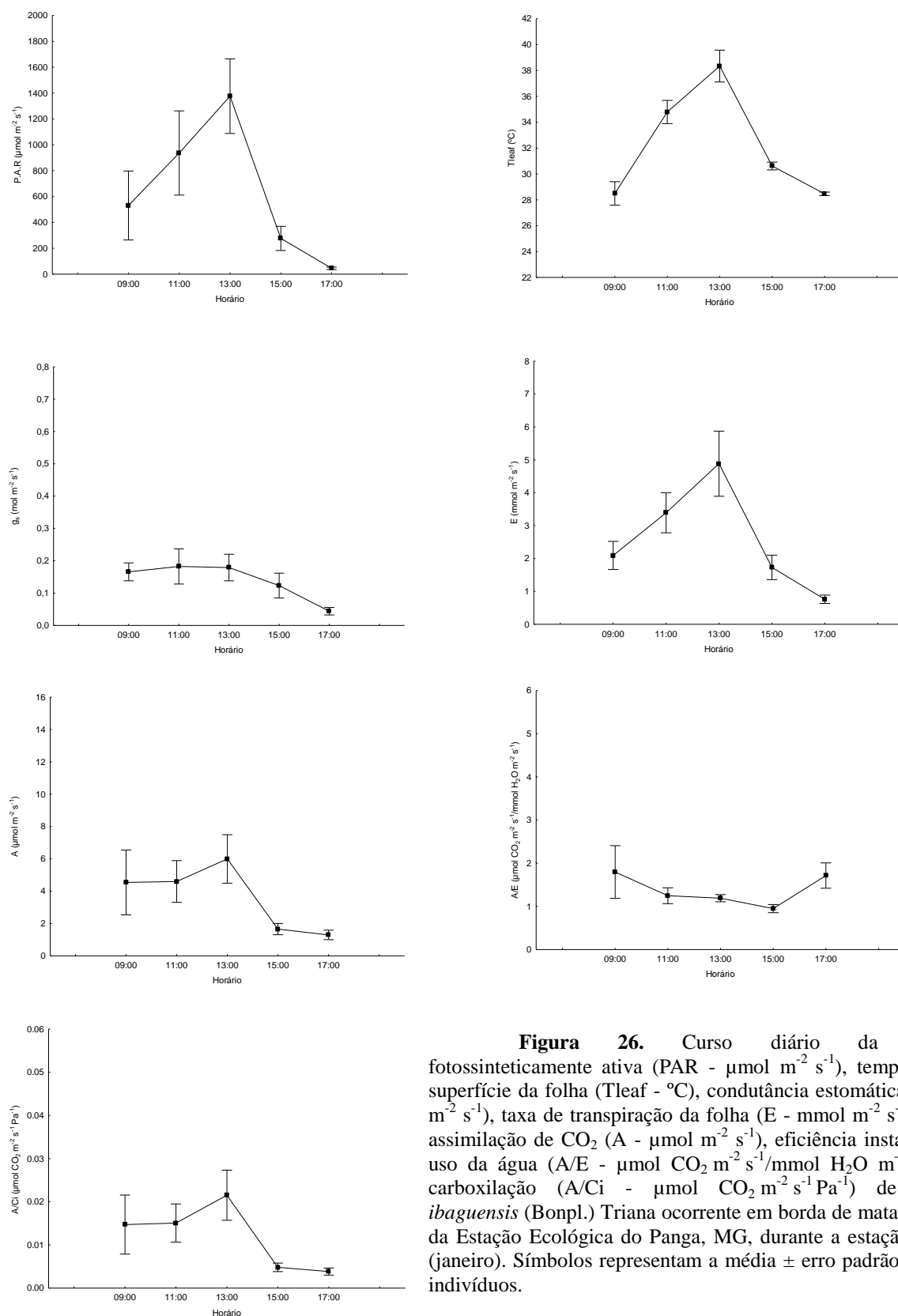


Figura 26. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura da superfície da folha (Tleaf - $^{\circ}\text{C}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração da folha (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (A/E - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e de carboxilação (A/Ci - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$) de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana ocorrente em borda de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (janeiro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos.

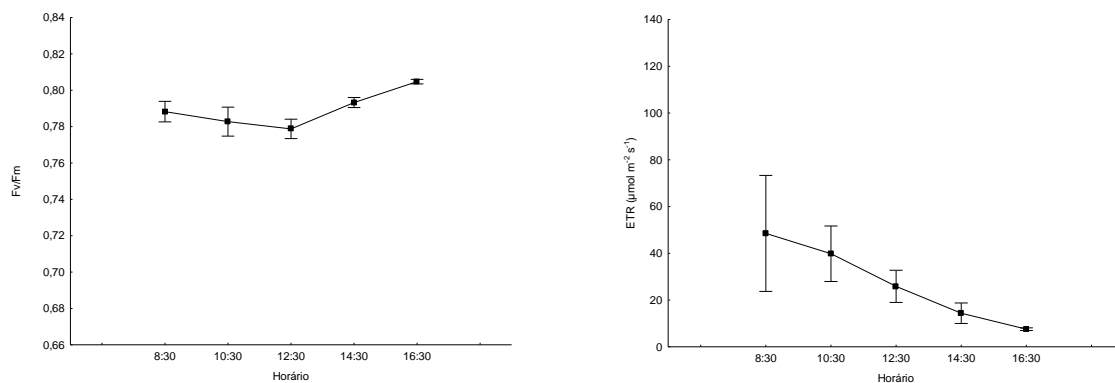


Figura 27. Curso diário do rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana ocorrente em borda de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (janeiro). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos.

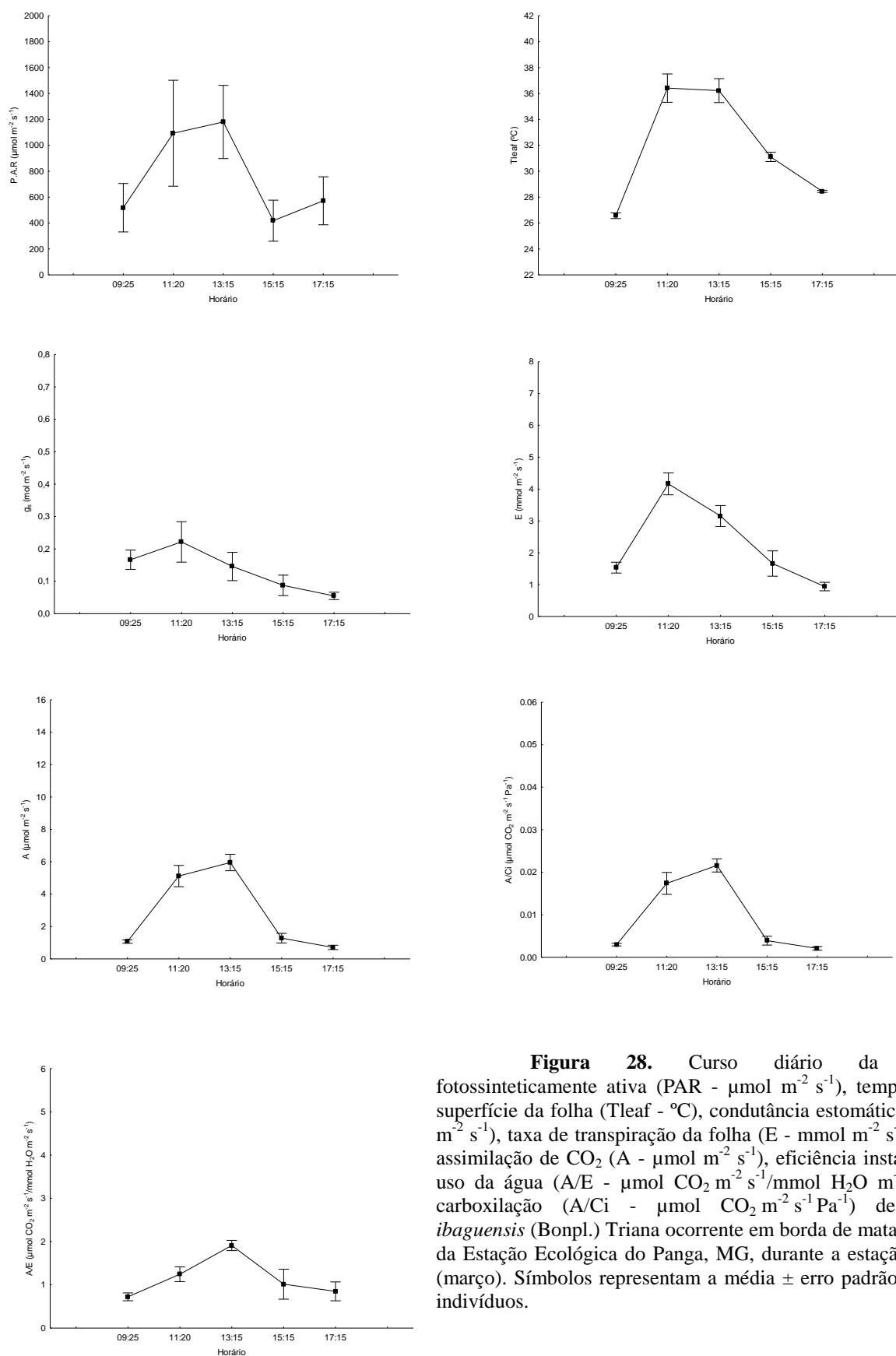


Figura 28. Curso diário da radiação fotossinteticamente ativa (PAR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura da superfície da folha (T_{leaf} - $^{\circ}\text{C}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração da folha (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (A/E - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e de carboxilação (A/C_i - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$) de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana ocorrente em borda de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (março). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos.

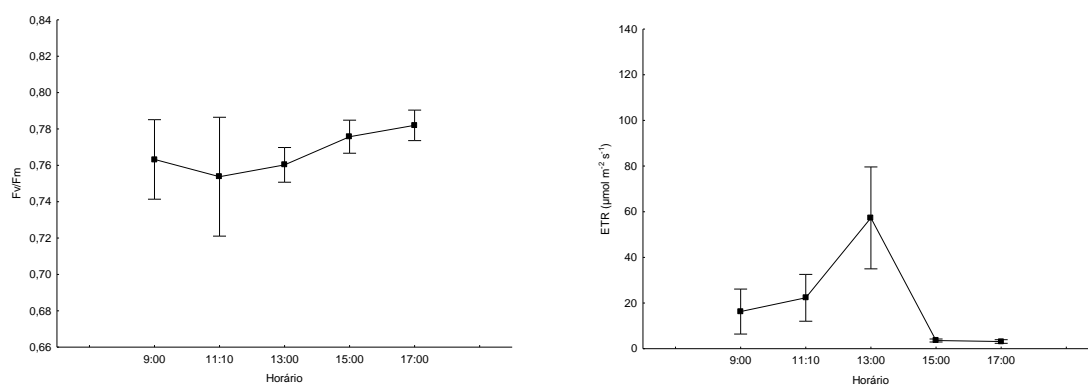


Figura 29. Curso diário do rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana ocorrente em borda de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação chuvosa (março). Símbolos representam a média \pm erro padrão de quatro indivíduos.

Tabela 7: Taxa de assimilação de CO₂ (A), eficiência de carboxilação (A/Ci), eficiência no uso da água (A/E) e rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) de quatro indivíduos de *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana localizados em borda de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, MG, durante a estação seca (setembro/2013) e chuvosa (janeiro e março/2014).

Estações ¹	A1	A2	A3	A/Ci1	A/Ci2	A/Ci3	A/E1	A/E2	A/E3	F _v /F _m 1	F _v /F _m 2	F _v /F _m 3
	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$			$\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$			$\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$					
Setembro (Seca)	4,76 ± 1,81 a	4,88 ± 2,63 a	0,40 ± 0,11 b	0,0209 ± 0,01 a	0,0206 ± 0,01 a	0,0012 ± 0,00 b	2,63 ± 0,64 a	1,46 ± 0,16 b	0,59 ± 0,07 b	0,79 ± 0,02 a	0,79 ± 0,01 a	0,80 ± 0,01 ab
Janeiro (Chuvosa)	4,52 ± 4,25 ab	6,00 ± 3,16 a	1,30 ± 0,62 a	0,0148 ± 0,01 ab	0,0215 ± 0,01 a	0,0039 ± 0,00 a	1,80 ± 1,28 ab	1,19 ± 0,18 b	1,72 ± 0,62 a	0,79 ± 0,01 a	0,78 ± 0,01 ab	0,80 ± 0,00 a
Março (Chuvosa)	1,07 ± 0,22 b	5,95 ± 1,07 a	0,71 ± 0,28 ab	0,0030 ± 0,00 b	0,0216 ± 0,00 a	0,0021 ± 0,00 ab	0,72 ± 0,19 b	1,91 ± 0,25 a	0,85 ± 0,46 ab	0,76 ± 0,05 a	0,76 ± 0,02 b	0,78 ± 0,02 b

¹: Médias (± desvio padrão) com letras distintas, na coluna, diferem significativamente pelo teste *t* de *Student* a 0,05 de significância. A1, A2 e A3: taxa de assimilação de CO₂ no início, meio e final do dia, respectivamente; A/Ci1, A/Ci2 e A/Ci3: eficiência de carboxilação no início, meio e final do dia, respectivamente; A/E1, A/E2 e A/E3: eficiência no uso da água no início, meio e final do dia, respectivamente; F_v/F_m1, F_v/F_m2 e F_v/F_m3: rendimento quântico potencial do fotossistema II no início, meio e final do dia, respectivamente.

DISCUSSÃO

A sazonalidade típica do bioma Cerrado faz com que a disponibilidade de água no solo seja menor na seca, mesmo em ambientes com solos hidromórficos como a vereda, devido à baixa umidade relativa do ar que aumenta a evaporação da água (Franco 2002). Esta característica se refletiu no desempenho fotossintético das espécies de *Miconia* avaliadas.

Os indivíduos de *Miconia chamissois* tiveram melhor desempenho fotossintético na vereda, em relação à borda de mata de galeria, devido à maior radiação fotossinteticamente ativa e maior disponibilidade de água no solo. Contudo, durante o final da estação seca (setembro), a elevada irradiância que chega até a vereda, associada à menor disponibilidade de água no solo, foi prejudicial ao funcionamento das plantas, promovendo maior resistência estomática dos indivíduos. Como consequência, houve menor entrada de CO₂ e menor assimilação de carbono, em comparação ao período chuvoso.

No período do dia em que há maior irradiância, entre 12 e 14 horas, a queda da atividade fotossintética devido à menor capacidade de carboxilação das plantas foi mais pronunciada na seca do que na chuva. As plantas também mostraram menor eficiência no uso da água. Estas características são comuns para algumas espécies do cerrado, incluindo Melastomataceae (Palhares et al. 2010). Restrições na abertura estomática minimizam a perda de água; porém, o fluxo de CO₂ é prejudicado (Palhares et al. 2010).

Algumas espécies de Melastomataceae ocorrentes no cerrado como *Miconia albicans* (Sw.) Triana, *M. ferruginata* DC. e *Tibouchina stenocarpa* (Schr. & Mart. Ex DC.) Cogn, deprimem a condutância estomática, a transpiração e a assimilação de carbono durante a estação seca, causando baixo desempenho fotossintético, sendo que *M. ligustroides* Haud. mantém a atividade fotossintética nestas condições (Palhares et al. 2010). Indivíduos de *M. fallax* DC., estabelecidos no cerrado de Brasília, permaneceram com os estômatos abertos

durante períodos de maior irradiância e maior demanda evaporativa atmosférica, mantendo o fluxo de água e a assimilação de carbono adequados (Franco e Lüttge 2002), mesmo no final da estação chuvosa/início da seca. Isto mostra que o padrão de atividade fotossintética depende da espécie, uma vez que a espessura das folhas e da cutícula, a morfologia dos estômatos, a profundidade do sistema radicular, a razão entre a parte aérea e a subterrânea das plantas, a condutância hidráulica das folhas e do xilema e o sistema de osmoregulação interferem na absorção e uso da água pelas plantas (Sack e Holbrook 2006).

Além disso, durante a estação seca, o excesso de radiação luminosa que chega até a vereda causou fotoinibição nos indivíduos de *Miconia chamissois*, uma vez que o rendimento quântico potencial do fotossistema II foi menor que 0,75, no início, meio e fim do dia; porém, o aumento da última medida (de 0,70 para 0,74) mostrou recuperação das plantas ao dano fotoquímico, pelo menos parcial. A fotoinibição é uma característica comum entre algumas espécies do cerrado, também ocorrentes em áreas abertas, como o ambiente de vereda, sendo mais severa quanto maior a irradiância, juntamente com o estresse hídrico no período seco (Lemos-Filho 2000). Em contrapartida, a menor irradiância na mata de galeria justifica o maior rendimento quântico potencial do fotossistema II, uma vez que há necessidade de maior eficiência no aproveitamento dos poucos fachos de luz que adentram o ambiente sombreado da mata.

Apesar da sazonalidade ser mais evidenciada na vereda, com menor capacidade fotossintética na seca, *Miconia chamissois* teve melhor desempenho nesta fitofisionomia do que em borda de mata de galeria, independente das estações e mesmo que a área foliar das plantas tenha sido maior em mata de galeria (vide capítulo I). Isto ocorre, provavelmente, devido à maior disponibilidade de água no solo, mesmo no período seco, em especial pelo fato dos indivíduos desta espécie estarem localizados no meio da vereda, local com maior umidade que a borda de mata de galeria. Isto evidencia a maior adaptação desta espécie na

vereda, justificada pela maior frequência de indivíduos nesta fitofisionomia da Estação Ecológica do Panga e explica ainda sua distribuição geográfica em áreas mais úmidas como as veredas e matas de galeria (Goldenberg 2000; Rezende 2012). Em trabalho realizado em quatro áreas de vereda do município de Uberlândia - MG, uma localizada na Estação Ecológica do Panga, foi observada alta frequência de espécies de Melastomataceae (27 espécies), incluindo *M. chamissois*, encontrada ao longo de toda área de vereda (borda, meio e fundo) (Araújo 2002).

Por outro lado, *Miconia stenostachya* teve desempenho fotossintético similar na borda de mata de galeria e vereda durante a estação seca. Contudo, na estação chuvosa, esta espécie teve melhor desempenho na vereda. Como sua ocorrência está restrita à borda da vereda, isto justifica os resultados obtidos em função da menor disponibilidade de água no solo durante o período seco, diferentemente de *M. chamissois* que é encontrada no meio. A profundidade do lençol freático é maior na borda de vereda, em comparação ao meio, variando de 0,7 m na estação chuvosa, a 2,5 m na seca (Guimarães 2002). No meio da vereda, há afloramento do lençol freático e o solo é saturado de água grande parte do ano (Araújo 2002).

Da mesma maneira que o observado para *Miconia stenostachya*, a sazonalidade não interferiu no desempenho fotossintético dos indivíduos de *M. ibaguensis* ocorrentes em borda de mata de galeria. Contudo, na primeira medida do dia, para ambas as espécies, a capacidade fotossintética foi menor na estação chuvosa em relação à seca, devido à maior umidade na mata, o que causou acúmulo de água na superfície das folhas, prejudicando a difusão do CO₂ no interior das células. Nas matas de galeria, a tendência é haver menor variação sazonal na disponibilidade hídrica, em comparação com outras fitofisionomias (Oliveira-Filho e Ratter 2002; Rossatto et al. 2010), devido à menor irradiância e maior cobertura vegetal que preserva a umidade no ambiente.

É importante destacar que as veredas e matas de galeria são restritas na área do Cerrado, sendo que as últimas cobrem menos de 10% do bioma (Reatto et al. 2008; Cardoso et al. 2009; Oliveira-Filho e Ratter 2002) e estão sujeitas às alterações climáticas globais, o que lhes confere um *status* especial dentro do bioma que já é considerado um *hotspot* (Alho 2005).

O ressecamento das veredas da Estação Ecológica do Panga tem sido acompanhado (Lopes e Schiavini 2007; Guimarães 2002; Araújo 2002) e é reflexo do decréscimo na pluviosidade ao longo dos anos. Somente para destacar, a precipitação do mês de fevereiro, incluso na estação perúmida da região, foi de 129,2 mm no período de 2010 a 2013 e de 104,6 mm em 2014, em contraposição aos 200 mm registrados entre 1981 e 1998 (Ranal 2003). Isto significa que as espécies de ocorrência restrita a esses ambientes mais úmidos podem ser inseridas, nos próximos anos, nas listas de espécies em risco de extinção.

As alterações climáticas globais dos últimos anos provocaram alterações locais evidenciadas na borda de matas de galeria da Estação Ecológica do Panga, uma vez que indivíduos adultos de sete espécies, dentre elas *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogn., desapareceram do local (Lopes e Schiavini 2007). *M. theaezans*, que ocorre em solos úmidos, tem seu desenvolvimento prejudicado quando há alterações nas condições de umidade do solo (Romero 1996). A ausência de registro desta espécie na borda das matas de galeria da Estação Ecológica do Panga provavelmente é consequência da drenagem do solo de um campo úmido que existia próximo à mata, provocando a extinção local de *M. theaezans* (Lopes e Schiavini 2007). Contudo, o registro desta espécie no banco de sementes em abril de 1998 e 1999 e setembro de 1998, indica sua sobrevivência neste ambiente e seu possível retorno como esporófito, caso as condições voltem a ser adequadas para o seu desenvolvimento (Pereira-Diniz e Ranal 2006).

Portanto, a continuidade deste processo de degradação e alterações no meio poderão causar prejuízos à sobrevivência de *Miconia chamissois* e *M. stenostachya* que ocorrem preferencialmente em locais úmidos, tornando-se importante a preservação destes ambientes e também mais estudos sobre o desempenho de outras espécies frente a estas mudanças para orientar projetos de manejo e conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alho CJR (2005) Desafios para a conservação de Cerrado, em fase das atuais tendências de uso e ocupação. In: Scarlot A, Silva JCS, Felfili JM (orgs) Cerrado: biologia, biodiversidade e conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp 367-381
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas, PC, de Moraes G, Leonardo J, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22:711-728
- Araújo GM, Barbosa AAA, Arantes AA, Amaral AF (2002) Composição florística de veredas no município de Uberlândia, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 25:475-493
- Cardoso E, Schiavini I (2002) Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Revista Brasileira de Botânica* 25:277-289
- Cardoso E, Moreno EIC, Bruna EM, Vasconcelos HL (2009) Mudanças fitofisionômicas no cerrado: 18 anos de sucessão ecológica na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia - MG. *Caminhos de Geografia* 10:254-268
- Carswell FE, Meier P, Wandelli EV, Bonates LCM, Kruijt B, Barbosa EM, Nobre AD, Grace J, Jarvis PG (2000) Photosynthetic capacity in central Amazonian rain forest. *Tree Physiology* 20:179-186
- Franco AC (1998) Seasonal patterns of gas exchange, water relations and growth of *Roupala montana*, an evergreen savana species. *Plant Ecology* 136:69–76
- Franco AC (2002) Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira PS, Marquis RJ (ed) *The cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York
- Franco AC, Lüttge U (2002) Midday depression in savanna trees: coordinated adjustments in photochemical efficiency, photorespiration, CO₂, assimilation and water use efficiency. *Oecologia* 131:356-365

- Goldenberg R (2000) O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae): I. Listagens analíticas, II. Revisão taxonômica da seção *Hypoxanthus* (Rich. ex DC.) Hook. F. Tese, Universidade Estadual de Campinas
- Guimarães AJM, Araújo GM, Corrêa GF (2002) Estrutura fitossociológica em área natural e antropizada de uma vereda em Uberlândia, MG. *Acta Botânica Brasílica* 16:317-329
- Krause GH, Weis E (1991) Chlorophyll Fluorescence and Photosynthesis: The Basics. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 42:313-349
- Lemos-Filho JP (2000) Fotoinibição em três espécies do cerrado na estação seca e na estação chuvosa. *Revista Brasileira de Botânica* 23:45-50
- Long SP, Humphries S, Falkowski PG (1994) Photoinhibition of photosynthesis in nature. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 45:633-662
- Lopes SF, Schiavini I (2007) Dinâmica da comunidade arbórea de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 21:249-261
- Lüttge U, Haridasan M, Fernandes GW, Mattos EA, Trimbom P, Franco AC, Caldas LS, Ziegler H (1998) Photosynthesis of mistletoes in relation to their hosts at various sites in tropical Brazil. *Trees* 12:167-174
- Meinzer FC, Goldstein G, Franco AC, Bustamante M, Iglez E, Jackson P, Caldas L, Rundel PW (1999) Atmospheric and hydraulic limitations on transpiration in Brazilian cerrado woody species. *Functional Ecology* 13:273-282
- Mendonça RC, Felfili JM, Walter BMT, Silva Júnior MC, Rezende AV, Filgueiras TS, Nogueira PE (2008) Flora Vascular do Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP (ed) *Cerrado: ambiente e flora*. Embrapa, Brasília
- Moraes JA, Prado CH (1998) Photosynthesis and water relations in cerrado vegetation. In: Scarano FR, Franco AC (eds) *Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics*. Oecologia Brasiliensis. Rio de Janeiro, Brazil, pp 45-63
- Oliveira-Filho AT, Ratter JA (2002) Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome. In: Oliveira PS, Marquis RJ (eds) *The cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York, pp 91-120
- Palhares D, Franco AC, Zaidan LBP (2010) Respostas fotossintéticas de plantas do cerrado nas estações seca e chuvosa. *Revista Brasileira de Biociências* 8:213-220
- Pereira-Diniz SG, Ranal MA (2006) Germinable soil seed bank of a gallery forest in Brazilian Cerrado. *Plant Ecology* 183:337-348
- Ranal MA (2003) Soil spore bank of ferns in a gallery forest of the Ecological Station of Panga, Uberlândia, MG, Brazil. *American Fern Journal* 93:97-115
- Reatto A, Correia JR, Spera ST, Martins ES (2008) Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF (eds) *Cerrado: ecologia e flora*. EMBRAPA Informação Tecnológica, Brasília, pp 107-133

- Rezende AR (2012) Sistemática e conservação de *Miconia* seção *Miconia* DC. (Melastomataceae) no Estado de Minas Gerais, Brasil. Dissertação, Universidade Federal de Uberlândia
- Ribeiro JF, Walter BMT (1998) Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP (eds) Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA, Brasília, pp 87-166
- Ribeiro RV, Souza GM, Oliveira RF, Machado EC (2005) Photosynthetic responses of tropical tree species from different successional groups under contrasting irradiance conditions. *Revista Brasileira de Botânica* 28:149-161
- Romero R (1996) A Família Melastomataceae na Estação Ecológica do Panga, Município de Uberlândia, MG. *Hoehnea* 23:147-168
- Rossatto, D. R., Hoffmann, W. A., & Franco, A. C. (2009) Características estomáticas de pares congêneros de cerrado e mata de galeria crescendo numa região transicional no Brasil Central. *Acta Botânica Brasílica* 23:499-508
- Rossatto DR, Takahashi FSC, Silva LC, Franco AC (2010) Características funcionais de folhas de sol e sombra de espécies arbóreas em uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 24:640-647
- Sack L, Holbrook NM (2006) Leaf hydraulics. *Annual Review of Plant Biology* 57:361-381
- SPSS Statistics 17.0 (2008) SPSS Statistics 17.0, Command Syntax Reference. Chicago, IL: SPSS Inc.
- Valladares F, Pearcy RW (1998) The functional ecology of shoot architecture in sun and shade plants of *Heteromeles arbutifolia* M. Roem., a Californian chaparral shrub. *Oecologia* 114:1-10
- Veneklaas EJ, Fajardo A, Obregon S, Lozano J (2005) Gallery forest types and their environmental correlates in a Colombian savana landscape. *Ecography* 28:236-252
- Walter H (1979) Vegetation of the earth and ecological systems of the geo-biosphere. 2nd edn. Springer-Verlag, New York, 274p
- White AK, Critchley C (1999) Rapid light curves: A new fluorescence method to assess the state of the photosynthetic apparatus. *Photosynthesis Research* 59:63-72

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos é possível afirmar que os traços funcionais e as características fotossintéticas estão associados com a distribuição das espécies de *Miconia* nas diversas fitofisionomias do bioma Cerrado da Estação Ecológica do Panga, interferindo no desempenho e desenvolvimento das plantas em ambientes com características contrastantes.

As espécies de *Miconia* apresentaram plasticidade morfológica e fisiológica para tolerar diferentes regimes luminosos e diferenças na disponibilidade de água do solo, característicos das fitofisionomias estudadas. Em ambiente sombreado as espécies apresentaram estratégias para otimizar a captação da luz, como a maior área foliar específica; porém, o desempenho fotossintético é menor nestes ambientes em relação aos locais com alta intensidade luminosa. Além disso, a sazonalidade influenciou no desempenho fotossintético dos indivíduos de *M. chamissois* e *M. stenostachya* localizados na vereda, em especial durante a estação seca; porém, ambas sobrevivem melhor nesta fitofisionomia, comparada à borda de mata de galeria, ambiente com menor disponibilidade de luz.

É importante salientar que a ocorrência de plasticidade fenotípica (capítulo 1) foi justificada principalmente pela disponibilidade de luz no ambiente. Os principais fatores que influenciaram o desempenho fotossintético das espécies foram, além da luz, a disponibilidade de água no solo (capítulo 2). Porém, não foram realizadas avaliações para justificar a possível interferência de outros fatores ambientais nas respostas das plantas aos ambientes. Portanto, seria importante a continuidade deste tipo de trabalho para analisar a influência dos diferentes fatores na distribuição das espécies de *Miconia* em fitofisionomias com características contrastantes.

ANEXO

Ilustrações das fitofisionomias estudadas na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

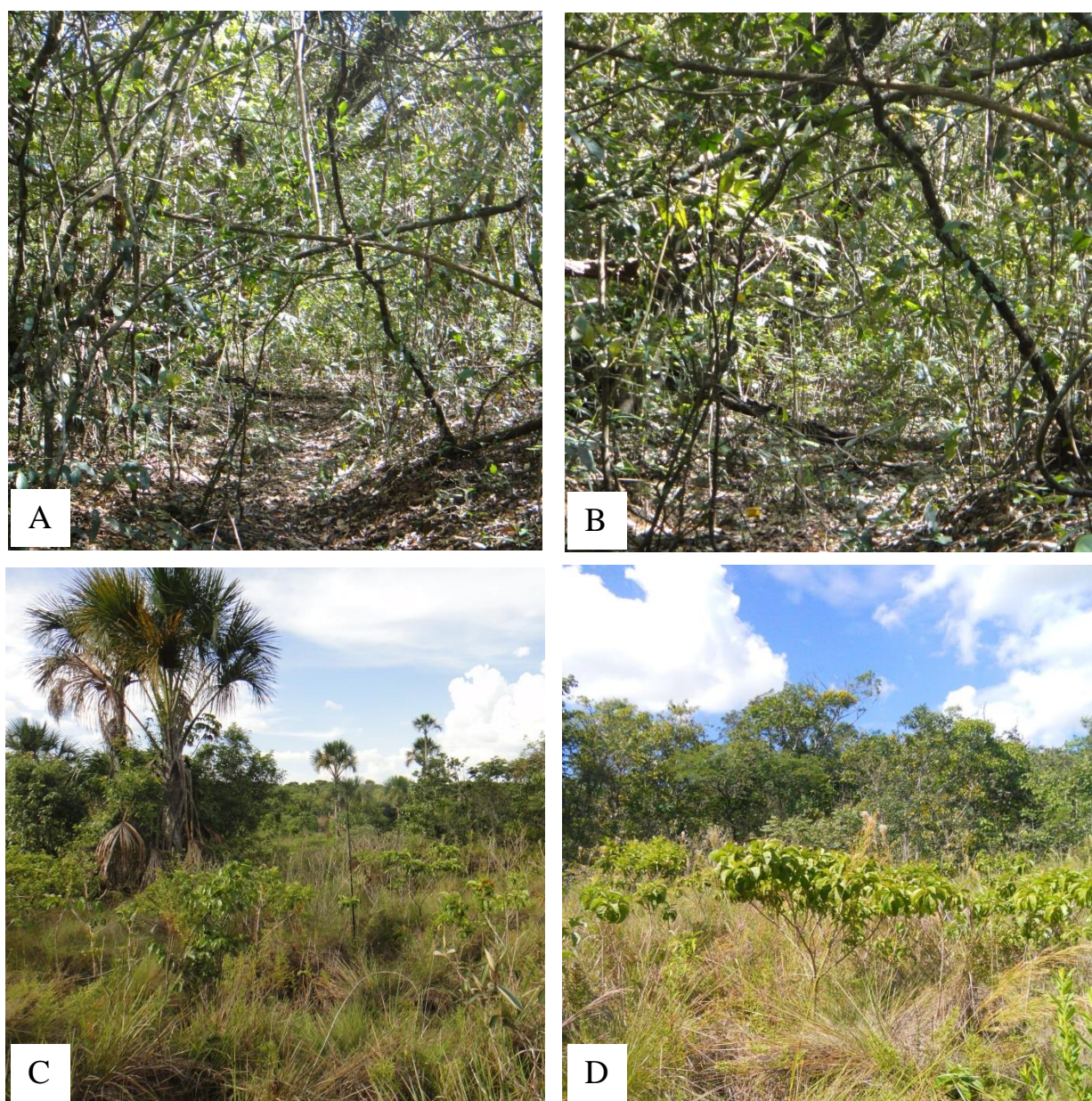


Figura 1. Borda de mata de galeria (A-B) e vereda (C-D) localizadas na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

Ilustrações das espécies do gênero *Miconia* estudadas na Estação Ecológica do Panga.

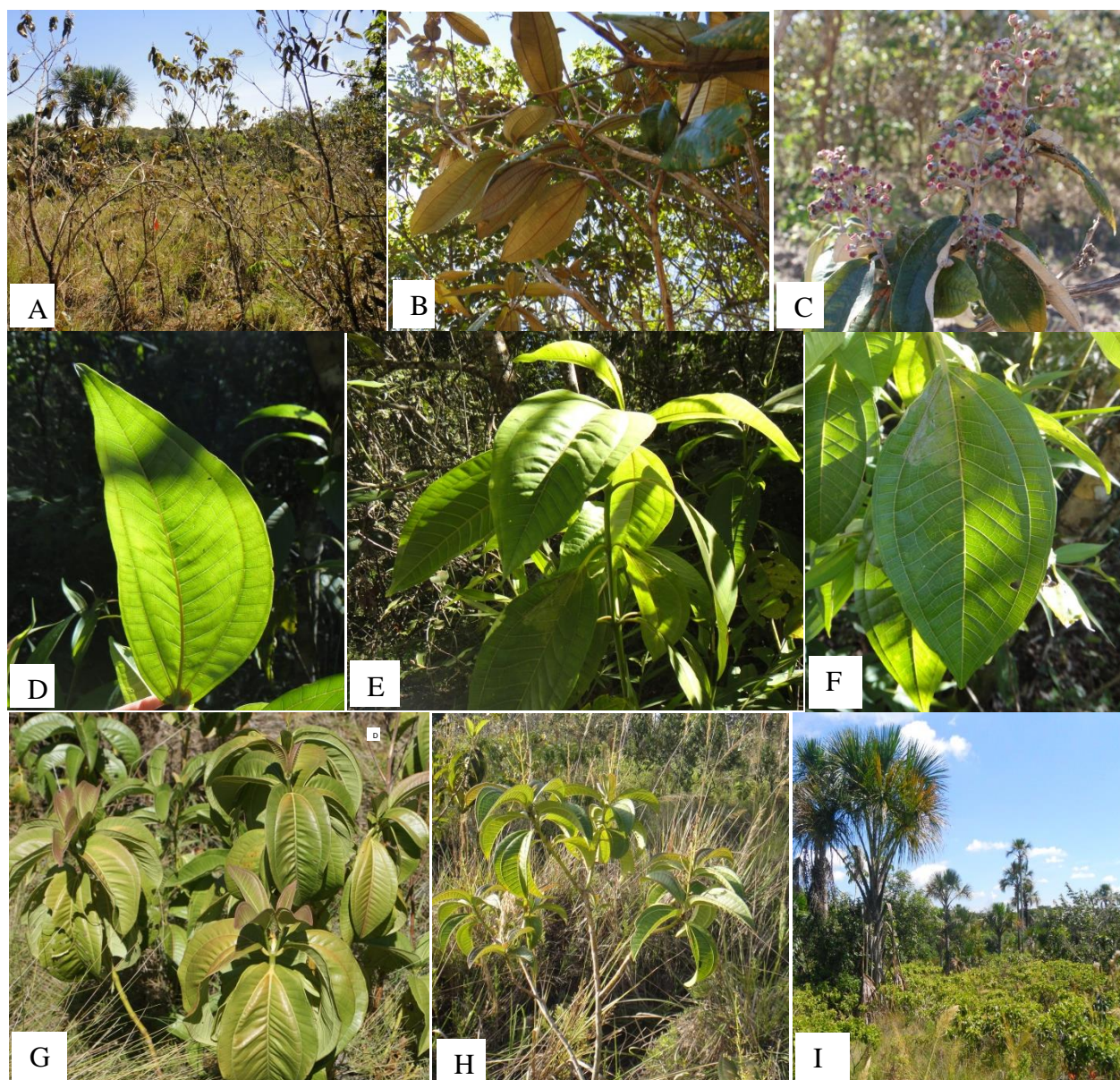


Figura 2. Indivíduos de *Miconia albicans* (Sw.) Triana localizados em borda de vereda (A-C), *M. chamissois* Naudin em borda de mata de galeria (D-F) e vereda (G-I) da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

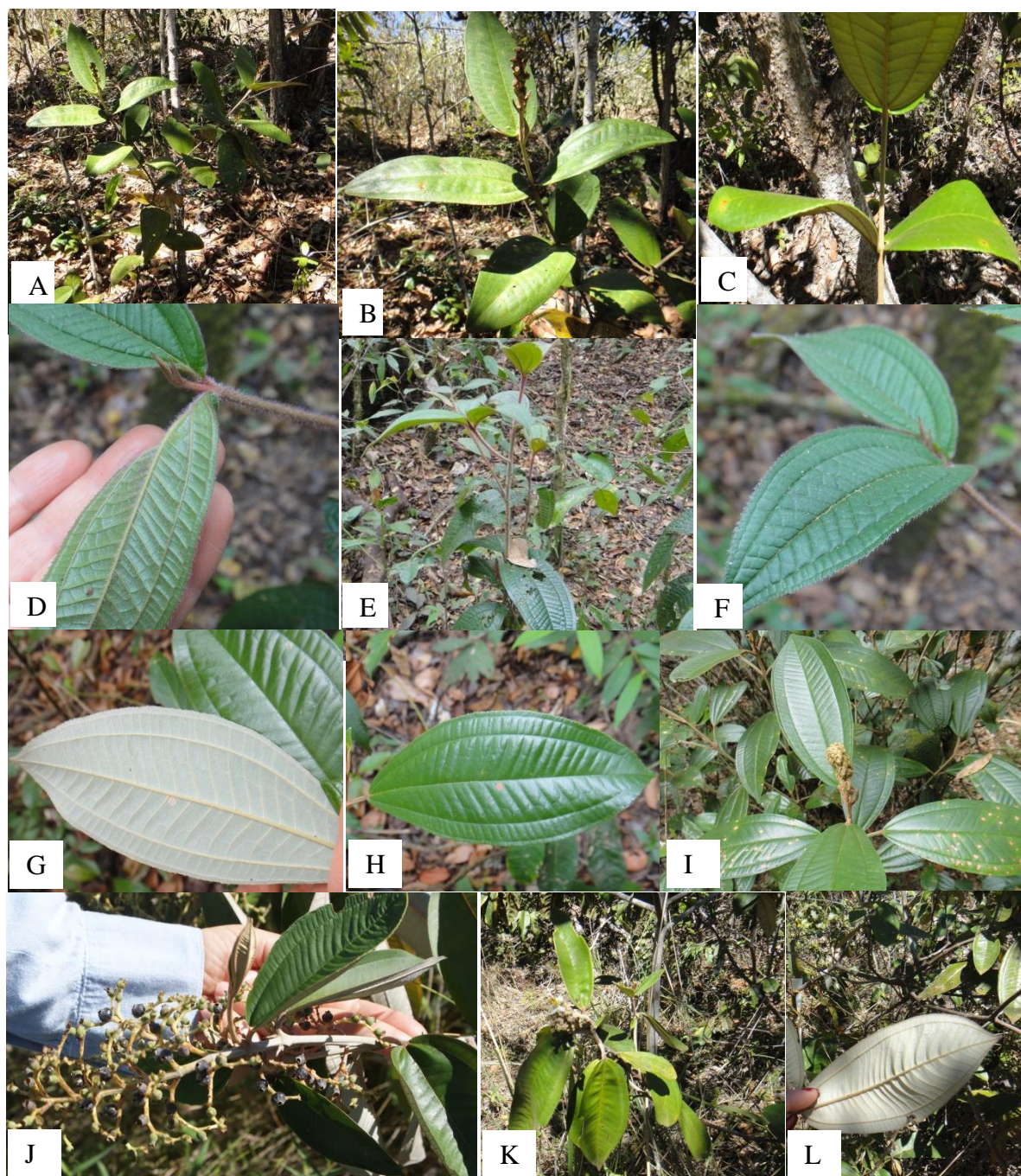


Figura 3. Indivíduos de *Miconia fallax* DC. localizados em borda de vereda (A-C), *M. ibaguensis* (Bonpl.) Triana em borda de mata de galeria (D-F) e *M. stenostachya* DC. em borda de mata de galeria (G-I) e borda de vereda (J-L) da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

Imagens de folhas de espécies de *Miconia* digitalizadas em mesma escala métrica.

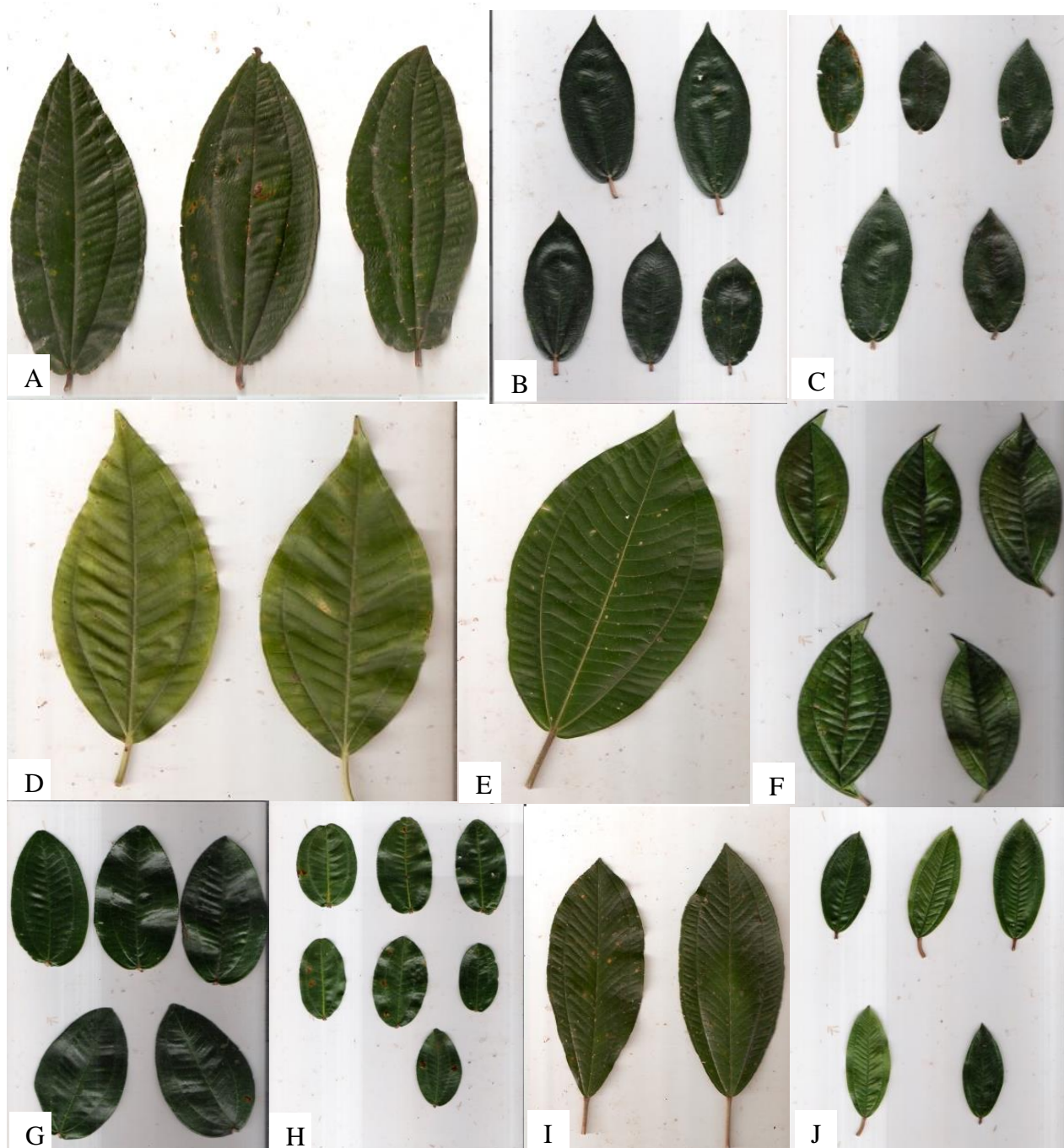


Figura 4. Folhas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana coletadas em cerrado (A), cerrado (B) e vereda (C), *M. chamissois* Naudin em borda de mata de galeria (D-E) e vereda (F), *M. fallax* DC. em cerrado (G) e borda de vereda (H) e *M. stenostachya* DC. em borda de mata de galeria (I) e borda de vereda (J) da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG, digitalizadas em mesma escala métrica para calcular a área foliar (ImageJ).