



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DISSERTAÇÃO

**INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE SOBRE A ECOFISIOLOGIA, E
ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR EM FUNÇÃO DE DIMENSÕES LINEARES
DO LIMBO FOLIAR DE *Erythroxylum simonis* Plowman**

JOÃO EVERTHON DA SILVA RIBEIRO

Fevereiro
2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE SOBRE A ECOFISIOLOGIA, E
ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR EM FUNÇÃO DE DIMENSÕES LINEARES
DO LIMBO FOLIAR DE *Erythroxylum simonis* Plowman

JOÃO EVERTHON DA SILVA RIBEIRO

Sob a orientação do Professor

Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque

Dissertação submetida como requisito para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Areia-PB

Fevereiro de 2017

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

R484i Ribeiro, João Everthon da Silva.
Influência da sazonalidade sobre a ecofisiologia, e estimativa da área foliar em função de dimensões lineares do limbo foliar de *Erythroxylum simonis* Plowman / João Everthon da Silva Ribeiro. - Areia: UFPB/CCA, 2017.
xvi, 52 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.
Orientador: Manoel Bandeira de Albuquerque.

1. Ecofisiologia – Sazonalidade 2. *Erythroxylum simonis* – Estudos ecofisiológicos 3. *Erythroxylaceae* – Área foliar I. Albuquerque, Manoel Bandeira de (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA CDU: 581.5(043.3)

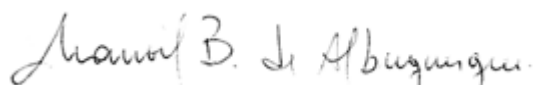
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE SOBRE A ECOFISIOLOGIA, E
ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR EM FUNÇÃO DE DIMENSÕES LINEARES
DO LIMBO FOLIAR DE *Erythroxylum simonis* Plowman**

AUTOR: JOÃO EVERTHON DA SILVA RIBEIRO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque – DFCA/CCA/UFPB

Orientador



Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira – DCFS/CCA/UFPB

Examinador



Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes – DepBio/UEPB

Examinador

Data da realização: 20/02/2017

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque
Orientador

OFEREÇO

Aos meus pais,

Edneide da Silva Ribeiro e João Batista Ribeiro

*À minha família, que sempre me
apoiou em todos os momentos.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, criador de todo o universo, pelo dom da vida, dando-me proteção em todos os momentos.

Aos meus pais João Batista Ribeiro e Edneide da Silva Ribeiro, ao meu irmão Elthon da Silva Ribeiro, a minha tia Nalva Morais e a todos os familiares por estarem a todo tempo ao meu lado e sempre incentivando nessa difícil jornada.

Ao Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque, pela orientação, confiança, disponibilidade, ensinamentos, amizade e pelo exemplo transmitido, e também pela oportunidade de poder trabalhar na pesquisa pelo Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV) nesses dois anos de trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pelo apoio institucional e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela paciência, dedicação e ensinamentos disponibilizados nas aulas, cada um de forma especial contribuiu para a conclusão desse trabalho e conseqüentemente para minha formação profissional.

Aos membros da banca Prof. Dr. Walter Esfrain e Prof. Dr. Sérgio Lopes, pessoas que jamais esquecerei, por se disporem a colaborarem de forma grandiosa com essa pesquisa.

A todos integrantes, ex-integrantes, agregados, anexos e demais denominações do LEV.

Ao professor Dr. Walter Esfrain por ter concedido o aparelho IRGA para realizações das análises.

Ao Laboratório de Fruticultura por ter me concedido alguns aparelhos fundamentais para a realização da pesquisa.

Aos amigos que sempre me apoiaram, não só na pesquisa, mas em todos os momentos: Reinaldo Lucena, Carlos Belarmino, Rodrigo Sousa, Arliston Leite, Ernane Nogueira, Natan Guerra, Joalisson Gonçalves e Valério Damásio.

Ao meu amor, Ester Santos, pelo companheirismo, carinho e paciência durante todo esse tempo, te agradeço de coração! E toda a sua família por todo apoio e incentivo.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização do trabalho.

Muito obrigado!

RIBEIRO, J.E.S. **INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE SOBRE A ECOFISIOLOGIA, E ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR EM FUNÇÃO DE DIMENSÕES LINEARES DO LIMBO FOLIAR DE *Erythroxylum simonis* Plowman.** Areia-PB, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Fev. 2017, 52p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque

RESUMO GERAL

Estudos ecofisiológicos são fundamentais para buscar o entendimento da relação planta-ambiente. As variações sazonais podem influenciar na ecofisiologia de espécies localizadas no sub-bosque. Estudos não-destrutivos para determinação da área foliar vem se destacando, utilizando-se variáveis do limbo foliar. Nesse contexto, a presente pesquisa teve como objetivos avaliar o efeito da sazonalidade sobre ecofisiologia de *Erythroxylum simonis* bem como construir e propor a melhor equação para estimativa da área foliar da espécie, a partir de dimensões foliares. A pesquisa foi desenvolvida no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, município de Areia-PB, Nordeste do Brasil. No capítulo I, objetivou-se avaliar o efeito da variação sazonal sobre a ecofisiologia de *E. simonis*. As leituras das variáveis ecofisiológicas e ambientais foram realizadas bimestralmente em diferentes épocas do ano: período da seca (setembro, novembro e janeiro) e período chuvoso (março, maio e julho). Foram mensurados os índices de estrutura de dossel (índice de área foliar, fração de céu visível e radiação fotossinteticamente ativa), umidade do solo, temperatura mensal e precipitação mensal e avaliados seus efeitos nas trocas gasosas e no teor relativo de clorofila. Houve maior influência da precipitação e umidade do solo na condutância estomática, transpiração, carbono interno e taxa de fotossíntese de *E. simonis*, evidenciando a influência da disponibilidade hídrica na ecofisiologia da espécie. Houve

diferenças significativas na taxa de fotossíntese, concentração interna de CO₂, transpiração, condutância estomática, eficiência instantânea do uso da água e teor de clorofila, nas diferentes épocas do ano. No capítulo II, objetivou-se construir e propor uma equação para estimar a área foliar de *E. simonis*, a partir de dimensões lineares do limbo foliar da espécie. Coletaram-se 200 limbos foliares da espécie na área de estudo. Utilizaram-se os modelos estatísticos: linear, linear simples, quadrático, cúbico, potência e exponencial. Todas as equações apresentadas podem ser utilizadas para estimar a área foliar de *E. simonis* mas do ponto de vista prático, é recomendado a utilização da equação de regressão linear simples, envolvendo o produto entre comprimento e largura (CxL), utilizando-se a equação $0,6426*CL$, com R² de 0,9936.

Palavras-chave: Mata Atlântica, Condutância estomática, Área foliar, *Erythroxylaceae*.

RIBEIRO, J.E.S. **INFLUENCE OF SEASONALITY ON ECOPHYSIOLOGY, AND ESTIMATION OF THE FOLIAR AREA IN THE FUNCTION OF LINEAR DIMENSIONS OF THE FOLIAR LIME OF *Erythroxylum simonis* Plowman.** Areia-PB, Center for Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba, Feb. 2017, 52p. Dissertation (Master in Agronomy). Postgraduate Program in Agronomy. Advisor: Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque

ABSTRACT

Ecophysiological studies are fundamental to seek understanding of the plant-environment relationship. Seasonal variations may influence the ecophysiology of species located in the understory. Non-destructive studies to determine the leaf area have been highlighting, using leaf blade variables. In this context, the present research had as objectives to evaluate the effect of seasonality on *Erythroxylum simonis* ecophysiology as well as to construct and propose the best equation to estimate leaf area of the species, from leaf dimensions. The research was developed in the Mata do Pau-Ferro State Park, Areia-PB, Northeastern Brazil. In chapter I, the objective of this study was to evaluate the effect of seasonal variation on the ecophysiology of *E. simonis*. The ecology and environmental variables were read bimonthly at different times of the year: dry season (September, November and January) and rainy season (March, May and July). The indexes of canopy structure (leaf area index, visible sky fraction and photosynthetically active radiation), soil moisture, monthly temperature and monthly precipitation were evaluated and their effects on gas exchange and relative chlorophyll content were evaluated. There was greater influence of rainfall and soil moisture on stomatal conductance, transpiration, internal carbon and photosynthesis rate of *E. simonis*, evidencing the influence of water availability on the ecophysiology of the species. There were significant differences in the rate of photosynthesis, internal CO₂ concentration, transpiration, stomatal conductance, instantaneous water use efficiency and chlorophyll content at different times of the year. In Chapter II, the objective was to construct and propose an equation to estimate the leaf area of *E. simonis*, from linear leaf blade size of the species. 200 leaf limbs of the species were collected in the study area. Statistical models were used: linear, simple linear, quadratic, cubic, power and exponential. All the equations presented can be used to estimate the leaf area of *E. simonis* but from the practical point of view, it is recommended to use the simple linear regression equation,

involving the product between length and width ($L \times L$), using equation $0.6426 * CL$, with R^2 0.9936.

Key words: Atlantic Forest, Stomatal conductance, Leaf area, Erythroxylaceae.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I – INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE SOBRE A ECOFISIOLOGIA DE *Erythroxylum Simonis* Plowman.

FIGURA 1: Localização geográfica do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, município de Areia, Paraíba, Nordeste do Brasil.

FIGURA 2: Georreferenciamento de indivíduos de *Erythroxylum simonis* utilizados no estudo, localizados no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba, Nordeste do Brasil. (Fonte: Google Earth).

FIGURA 3: Precipitação pluviométrica e temperatura na Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, município de Areia, PB, no período de setembro de 2015 a setembro de 2016 e média normal dos últimos 30 anos (1985-2014) (Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)).

FIGURA 4: Relação entre os escores padronizados do primeiro par canônico.

FIGURA 5: Representação gráfica da análise de componentes principais (ACP) entre as variáveis do grupo I e II. Média de 10 indivíduos (repetições), em seis épocas de coleta. As abreviações estão contidas na Tabela 3.

FIGURA 6: Médias da taxa de, A: fotossíntese, B: concentração de carbono interno, C: transpiração, condutância estomática (gs), eficiência instantânea do uso da água (EiUA),

eficiência instantânea de carboxilação (EiC) e teor relativo de clorofila (SPAD) comparadas entre si pelo teste de Tukey, juntamente com a precipitação (mm) e umidade do solo (%) em *E. simonis*, mensurados nas diferentes épocas do ano (meses), no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia-PB.

CAPÍTULO II – ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DE *Erythroxylum Simonis* Plowman POR DIMENSÕES LINEARES.

FIGURA 1: Localização geográfica do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, município de Areia, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.

FIGURA 2: Comprimento do limbo foliar (C) e largura do limbo foliar (L), utilizados para a construção de modelos para estimativa da área foliar de *Erythroxylum simonis*.

FIGURA 3: (A) Folhas digitalizadas de diferentes tamanhos de *Erythroxylum simonis* para determinação da área foliar em software *ImageJ*. (B) Folhas digitalizadas com fundo contrastante utilizadas para determinação da área foliar em software *ImageJ*.

FIGURA 4: Relação entre área foliar real de folhas de *Erythroxylum simonis* em função do produto do comprimento (C) pela largura (L) do limbo foliar, pela equação de regressão indicada para estimativa da área foliar.

FIGURA 5: Relação entre área foliar real e área foliar estimada pela equação de regressão $AF = 0,6426 \cdot CL$.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE SOBRE A ECOFISIOLOGIA DE *Erythroxylum simonis* Plowman.

TABELA 1: Propriedades químicas e granulométricas do solo na profundidade de 0-20 cm coletado no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia, PB.

TABELA 2: Teste multivariado Lambda de Wilks (aproximação da distribuição F).

TABELA 3: Correlações canônicas e par canônico entre características do grupo I e II.

CAPÍTULO II – ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DE *Erythroxylum Simonis* Plowman POR DIMENSÕES LINEARES

TABELA 1: Denominação e representação dos modelos de equações ajustadas para a estimativa da área foliar de *Erythroxylum simonis*.

TABELA 2: Mínimo, máximo, média, mediana, desvio-padrão, erro padrão e coeficiente de variação (CV) para o comprimento (C), a largura (L), o produto do comprimento vezes largura (CxL) e a área foliar de 200 limbo foliares de *Erythroxylum simonis*.

TABELA 3: Equações estimadas, erro padrão das estimativas e coeficientes de determinação em função de medidas lineares do limbo foliar de *Erythroxylum simonis*.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABELAS.....	xiv
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	3
CAPÍTULO I: INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE SOBRE ECOFISIOLOGIA DE <i>Erythroxylum simonis</i> Plowman.....	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
Área de estudo.....	9
Número amostral, período de avaliação e caracterização ambiental.....	10
Trocas gasosas	13
Índices de Estrutura do Dossel	13
Umidade do Solo	14
Análise dos dados.....	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
Influência dos fatores ambientais na ecofisiologia de <i>E. simonis</i>	15
Comparação das duas épocas	19
CONCLUSÕES.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

CAPÍTULO II: ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DE <i>Erythroxylum simonis</i> Plowman POR DIMENSÕES LINEARES	29
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS.....	42
ANEXO 1: Normas do periódico Bioscience Journal	46
ANEXO 2: Normas do periódico Floresta e Ambiente	5049

INTRODUÇÃO GERAL

A Mata Atlântica é um bioma que está localizado em boa parte da região litorânea brasileira. Atualmente, está reduzida aproximadamente entre 11,4 e 16 % da sua área original, com aproximadamente uma extensão em torno de 100.000 km² preservados (Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2014). É uma das mais importantes florestas tropicais do mundo, proporcionando em sua variada fisionomia um sistema florestal de grande importância, que é a vegetação formada no sub-bosque, no que incluem as pequenas árvores, as quais durante seu ciclo de vida não alcançam o dossel (Tabarelli et al. 1993), indivíduos jovens das espécies arbóreas do dossel, arbustos, palmeiras e embriões arborescentes (Oliveira et al. 2001), além de plântulas e ervas, tendo fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento das espécies que irão construir os demais estratos da floresta (Oliveira & Amaral 2005). Dentre as espécies que compõem o sub-bosque, *Erythroxylum simonis* é uma espécie limitada ao nordeste do Brasil, com ocorrência registrada nos Estados da Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Ceará e Rio Grande do Norte, encontrada em florestas úmidas da Mata Atlântica e nos Brejos de Altitude (Loiola et al. 2007).

As espécies de sub-bosque podem ser influenciadas por diferentes fatores abióticos, como a temperatura, luminosidade e disponibilidade hídrica, cujas variações sazonais são refletidas, por exemplo, na atividade ecológica (Ribeiro et al., 2004) e ecofisiologia das plantas (Silva et al., 2010). A disponibilidade hídrica é um dos principais fatores ambientais que limita a fotossíntese. O monitoramento das trocas gasosas (taxa de fotossíntese, condutância estomática, transpiração e concentração interna de CO₂), junto com as variações sazonais no sub-bosque, permitem entender como determinada espécie

se comporta mediante os recursos ambientais disponíveis, e a influência desses recursos no desenvolvimento da planta (Pereira et al., 1986).

A área foliar também é considerado um indicador para o entendimento da relação entre plantas e os fatores ambientais, tendo papel fundamental no desenvolvimento das funções das plantas como, interceptação e absorção de luz, evapotranspiração, sendo fatores de grande importância para a atividade fotossintética. A área foliar é um parâmetro de elevada importância dentro de estudos ecológicos, agronômicos e ecofisiológicos. A mensuração dessa variável pode auxiliar funcionalmente na obtenção de simples indicadores para o entendimento da relação planta-ambiente. A área foliar pode ser mensurada por meio de equipamentos precisos e de alto custo ou estimada a partir de dimensões lineares, como a largura e/ou o comprimento das folhas. Esse método de estimativa a partir de dimensões lineares do limbo foliar, vem sendo apontados e destacados em diversos estudos na literatura (Balakrishnan et al., 1987; Araújo et al., 2005; Blanco & Folegatti, 2005; Antunes et al., 2008; Popmpelli et al., 2012; Keramatlou et al., 2015; Santos, 2016). Portanto, utilização de modelos para obtenção de equações de estimativa de área foliar, surge como uma ótima estratégia para aquisição não destrutiva e acessível desta variável ecofisiológica.

Mesmo a Floresta Atlântica sendo considerada por muitos pesquisadores, como de elevada importância para a sobrevivência do planeta, estudos direcionados à ecofisiologia envolvendo espécies florestais nativas desse bioma são escassos. Dessa forma, o aumento de estudos *in loco*, com medições em árvores individuais, são de caracteres indispensáveis para avaliar os efeitos dos fatores ambientais na ecofisiologia da planta, bem como determinação de modelos estatísticos para estimativa da área foliar.

Há poucas informações sobre a ecofisiologia de espécies de sub-bosques, justificando-se a realização da pesquisa sobre o tema. Também, existem poucas informações nos

efeitos da sazonalidade sobre variáveis da ecofisiologia em espécies de sub-bosque. Esta informação pode ser útil na elaboração de modelos que visam prever cenários sobre a fixação de carbono, também pode ajudar a explicar a dinâmica da comunidade no sub-bosque de florestas tropicais. Alguns estudos ecofisiológicos dependem consideravelmente da quantificação da área foliar. Portanto na literatura, há informações, em maior quantidade, apenas para as espécies agriculturáveis. Diante disso, a ausência de inferências na literatura para as espécies nativas, dificulta a compreensão dos benefícios ambientais e econômicos do uso das espécies. Sendo assim, objetivou-se nesta pesquisa, avaliar o efeito da sazonalidade sobre a ecofisiologia de *E. simonis* e construir diferentes equações, bem como indicar a melhor, para a estimativa da área foliar da espécie, utilizando-se medidas lineares do limbo foliar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, W. C.; POMPELLI, M. F.; CARRETERO, D. M.; DAMATTA, F. M. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea canephora* and *Coffea canephora*). **Annals of Applied Biology**, 153(1): 33-40, 2008.

ARAÚJO, E. C. E.; SANTOS, E. P.; PRADO, C. H. B. de A. Estimativa da área foliar da mangueira (*Mangifera indica* L.) cvs. Tommy Atkins e Haden, utilizando dimensões lineares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.308-309, 2005.

BALAKRISHNAN, K.; SUNDARAM, K. M.; NATARAJARATNAM, N. Leaf-area estimation by non-destructive method in blackgram. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 57, p. 286-288, 1987.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Estimation of leaf for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. **Scientia Agrícola**, v. 62, n. 4, p. 305-309, 2005.

Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). 2014.

KERAMATLOU, I.; SHARIFANI, M.; SABOURI, H.; ALIZADEH, M.; KAMKAR, B. A simple linear model for leaf area estimation in Persian walnut (*Juglans regia* L.). **Scientia Horticulturae**, 184(1): 36-39, 2015.

LOIOLA, M. I. B.; AGRA, M. F.; BARACHO, G. S.; QUEIROZ, R. T. Flora da Paraíba, Brasil: Erythroxylaceae Kunth. **Acta Botanica Brasilica** 21: 473-487, 2007.

OLIVEIRA, R. J.; MANTOVANI, W.; MELO, M. M. R. F. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da floresta atlântica de encosta, Peruíbe, SP. **Acta Botanica Brasilica** 15(3): 391-412, 2001.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica** 35(1): 1-6, 2005.

PEREIRA, J. S.; TENHUNEN, J. D.; LANGE, O. L. et al. Seasonal and diurnal patterns in leaf gas Exchange of Eucalyptus globules trees growing in Portugal. **Canadian Journal of Forest Research**, v.16, p.177-184, 1986.

POMPELLI, M. F.; ANTUNES, W. C.; FERREIRA, D. T. R. G.; CAVALCANTE, P. G. S.; WANDERLEY-FILHO, H. C. L.; ENDRES, L. Allometric models for non-destructive leaf area estimation of *Jatropha curcas*. **Biomass and Bioenergy**, 36(1): 77-85, 2012.

RIBEIRO, R. V.; SOUZA, G. M.; MANZATTO, A. G.; MACHADO, E. C.; OLIVEIRA, R. F. Chlorophyll fluorescence of tropical tree species in a semi-deciduous forest gap. **Revista Árvore** 28(1):21-27, 2004.

SANTOS, N. B. S. **Equações alométricas para estimativa da área foliar de espécies lenhosas de floresta ombrófila de terras baixas** [dissertação]. Recife, PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2016.

SILVA, A. S.; OLIVEIRA, J. G.; CUNHA, M.; VITÓRIA, A. P. Photosynthetic performance and anatomical adaptations in *Byrsonima sericea* DC. under contrasting light conditions in a remnant of the Atlantic forest. **Brazilian Society of Plant Physiology**, 22(4): 245-254, 2010.

TABARELLI, M.; VILLANI, J. P.; MANTOVANI, W. Aspectos da sucessão secundárias em floresta atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal** 5(1): 99-112, 1993.

CAPÍTULO I

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE SOBRE ECOFISIOLOGIA DE *Erythroxylum simonis* Plowman

Será submetido ao periódico: *Bioscience Journal*

RESUMO

Erythroxylum simonis é uma espécie pertencente à família Erythroxylaceae, encontrada na região Nordeste do Brasil. É considerada uma planta de sub-bosque e por isso está sujeita a oscilações sazonais do ambiente para regular a sua ecofisiologia. Objetivou-se avaliar o efeito da sazonalidade sobre a ecofisiologia de *E. simonis*, no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, no município de Areia-PB. Para tal, as variáveis foram mensuradas bimestralmente em 10 indivíduos na estação chuvosa e na estação seca, durante um ano de coleta de dados. Foram mensurados o índice de área foliar (IAF), fração de céu visível (FCV), radiação fotossinteticamente ativa (RFA), umidade do solo, temperatura mensal e precipitação mensal, e avaliados os seus efeitos na taxa de fotossíntese, condutância estomática, carbono interno, transpiração, eficiência instantânea do uso da água, eficiência instantânea de carboxilação e teor de clorofila. Para análise dos dados, realizou-se a análise de correlação canônica (ACC) para verificar as associações existentes entre o grupo I (índice de área foliar, fração de céu visível, radiação fotossinteticamente ativa, umidade do solo, precipitação e temperatura) e grupo II (taxa de fotossíntese, concentração interna de CO₂, transpiração, condutância estomática, eficiência instantânea do uso da água, eficiência instantânea de carboxilação e teor de clorofila). Posteriormente, os dados de trocas gasosas e teor relativo de clorofila foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey. Verificou-se maior associação da precipitação e umidade do solo com condutância estomática, transpiração, e taxa de fotossíntese. Houve diferenças significativas em todas as variáveis ecofisiológicas nas duas épocas do ano, verificando-se que as mudanças sazonais influenciaram na ecofisiologia de *E. simonis*.

PALAVRAS-CHAVE: Respostas ecofisiológicas. Trocas gasosas. Mudanças sazonais.

ABSTRACT

Erythroxylum simonis is a species belonging to the family Erythroxylaceae, found in the Northeast region of Brazil. It is considered a sub-forest plant and therefore is subject to seasonal oscillations of the environment to regulate its ecophysiology. The objective of this study was to evaluate the effect of seasonality on the ecophysiology of *E. simonis*, in the Mata do Pau-Ferro State Park, in the city of Areia-PB. For this, the variables were measured bimonthly in 10 individuals in the rainy season and in the dry season, during one year of data collection. Leaf area index (LAI), visible sky fraction (FCV), photosynthetically active radiation (RFA), soil moisture, monthly temperature and monthly precipitation were evaluated and their effects on the rate of photosynthesis, stomatal conductance, carbon Internal efficiency, transpiration, instantaneous water use efficiency, instantaneous carboxylation efficiency and relative chlorophyll content. For the analysis of the data, the canonical correlation analysis was performed to verify the associations between group I (leaf area index, visible sky fraction, photosynthetically active radiation, soil moisture, precipitation and temperature) and group II (rate of photosynthesis, internal CO₂ concentration, transpiration, stomatal conductance, instantaneous water use efficiency, instantaneous carboxylation efficiency and chlorophyll content). Subsequently, the data of gas exchange and relative content of chlorophyll were submitted to analysis of variance and the means compared to each other by the Tukey test. There was a greater association of rainfall and soil moisture with stomatal conductance, transpiration, and photosynthesis rate. There were significant differences in all the

echophysiological variables in the two seasons of the year, and it was verified that the seasonal changes influenced the echophysiology of *E. simonis*.

KEY WORDS: Echophysiological responses. Gas exchange. Seasonal changes.

INTRODUÇÃO

As florestas tropicais apresentam papel fundamental na fixação de CO₂, via fotossíntese, sendo um processo que atenua o impacto do carbono na atmosfera (FIELD et al., 1998, MELILLO et al., 1993; POTTER et al., 1993). Árvores de grande porte, representam os maiores estoques de carbono (VIEIRA et al., 2004), desempenhando elevada importância na manutenção dos ciclos biogeoquímicos (CLARK & CLARK, 1996). Abaixo dessas árvores ocorre a regeneração natural e desenvolvimento de espécies vegetais típicas de sub-bosque (HOGAN & MACHADO, 2002).

Dentre os fatores abióticos que mais influenciam as respostas ecofisiológicas de espécies de sub-bosques estão a luminosidade (FETCHER et al., 1994), temperatura (LEMOS-FILHO, 2000) e disponibilidade hídrica (PALHARES et al., 2010). Tais fatores podem ser modificados de acordo com a sazonalidade das condições ambientais, e conseqüentemente podem alterar significativamente as respostas ecofisiológicas das plantas (DAVIS et al., 1999; SILVA et al., 2010). Por exemplo, a menor absorção de CO₂ no período da seca pode ocorrer porque as plantas estão limitadas pelo baixo potencial de água da folha que ocasiona taxas reduzidas de fotossíntese e condutância estomática (MCWILLIAM et al., 1996; MEINZER et al., 1999; BONAL et al., 2000; VOURLITIS et al., 2001).

Outros fatores, como a estrutura e composição florística do dossel, por exemplo as aberturas e mini-aberturas do dossel vistas do sub-bosque, também podem influenciar

na ecofisiologia das espécies do microclima (FRAZER et al., 1999; PEZZOPANE et al., 2002; PEZZOPANE et al., 2005). Assim, o índice de área foliar (IAF), a fração de céu visível (FCV) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA), de um observador localizado no sub-bosque, podem ser utilizados como índices para se inferir sobre o grau de luminosidade disponível no sub-bosque. Para analisar a estrutura do dossel e transmissão de luz, diferentes técnicas vem sendo utilizadas, como o uso de fotografias hemisféricas (BIANCHINI et al., 2001; HOGAN & MACHADO, 2002), além de medidores do índice de área foliar por atenuação da radiação solar (WELLES & NORMAN, 1991), entre outros. Partindo desse pressuposto, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar o efeito da sazonalidade sobre a ecofisiologia de *Erythroxylum simonis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi realizada no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, no município de Areia, localizado na microrregião do Brejo e mesorregião do Agreste Paraibano, do estado da Paraíba (Nordeste do Brasil) ($6^{\circ}58'12''$ S e $35^{\circ}42'15''$ W) (Figura 1). Apresenta altitude variável entre 400 e 600 metros, temperatura média anual de 22° C e índice pluviométrico em torno de 1.400 mm (MAYO & FEVEREIRO, 1981). O clima da região é tropical, classificado segundo Peel et al. (2007) como Aw. A área da pesquisa formada

por fragmento de um tipo específico de Mata Atlântica, denom mata de Brejos de Altitude.

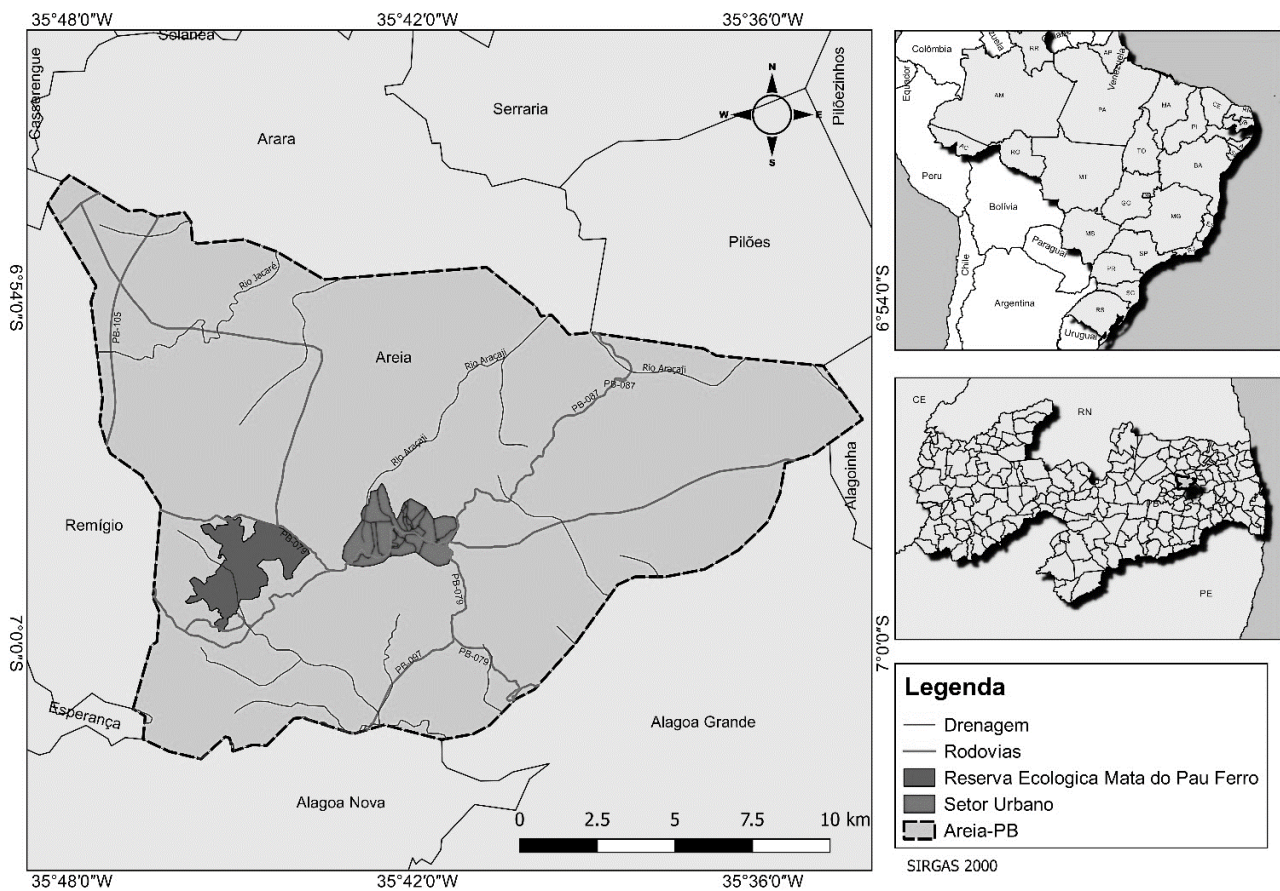


Figura 1: Localização geográfica da Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, município de Areia, Paraíba, Nordeste do Brasil.

Número amostral, período de avaliação e caracterização ambiental

Para o registro e coleta dos dados, georreferenciou-se e utilizou-se 10 indivíduos adultos aleatoriamente, apresentando altura média de 3m (Figura 2). Ao analisar o diagrama ombrotérmico dos últimos 30 anos da cidade de Areia-PB, foi possível separar e agrupar os meses para coleta dentro de cada estação do ano, sendo feitas leituras

bimestrais no período chuvoso (março, maio e julho) e período da seca (setembro, novembro e janeiro) (Figura 3).



Figura 2. Georrefereciamento de indivíduos de *Erythroxylum simonis* utilizados no estudo, localizados no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba, Nordeste do Brasil. (Fonte: Google Earth).

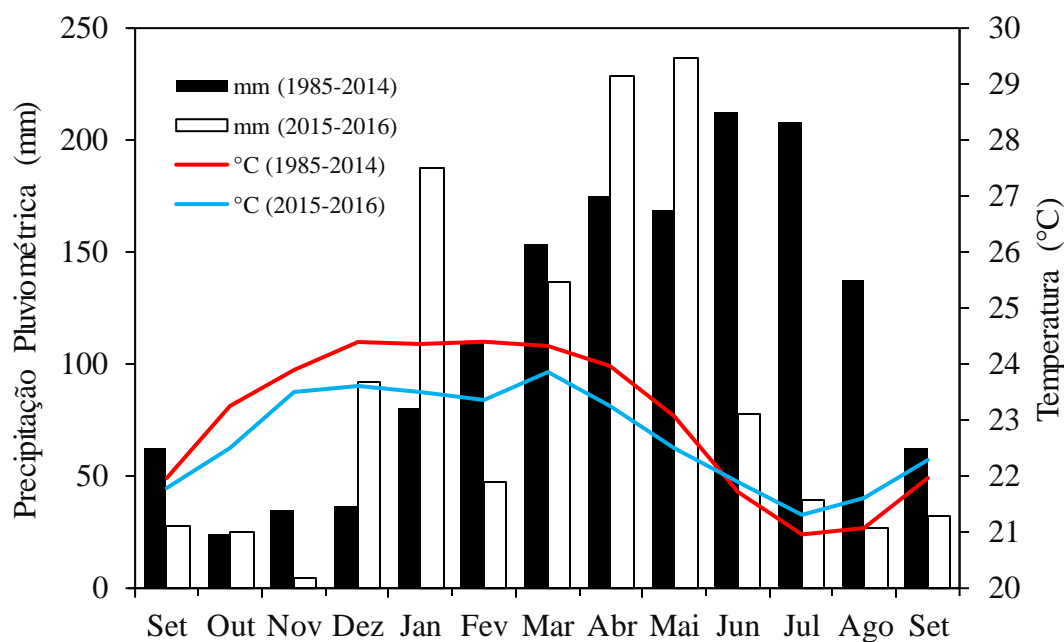


Figura 3. Precipitação pluviométrica e temperatura na Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, município de Areia, PB, no período de setembro de 2015 a setembro de 2016 e média normal dos últimos 30 anos (1985-2014) (Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)).

Para caracterizar o solo na área experimental, foram coletadas amostras simples de solo superficial (0-20 cm de profundidade), sob a copa de cada indivíduo, obtendo-se uma amostra composta, submetida à análises química e física (granulometria) (Tabela 1).

Tabela 1. Propriedades químicas e granulométricas do solo na profundidade de 0-20 cm coletado no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia, PB.

	P	K	Na	H+Al	Al	Ca	Mg	SB	CTC	M.O.	Areia	Silte	Argila	
pH em H ₂ O	mg dm ³		cmolc dm ³							g kg ⁻¹	g kg ⁻¹			
	5	4,3	111,2	0,07	4,21	0,75	0,53	0,49	1,37	5,58	19,86	653	160	187

Trocas gasosas

Para mensuração das trocas gasosas foram medidas a taxa de fotossíntese (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (C_i) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e condutância estomática (g_s) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). A partir desses dados, foram calculadas a eficiência instantânea do uso de água ($E_i\text{UA}$, A/E) e eficiência instantânea de carboxilação ($E_i\text{C}$, A/C_i) (ZHANG et al., 2001; MACHADO et al., 2005; MELO et al., 2009). As medições foram realizadas no terço médio das plantas, em folhas saudáveis, não destacadas e completamente expandidas, a partir da utilização de um analisador portátil de gás por infravermelho (IRGA) (ACD, modelo LCPro SD, Hoddesdon, UK). As leituras das trocas gasosas foram feitas no período das 10:00 às 11:00h.

Teor relativo de clorofila

A determinação do teor relativo de clorofila foi medida por meio do clorofilômetro *Soil Plant Analysis Development* (SPAD-502, Minolta, Japão), no terço médio das plantas, em quatro pontos para obtenção da média.

Índices de Estrutura do Dossel

A estimativa do índice de área foliar (IAF), fração de céu visível (FCV) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) acima dos indivíduos de *E. simonis*, localizados no sub-bosque, foram medidos por meio de imagens hemisféricas digitais, utilizando o equipamento *Digital Plant Canopy Imager - CI-110* (CID). As leituras com o registro das imagens, foram feitas em condições de luminosidade difusa (em dias no início da

manhã ou final da tarde ou em dias com o céu uniformemente nublado) de modo a alcançar o máximo contraste possível entre as folhas e o céu (WHITFORD et al., 1995).

Umidade do Solo

Coletaram-se amostras de solo para a determinação do teor de umidade no momento que foram feitas as leituras das variáveis ecofisiológicas. A determinação de umidade do solo (U_{solo}) foi feita por gravimetria, através do método de pesagens (PAPADAKIS, 1941; KLAR et al., 1966). Esse método baseia-se na saturação da amostra de solo, colocando-se 100,00 g de amostra em um recipiente e pesou-se o mesmo em balança analítica, com sensibilidade de 1g (KLAR, 1984). As amostras de solos foram armazenadas em estufa a 65°C para a remoção da água. Após 72 horas, foram novamente pesadas na balança para a determinação do peso constante. O teor de umidade do solo (h) foi calculado em percentagem, utilizando a seguinte fórmula:

$$h = \frac{P - P_s}{P_s} \cdot 100 = \frac{P_a}{P_s} \cdot 100$$

Onde:

P = peso total da amostra

P_a = massa de água

P_s = peso seco da amostra

Análise dos dados

Para análises dos dados, realizou-se uma análise multivariada dos dados por meio da análise de correlação canônica (ACC) e análise de componentes principais (ACP), para verificar as associações entre o grupo I (IAF, FCV, RFA, U_{solo} , Precip e Temp) e grupo II (A, Ci, E, gs, A/E, A/Ci e SPAD).. Para a análise da significância das raízes canônicas conjuntamente, utilizou-se o teste multivariado de significância Lambda de Wilks (aproximação da distribuição F). As diferenças entre as variáveis ecofisiológicas nas duas

épocas do ano foram analisadas pela análise de variância, e posteriormente aplicado o teste de Tukey para comparação das diferentes médias. Essas análises foram realizadas através do programa SAS® 9.3.5 (CODY 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Influência dos fatores ambientais na ecofisiologia de *E. simonis*

Somente o primeiro par canônico mostrou-se significativo (Tabela 2), com R^2 igual a 86,2 entre as variáveis ecofisiológicas e ambientais (grupo I e II), sendo um indicativo da influência da sazonalidade na ecofisiologia de *E. simonis*. Na Figura 4 encontra-se a relação dos escores do primeiro par canônico.

Tabela 2. Teste multivariado Lambda de Wilks (aproximação da distribuição F).

Função canônica	R^2	Fa	GL ₁	GL ₂	valor-p
1	0,862	4,13	25	187,2	< 0.0001
2	0,419	0,91	16	156,4	0,554
3	0,253	0,46	9	126,7	0,894
4	0,113	0,17	4	106	0,950
5	0,023	0,02	1	54	0,865

Fa: valor de F aproximado; GL₁: graus de liberdade referente aos tratamentos; GL₂: graus de liberdade referente ao erro.

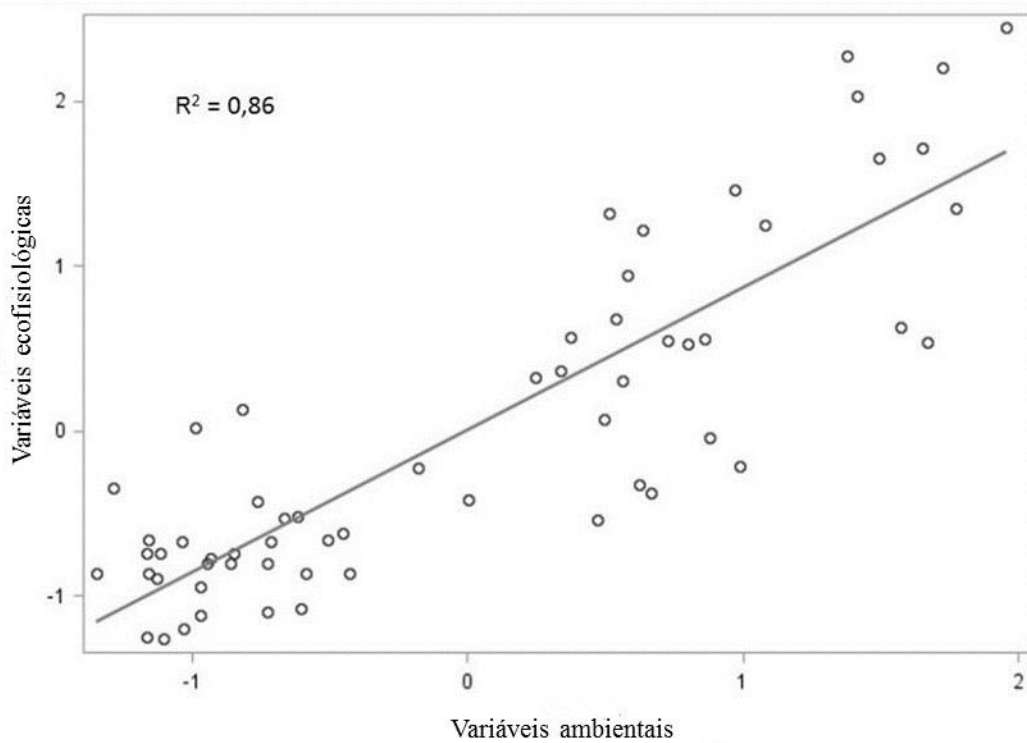


Figura 4. Relação entre os escores padronizados do primeiro par canônico.

Na Tabela 3 encontram-se as cargas canônicas do primeiro par. Quanto maior a carga canônica, mais importante é a variável (VESSONI, 1998; HAIR JUNIOR et al., 2005).

No primeiro par canônico verifica-se que as variáveis ambientais mais importantes são a precipitação e a umidade do solo (cc de 0,9760 e 0,5975, respectivamente), correlacionados positivamente com a condutância estomática, transpiração e taxa de fotossíntese (cc de 0,8670, 0,6303 e 0,5702, respectivamente) (Tabela 3).

Tabela 3. Correlações canônicas e par canônico entre características do grupo I e II.

Variáveis	Par Canônico
Grupo I	
Índice de área foliar (IAF)	-0,3401
Fração de céu visível (FCV)	0,2934
Radiação fotossinteticamente ativa (RFA)	-0,0686
Umidade do solo (U _{Solo})	0,5975
Precipitação (Precip)	0,9760
Temperatura (Temp)	0,2519
Grupo II	
Taxa de fotossíntese (A)	0,5702
Carbono interno (Ci)	0,3747
Transpiração (E)	0,6303
Condutância estomática (gs)	0,8670
Eficiência instantânea do uso da água (EiUA)	0,1269
Eficiência instantânea de carboxilação (EiC)	0,1772
Teor relativo de clorofila (SPAD)	0,1197
R ²	0,86
Significância	**

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste do qui-quadrado; R = correlação canônica.

De acordo com a Figura 5, podemos observar que as dimensões do eixo 1 e 2 corresponderam a 52,60 e 33,59% da inércia total. Ao longo do eixo 1 (eixo principal), os valores dos autovetores de precipitação e condutância estomática estão dispostos na porção mais extrema à direita (com valores positivos), enquanto IAF e RFA estão dispostos na porção esquerda (com valores negativos), o que mostra a separação entre

essas duas variáveis e as demais analisadas. Mediante esse fato, não foi possível explicar a falta de resposta das trocas gasosas a luminosidade pelos índices de estrutura do dossel (IAF e RFA) no sub-bosque. Isto porque essas duas variáveis (IAF e RFA) foram constantes durante todas as medições realizadas. Portanto, a variação sazonal nas trocas gasosas está modulada por fatores edáficos, principalmente pela disponibilidade de água, conforme observado em outras espécies, tanto herbáceas (HOLMES & KLEIN, 1986) como florestais (CAMPELO et al., 2015). A precipitação (precip) apresentou maior associação com a condutância estomática (gs), enquanto que transpiração (E) e taxa de fotossíntese (A) apresentaram maior associação com a umidade do solo (U_{solo}) (Figura 5), evidenciando a influência da disponibilidade hídrica no desenvolvimento ecofisiológico de *E. simonis* (MARENCO & LOPES, 2007). A variabilidade no regime hídrico pode ocasionar mudanças no crescimento e desenvolvimento arbóreo (CLARK & CLARK, 1994), uma vez que a precipitação é a maior fonte de umidade do solo e, portanto, a principal fonte de água para a vegetação. O carbono interno, fração de céu visível, temperatura, eficiência instantânea do uso da água, eficiência instantânea de carboxilação e teor de clorofila, apresentam pouca contribuição com à inércia total, uma vez que estão localizados na porção mediana do eixo 1 (Figura 5). O índice de área foliar e radiação fotossinteticamente ativa apresentaram-se negativos, ou seja, direções opostas às demais variáveis.

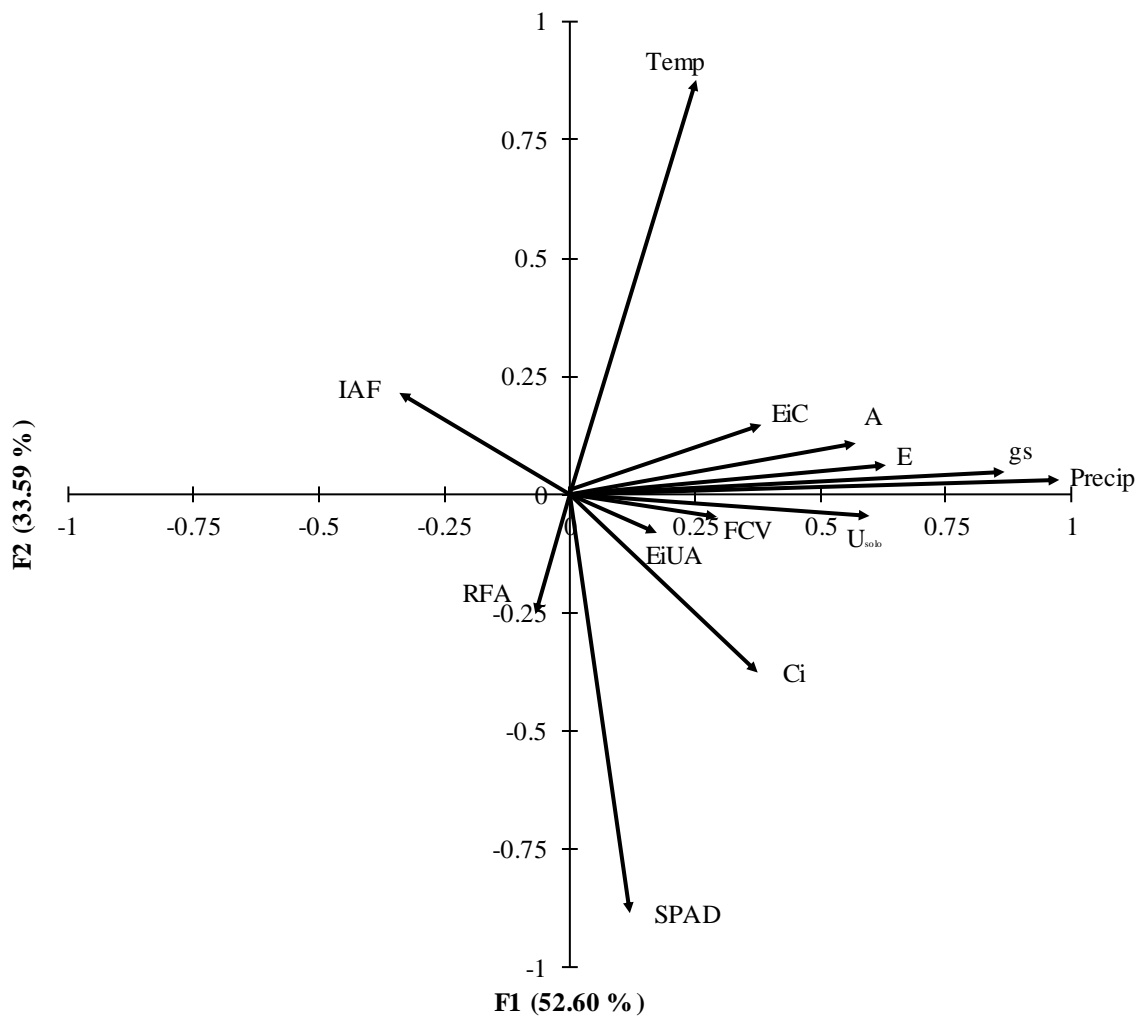


Figura 5. Representação gráfica da análise de componentes principais (ACP) entre as variáveis do grupo I e II. Média de 10 indivíduos (repetições), em seis épocas de coleta. As abreviações estão contidas na Tabela 3.

Comparação das duas épocas

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em todas as variáveis ecofisiológicas nos diferentes meses do estudo, com exceção da eficiência instantânea de carboxilação (EiC).

As médias das respostas fisiológicas de *E. simonis* referente aos efeitos das épocas de avaliação para os resultados com os dados da taxa de fotossíntese (A), concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), eficiência instantânea do uso de água (EiUA), eficiência instantânea de carboxilação (EiC) e teor relativo de clorofila (SPAD), estão apresentados na Figura 7.

Com relação as trocas gasosas, observa-se que os valores da taxa de fotossíntese (A) variaram de 0,625 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (novembro) e 1,357 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (maio) (Figura 6A). Os menores valores da taxa fotossintética encontrados nos indivíduos na época seca, podem ser explicados pelo déficit hídrico encontrado no solo (ALLEN & PEARCY, 2000; SENDALL, 2008; TONELLO & TEIXEIRA FILHO, 2012; CUNHA et al., 2013), inversamente, o excedente hídrico apresentado durante a época chuvosa, contribuiu para os maiores valores da taxa fotossintética (LARCHER, 2006; TATAGIBA et al., 2007).

A concentração de carbono interno (Ci) diminuiu na época seca, principalmente no mês de novembro (Figura 6B). Os valores de carbono interno variaram entre 227,4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (novembro) e 368,0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (maio) (Figura 6B). A redução do carbono interno na estação seca pode ter ocorrido devido a uma resistência à difusão do CO₂ nas folhas (LAWLOR, 2002; LORETO et al., 2003; DIAS & MARENCO, 2007), visto que a condutância estomática também diminuiu na época seca, ocorrendo o fechamento dos estômatos (SHARKEY, 1990; DALMAGRO et al., 2011).

Os resultados para transpiração (E) seguiram a mesma tendência da condutância estomática apresentando diferenças significativas entre as épocas, sendo 73% maiores na época chuvosa que na época seca [variando entre 0,221 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (novembro) e 1,357 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (maio)] (Figura 6C). Isto pode ser explicado pelo controle estomático menos rigoroso e necessário, visto que a atmosfera e o solo estavam com boa disponibilidade hídrica, ou seja, pela ocorrência do excedente hídrico. Por consequência, a

disponibilização da quantidade adequada de água no solo na época chuvosa (enquanto na época seca, não houve água suficiente no solo) permitiu aos indivíduos de *E. simonis* registrarem altas taxas de transpiração. Segundo Kozłowski & Pallardy (1996), folhas de plantas crescendo em épocas mais secas desenvolvem mecanismos que evitam a perda excessiva de água por transpiração. A redução da transpiração é um mecanismo que ajuda a reduzir a rápida exaustão da água no solo pelas plantas (LARCHER, 2006).

A condutância estomática (gs) apresentou diferenças significativas entre os meses, registrando-se os menores valores na época seca, onde os valores variaram entre 0,003 mol m⁻² s⁻¹ (novembro) e 0,127 mol m⁻² s⁻¹ (maio) (Figura 6D). A maior abertura estomática registrada durante a época chuvosa pode ter contribuído para os altos valores de fotossíntese encontrado nesta época, devido ao excedente hídrico no solo, disponibilizando água para as plantas (TATAGIBA et al., 2007). Segundo Kozłowski & Pallardy (1996), o déficit hídrico reduz a fotossíntese pelo fechamento dos estômatos, diminuindo a eficiência do processo de fixação de carbono, suprimindo a formação e expansão foliar, podendo induzir a queda das folhas.

A eficiência instantânea do uso da água (EiUA) diferiu significativamente entre as diferentes épocas de estudo, onde foram observadas reduções de 27% entre o maior valor, 3,830 [(μmol m⁻² s⁻¹) (mmol m⁻² s⁻¹)⁻¹], obtido na época mais chuvosa, no mês de maio, e o menor valor, 0,900 [(μmol m⁻² s⁻¹) (mmol m⁻² s⁻¹)⁻¹], registrado no início da época seca, no mês de setembro (Figura 6E). Este parâmetro é determinado através da relação entre a taxa de fotossíntese e a transpiração (A/E), em que os valores mensurados relacionam a quantidade de carbono que a planta ganha, por cada unidade de água que perde (JAIMEZ et al. 2005). Partindo desse princípio, os aumentos observados na EiUA, notadamente nos meses de Setembro a Julho, são reflexos dos aumentos registrados na taxa de fotossíntese nos indivíduos de *E. simonis*. Diante disso, Taiz & Zeiger (2009) e

Melo et al. (2010) afirmaram que as trocas gasosas são influenciadas pelas condições ambientais. Assim, as diminuições observadas na eficiência instantânea do uso da água nos meses mais secos, podem estar relacionadas a baixa disponibilidade hídrica para as plantas (Figura 6E).

A eficiência instantânea de carboxilação (EiC), calculada pela razão A/C_i (ZHANG et al., 2001), não apresentou diferenças significativas diferentes épocas, no decorrer do ano. Registraram-se, nos meses avaliados, que, em Janeiro, as plantas tiveram maior eficiência instantânea de carboxilação: $0,005 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$, respectivamente, assemelhando-se com os valores em Maio de $0,0049 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$ (Figura 6F). Para Machado et al. (2005), a eficiência instantânea de carboxilação (EiC) possui pouca semelhança com a concentração interna de CO_2 e com a taxa de assimilação de dióxido de carbono. Alguns autores como Silva (2012), constataram em seu estudo que valores elevados de concentração interna de CO_2 , associado ao aumento na condutância estomática, indicam um acréscimo na eficiência instantânea de carboxilação. No presente trabalho obtiveram-se resultados distintos, onde os valores de EiC permaneceram idênticos em todos os meses (Figura 6F).

O teor relativo de clorofila (SPAD) foi maior na época chuvoso, apresentando valores 53% maiores que na época seca (Figura 6G), com diferenças significativas entre as épocas do ano. Esse decréscimo no teor relativo de clorofila, tem sido verificado em espécies sob estresse hídrico (SMIRNOFF, 1995; LARCHER, 2006).

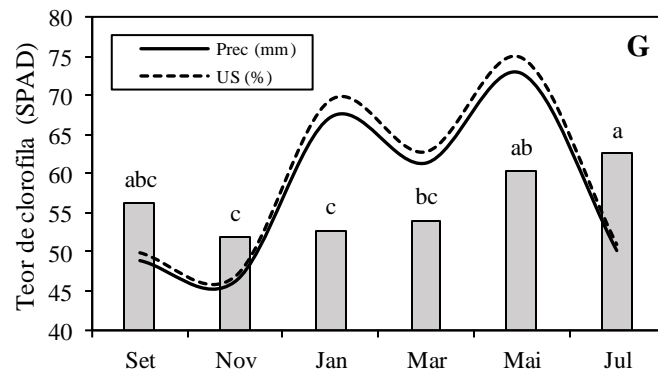
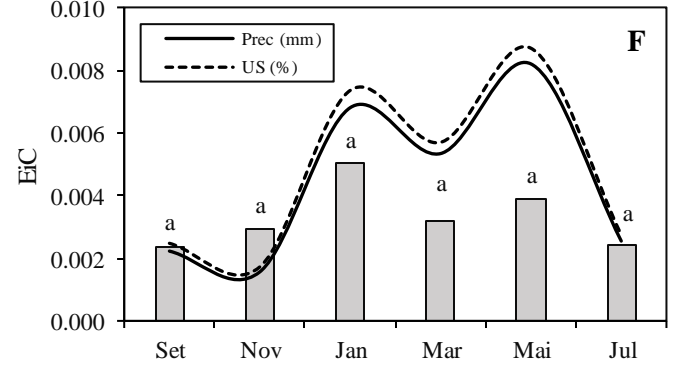
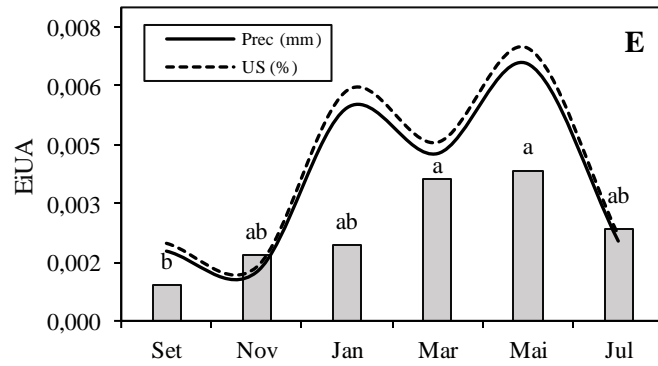
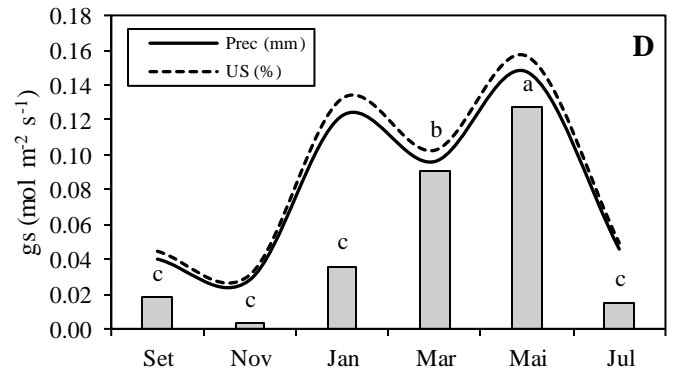
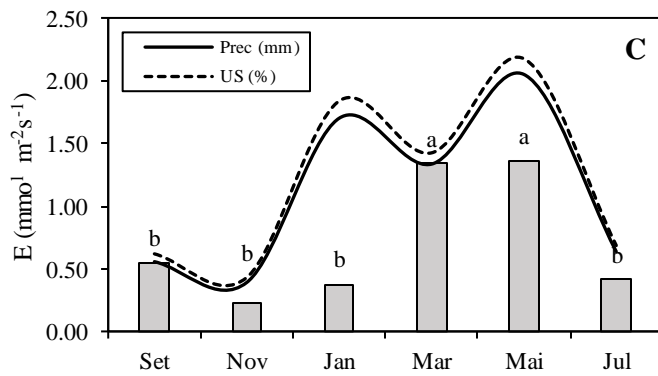
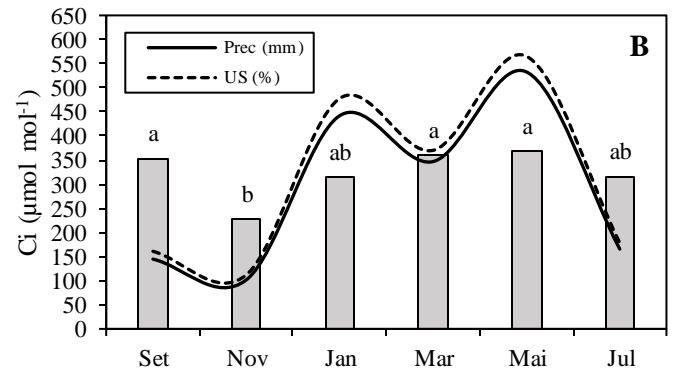
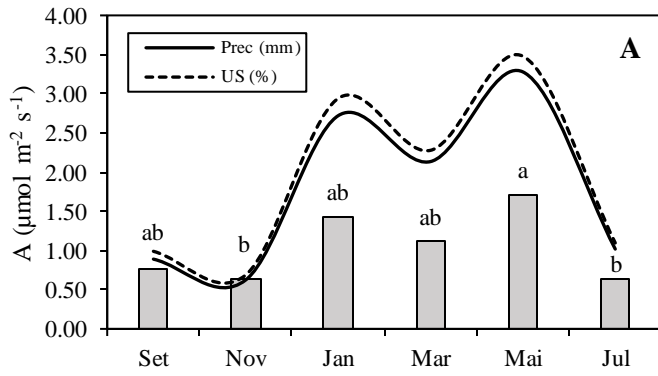


Figura 6. Médias de: A: taxa de fotossíntese, B: concentração de carbono interno, C: transpiração, condutância estomática (gs), eficiência instantânea do uso da água (EiUA), eficiência instantânea de carboxilação (EiC) e teor relativo de clorofila (SPAD) comparadas entre si pelo teste de Tukey, juntamente com a precipitação (mm) e umidade do solo (%) em *E. simonis*, mensurados nas diferentes épocas do ano (meses), no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia-PB.

CONCLUSÕES

- Houve maior influência da precipitação e umidade do solo na condutância estomática, transpiração, carbono interno e taxa de fotossíntese de *E. simonis*;
- A fração de céu visível e temperatura não influenciaram diretamente as variáveis fisiológicas;
- Houve diferenças significativas entre as variáveis fisiológicas nos diferentes meses, confirmando que *E. simonis* respondeu melhor a época chuvosa;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M.T.; PEARCY, R.W. Stomatal behavior and photosynthetic performance under dynamic light regimes in a seasonally dry tropical rain forest. *Oecologia*, v. 122, p. 470-477, 2000.
- BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A.; SANTOS, F.A.M. Spatial and temporal variation in the canopy cover in a tropical semi-deciduous forest. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.44, n.3, p.269-276, 2001.
- BONAL, D. et al. Late-stage canopy tree species with extremely low $\delta^{13}\text{C}$ and high stomatal sensitivity to drought in the tropical rain forest of French Guiana. *Plant, Cell and Environment*, v. 23, p. 445-459, 2000.
- CAMPELO, D. H. et al. Trocas gasosas e eficiência do fotossistema II em plantas adultas de seis espécies florestais em função do suprimento de água no solo. *Rev. Árvore*, v. 39(5):973-983, 2015.
- CLARK, D. A.; CLARK, D. B., Climate-induced annual variation in canopy tree growth in a Costa Rican tropical rain forest. *Journal of Ecology*. 82:865–872, 1994.
- CLARK, D.B.; CLARK, D.A. 1996. Abundance, growth and mortality of very large trees in neotropical lowland rain forest. *Forest Ecology and Management* 80:235-244.

CUNHA, R. L. M.; FILHO, B. G. S.; COSTA, R. C. L.; VIÉGAS, I. J. M. Physiological assessment in young Brazilian and African mahogany plants during the dry and rainy seasons in northeastern Para state, Brazil. *Revista Ciências Agrárias*, v.56, n.3, p.255-260, 2013.

DALMAGRO, J.H.; ALMEIDA LOBO, F.; ORTÍZ, C.E.R.; BIUDES, M.S.; NOGUEIRA, J.S.; VOURLITIS, G.L.; PINTO JUNIOR, O.B. Trocas gasosas de uma espécie Lenhosa na floresta de transição amazônia - cerrado. *Ciência e Natura*, v.33, n.2, 147-165, 2011.

DAVIS, M.A. et al. Survival, growth and photosynthesis of tree seedlings competing with herbaceous vegetation along a water-lightnitrogen gradient. *Plant Ecology*, v. 145, p. 341-350, 1999.

DIAS, D. P.; MARENCO, R. A. Fotossíntese e fotoinibição em mogno e acariquara em função da luminosidade e temperatura foliar. *Pesq.agropec. bras.*, Brasília, DF, v. 42, n. 3, p. 305-311, 2007.

FETCHER, N.; OBERBAUER, S. F.; CHAZDON, R. L., Physiological ecology of plants, p.128-141. In *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest*, MCDADE, L.A.; BAWA, K.S.; HESPENHEIDE, H.A.; HARTSHORN, G.S., Eds. The University of Chicago Press: Chicago, London; p.486, 1994.

FIELD, C.B., M.J. BEHRENFELD, J.T. RANDERSON, P. FALKOWSKI, 1998: Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, 281(5374), 237-240.

FRAZER, G.W.; CANHAM, C.D.; LERTZMAN, K.P. Gap Light Analyzer (GLA). Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-color fisheye photographs, users manual and program documentation. Copyright©1999: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.

HAIR JUNIOR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.

HOGAN, K., J. MACHADO, M. R. GUARIGUATA-URBANO, G. KATTAN. 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales. *Libro Universitario Regional*, 2002. p. 119-143.

HOLMES G. M.; KLEIN W. H., Photocontrol of Dark Circadian Rhythms in Stomata of *Phaseolus vulgaris* L. *Plant Physiology*, v.82, p.28-33, 1986.

JAIMEZ, R.E. et al. A. Seasonal variations in leaf gas exchange of platain cv. 'Hartón' (Musa AAB) under different soil water conditions in a humid tropical region. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.104, n.1, p.79-89, 2005.

KELLER, M. et al. Ecological research in the large-scale biosphereatmosphere experiment in Amazonia: Early results. *Ecological Applications*, v. 14, p. 3-16, 2004.

KLAR, A. E. A água no sistema solo-planta-atmosfera. São Paulo: Nobel, 1984. 408p.

- KLAR, A. E. et al. Determinação da unidade do solo pelo método das pesagens. In: Anais da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 1966, Piracicaba. *Anais... Piracicaba*, v. 23, p. 15-30, 1966.
- KOSLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. Physiology of woody plants. 2. ed. San Diego: [s.n.], 1996. 411 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2006. 531p.
- LAWLOR, D.W. Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Annals Botany*, v. 89, p. 871-885, 2002.
- LEMOES-FILHO, J. P. Photoinhibition in three “cerrado” species (*Annona crassifolia*, *Eugenia dysenterica* and *Campomanesia adamantium*), in the dry and rainy seasons. *Revista Brasileira de Botânica* 23(1):45-50, 2000
- LORETO, F.; CENTRITTO, M.; CHARTZOULAKIS, K. Photosynthetic limitations in olive cultivars with different sensitivity to salt stress. *Plant, Cell and Environment*, v. 26, p. 595-601, 2003.
- MACHADO, E. C. et al. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 40, n. 12, p. 1161- 1170, 2005.
- MARENCO, R.A.; LOPES, N.F., *Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*. 2a ed, Editora UFV, Minas Gerais, P. 469, 2007.
- MAYO, S.J. & FEVEREIRO, V.P.B. Mata do Pau-Ferro: a pilot study of the brejo forest. *Royal Botanic Gardens*, Kew, London. 1982.
- MCWILLIAM, A.L.C. et al. Forest and pasture leaf gas exchange in southwest Amazonia. pp. 265,286,1996, in Gash, J. H.C.; Nobre, C.A.; Roberts, R.M.; Victoria, R.L. (eds). *Amazonian climate and deforestation*. J. M. Wiley & Sons, New York.
- MEINZER, F.C. et al. Atmospheric and hydraulic limitations on transpiration in Brazilian cerrado woody species. *Functional Ecology*, v. 13, p. 273-282, 1999.
- MELILLO, J.M., A.D. MCGUIRE, D.W. KICKLIGHTER, B. MOORE, C.J. VOROSMARTY, A.L. SCHLOSS, Global climate change and terrestrial net primary production, *Nature*, 363, 234-240, 1993.
- MELO, A. S. et al. Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 733-741, 2009.
- MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; SUASSUNA, A. F.; AGUIAR NETTO, A. O. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 32, n. 1, p. 73-79, 2010.
- PALHARES, D.; FRANCO, A. C.; ZAIDAN, L. B. P. Photosynthetic responses of Cerrado plants during the rainy and dry seasons. *Brazilian Journal of Biociences* 8(2):213-220, 2010.

- PAPADAKIS, J.S. A rapid method for determining soil moisture. *Soil Sci. Soc. Am.*, *Baltimore*, v. 51, p. 279-281, 1941.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. – *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11, 1633–1644. 2007
- PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, G.G. dos; REIS, M.G.F.; COSTA, J.M.N. da & CHAVES, J.H. Temperatura do solo no interior de um fragmento de floresta secundária semidecidual. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. v.10. n.1. p.1-8. 2002.
- PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, G.G. dos; REIS, M.G.F.; COSTA, J.M.N. Caracterização da radiação solar em fragmento de Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.13, n.1, p.11-19, 2005.
- POTTER, C.S., RANDERSON, J.T., FIELD, C.B., MATSON, P.A., VITOUSEK, P.M., MOONEY, H.A., KLOOSTER, S.A., 1993. Terrestrial ecosystem production: a process model based on global satellite and surface data. *Global Biogeochemical Cycles* 7, 811 – 841.
- RENCHER, A.C. Interpretation of canonical discriminant functions, canonical variates and principal components. *The American Statistician*, v.46, p.217-225, 1992.
- SENDALL, K.M.; VOURLITIS, G.L.; LOBO, F.A. Seasonal variation in the maximum rate of leaf gas exchange of canopy and understory tree species in an Amazonian semi-deciduous forest. *Braz. J. Plant Physiol.* vol.21, n.1, 2009.
- SHARKEY T.D. Water stress effects on photosynthesis. *Photosynthetica*, v. 24, p. 651-656, 1990.
- SILVA, F. G.; Comportamento fisiológico da berinjela cultivada em ambiente protegido sob taxas de reposição hídrica. IN: Trabalho de Conclusão de Curso –Universidade Estadual da Paraíba (Licenciatura em Ciências Agrárias) Catolé do Rocha-PB, 2012, 48p.
- SMIRNOFF, N. Metabolic flexibility in relation to the environment. In: *Environment and plant metabolism: flexibility and acclimation*. Oxford: *Bios Scientific publishers*, 1995. p. 1-13.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- TATAGIBA, S.D.; PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, E.F. Relações hídricas e trocas gasosas na seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com diferenciada disponibilidade de água no solo. *Floresta*, v.38, n.2, p.387-400, 2008.
- TONELLO, K.C.; TEIXEIRA FILHO, J. Ecofisiologia de três espécies arbóreas nativas da mata atlântica do Brasil em diferentes regimes de água. *Irriga*, v.17, n. 1, p.58-101, 2012.
- VIEIRA, S., DE CAMARGO, P.B., SELHORST, D., DA SILVA, R., HUTYRA, L., CHAMBERS, J.Q., BROWN, I.F., HIGUCHI, N., DOS SANTOS, J., WOFSY, S.C., TRUMBORE, S.E. & MARTINELLI, L.A. 2004. *Forest structure and carbon dynamics in Amazonian tropical rain forest*. *Oecologia* 140(3):468-479.

VOURLITIS, G.L. et al. Seasonal variations in the evapotranspiration of a transitional tropical forest of Mato Grosso, Brazil. *Water Resources Research*, v. 38, p. 1-11, 2002.

VOURLITIS, G.L. et al. Seasonal variations in the net CO₂ exchange of a mature Amazonian transitional tropical forest (cerradão). *Functional Ecology*, v. 15, p. 388-395, 2001.

WELLES, J.M.; NORMAN, J.M. Instrument for Indirect Measurement of Canopy Architecture. *Agronomy Journal*, v.83, p.818-825, 1991.

WHITFORD, K.R., COLQUHOUN, I.J., LANG, A.R.G. & HARPER, B.M. 1995. Measuring leaf area index in a sparse eucalypt forest: a comparison of estimates from direct measurement, hemispherical photography, sunlight transmittance and allometric regression. *Agric. For. Meteorol.*, 74: 237-249.

ZHANG, S.; LI, Q.; MA, K.; CHEN, L. Temperature-dependent gas exchange and stomatal/non-stomatal limitation to CO₂ assimilation of *Quercus liaotungensis* under midday high irradiance. *Photosynthetica*, v.39, p.383-388, 2001.

CAPÍTULO II

ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DE *Erythroxylum simonis* Plowman POR DIMENSÕES LINEARES

Submetido ao periódico: *Floresta e Ambiente*

RESUMO

A determinação da área foliar é fundamental para diversos tipos de estudos direcionados a ecofisiologia das espécies. Objetivou-se com esta pesquisa obter uma equação que permita estimar a área foliar de *Erythroxylum simonis*, através do comprimento (C) e da largura (L) dos limbos foliares. Foram coletados 200 limbos foliares da espécie no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, localizado no município de Areia-PB, Estado da Paraíba, Brasil. Posteriormente, as folhas foram acomodadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para medição do comprimento, largura, produto entre o comprimento e largura (CxL) e área foliar, através do software *ImageJ*. Os modelos estatísticos utilizados foram: linear simples, quadrático, cúbico, potência e exponencial. Todas as equações apresentadas podem ser utilizadas na estimativa da área foliar de *E. simonis*. Do ponto de vista prático, recomenda-se optar pela equação de regressão linear simples envolvendo o produto entre o comprimento e largura (CxL), usando-se a equação $AF = 0,6426 \cdot CL$, com R^2 de 0,9936.

ABSTRACT

The determination of the leaf area is fundamental for several types of studies aimed at the ecophysiology of the species. The objective of this research was to obtain an equation to estimate the leaf area of *Erythroxylum simonis*, by length (C) and width (L) of leaf limbs. 200 leaf limbs of the species were collected in the Mata do Pau-Ferro State Park, located in the city of Areia-PB, State of Paraíba, Brazil. Afterwards, the leaves were placed in plastic bags and taken to the laboratory to measure the length, width, product between length and width (CxL) and leaf area, using *ImageJ* software. The statistical models used were: linear simple, quadratic, cubic, power and exponential. All the equations presented can be used to estimate the leaf area of *E. simonis*. From the practical point of view, it is

recommended to opt for the simple linear regression equation involving the product between length and width (CxL), using the equation $AF = 0.6426 * CL$, with R2 of 0.9936.

Palavras-chave: biometria, método não-destrutivo, *Erythroxylaceae*.

Keywords: biometry, non-destructive method, *Erythroxylaceae*.

INTRODUÇÃO

Conhecida popularmente como guarda-orvalho, *Erythroxylum simonis* Plowman (Erythroxylaceae) é uma espécie de sub-bosque endêmica da região Nordeste, com registro para os estados da Paraíba, Ceará, Pernambuco e Sergipe, encontrada em florestas úmidas da Floresta Atlântica ou em ambientes florestados do interior, conhecidos como “Brejos de Altitude” (Loiola et al., 2007; Loiola & Costa-Lima, 2015). Essa espécie é de elevada importância na preservação dos recursos genéticos endêmicos dessas regiões e garantia de fonte de alimento para a fauna em diferentes períodos (Alves, 2012; Fabricante, 2013).

Devido à importância dessa espécie, necessita-se de estudos ecofisiológicos envolvendo aspectos relacionados ao crescimento, desenvolvimento e propagação. Na maioria destes estudos, a determinação da área foliar é de fundamental importância, considerando-se talvez, o parâmetro mais importante na avaliação do crescimento vegetal (Bianco et al., 1983; Benincasa, 1988). Esse é um dos parâmetros mais difíceis de ser mensurado, pois normalmente utilizam-se equipamentos caros ou técnicas destrutivas (Bianco et al., 1983; Taiz & Zaiger, 2004).

Existem muitos métodos para determinação da área foliar, sendo estes classificados como destrutivos e não destrutivos, diretos ou indiretos (Marshall, 1968). Os métodos destrutivos, em geral, são simples e precisos (Malagi et al., 2011), porém mais trabalhosos, exigindo tempo e mão-de-obra (Lopes et al., 2004; Marcolini et al., 2005), além de provocar destruição das folhas. Marshall (1968) afirma que a importância de se empregar um método não-destrutivo para estimativa da área foliar, é que ele permite avaliações sucessivas em uma mesma planta, com precisão e rapidez. Assim a determinação da área foliar pode ser estimada utilizando-se os parâmetros dimensionais das folhas (comprimento, largura e comprimento vezes largura), os quais apresentam

elevadas correlações com a superfície foliar, adotando-se equações de regressão para estimativa entre a área foliar real e os parâmetros dimensionais lineares das folhas, sem destruir a amostra (Nascimento et al., 2002; Lizaso et al., 2003). Este método não-destrutivo tem sido utilizado com sucesso em outros inúmeros estudos, tanto em espécies cultivadas (Oliveira & Santos, 1995; Uzun & Çelik, 1999; Lizaso et al., 2003; Blanco & Folegatti, 2005; Demirsoy et al., 2005; Tsiatas & Maslari, 2005; Antunes et al., 2008; Pompelli et al., 2012) quanto em espécies florestais (Silva et al., 2007; Cabezas-Gutiérrez et al., 2009; Souza-Neto, 2009; Silva et al., 2013; Queiroz et al., 2013; Mota et al., 2014; Keramatlou et al., 2015; Santos, 2016).

Portanto, objetivou-se com esta pesquisa determinar uma equação de regressão para estimar a área foliar de *Erythroxylum simonis* a partir de parâmetros dimensionais lineares dos limbos foliares.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, localizado a 5km a oeste da sede do município de Areia-PB, na latitude de 6°58'12" S e na longitude 35°42'15" W, totalizando uma área aproximada de 608 ha (Figura 1). A região apresenta altitude variável entre 400 e 600 m, temperatura média anual de 22°C e o clima tropical, classificado segundo Peel et al. (2007) como Aw.

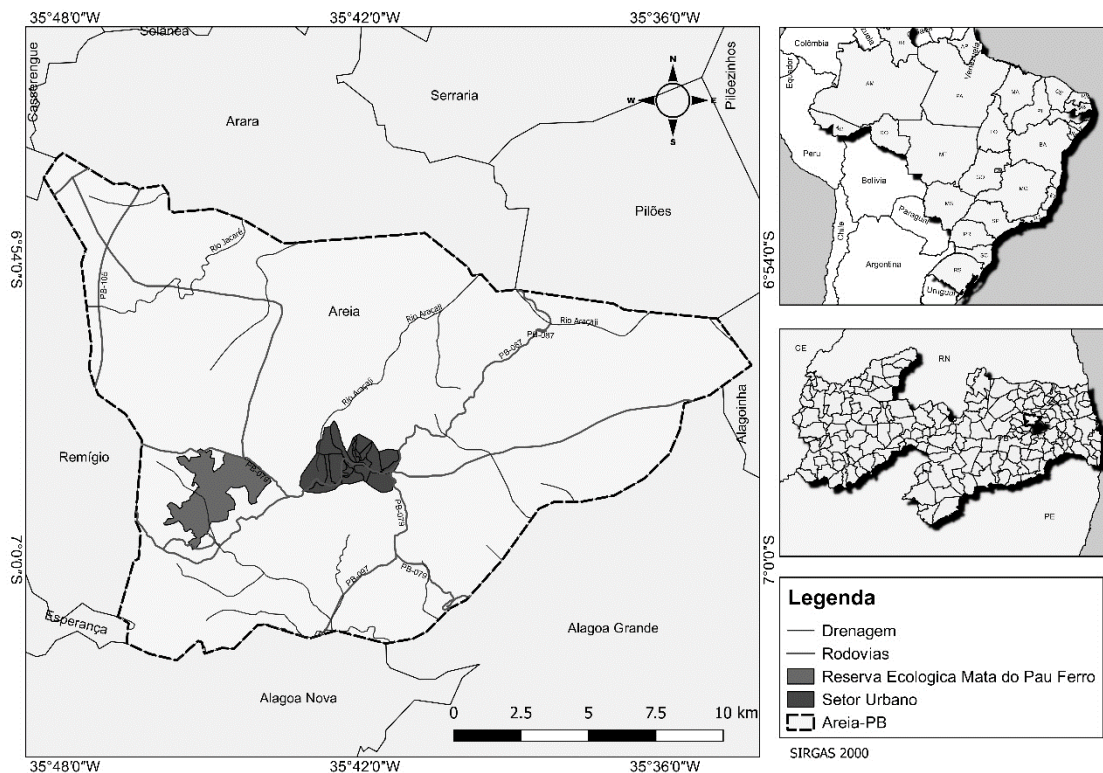


Figura 1. Localização geográfica do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, município de Areia, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.

Figure 1. Geographic location of the State Park of Mata do Pau-Ferro, municipality of Areia, State of Paraíba, Northeast Brazil.

Foram coletados 200 limbos foliares de *E. simonis*, sem deformações oriundas de fatores externos, como pragas e moléstias. Foram amostradas 10 folhas de diferentes tamanhos em cada indivíduo, as quais foram acomodadas em sacos plásticos e levadas ao Laboratório de Ecologia Vegetal (UFPB) para determinação do comprimento (C) e largura (L) do limbo foliar (Figura 2), e calculada a área foliar (AF). Para a realização das medições foi utilizado o Software ImageJ® (*Powerful Image Analysis*) de domínio público. Na Figura 3 (A e B) observam-se as folhas inteiras de *E. simonis* de diferentes tamanhos e em imagens digitalizadas em um scanner para realização das medições.

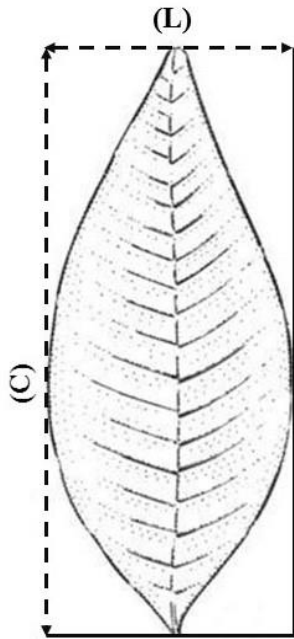


Figura 2. Comprimento (C) e largura do limbo foliar (L), utilizados para a construção de modelos para estimativa da área foliar de *Erythroxylum simonis*.

Figure 2. Length (C) and width (L) of the leaf blade used to create models to estimate the leaf area in *Erythroxylum simonis*.

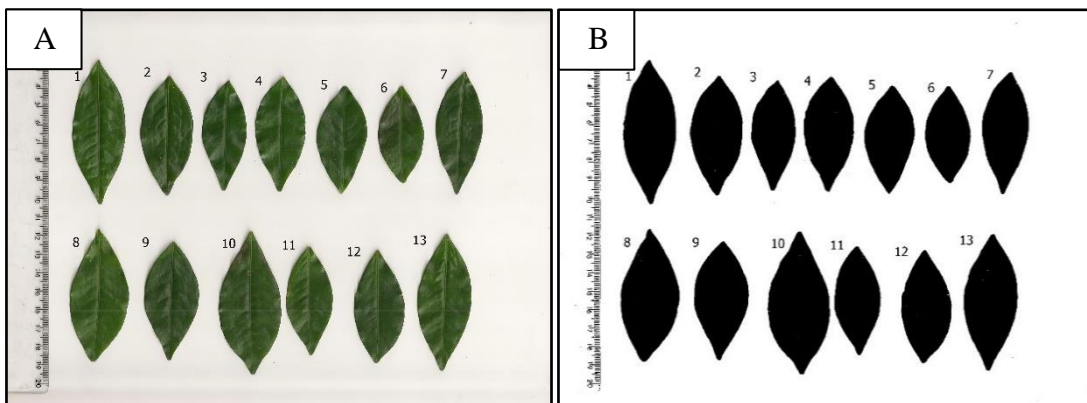


Figura 3. (A) Folhas digitalizadas de diferentes tamanhos de *Erythroxylum simonis* usadas para determinação da área foliar no software *ImageJ*. (B) Folhas digitalizadas com fundo contrastante utilizadas para determinação da área foliar em software *ImageJ*.

Figure 3. (A) *Erythroxylum simonis* scanned leaves of different sizes used to determine the leaf area, using an *ImageJ* software. (B) Scanned leaves with contrasting background used to determine the leaf area, using an *ImageJ* software.

Posteriormente os dados foram tabulados visando a determinação de uma equação ajustada para a determinação da área foliar. Para a escolha da equação, ajustaram os seguintes modelos: linear, linear simples, quadrático, cúbico, potência e exponencial (Tabela 1). As melhores equações foram escolhidas a partir do maior coeficiente de determinação estimado (R^2) e o menor erro padrão da estimativa (Peressin et al., 1984). As análises de regressão foram obtidas através dos softwares *Datafit v. 8.0.32* (Oakdale Engenharia, Oakdale, PA, EUA).

Tabela 1. Denominação e representação dos modelos de equações ajustadas para a estimativa da área foliar de *Erythroxylum simonis*.

Table 1. Name and representation of equation models adjusted to estimate the leaf area of *Erythroxylum simonis*.

Denominação do modelo	Representação do modelo
Linear simples	$y = ax + b$
Linear simples sem intercepto (0,0)	$y = bx$
Quadrático	$y = ax^2 + bx + c$
Cúbico	$y = ax^3 + bx^2 + cx + d$
Potência	$y = ax^b$
Exponencial	$y = ab^x$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os limbos foliares de *E. simonis* apresentaram comprimento (C) médio de 4,81 cm, variando de 1,12 cm a 9,38; já a largura (L) variou de 0,58 a 4,01 cm, com valores médios de 2,00 cm. Os valores da área foliar real variaram de 0,51 a 23,4 cm², com média de 6,98 cm² (Tabela 2).

Em relação a variabilidade dos dados, foram registrados menores coeficientes de variação para as dimensões lineares de largura e comprimento, (CV=33,13 e 34,14%, respectivamente) e maior variabilidade para o produto (CxL) e área foliar (CV=63,37 e 62,62) (Tabela 2). Em outras pesquisas também foi verificada maior variabilidade para CxL em relação as dimensões de C e L (Cargnelutti Filho et al., 2012; Toebe et al., 2012; Cargnelutti Filho et al., 2015).

Tabela 2. Mínimo, máximo, média, mediana, desvio-padrão, erro padrão e coeficiente de variação (C.V.) para o comprimento (C), a largura (L), o produto entre comprimento e largura (CxL) e a área foliar de 200 limbo foliares de *Erythroxylum simonis*.

Table 2. Minimum, maximum, mean, median, standard deviation, standard error, and coefficient of variation (C.V.) for length (C), width (L), length times width (CxL), and leaf area of 200 leaf blades of *Erythroxylum simonis*.

Parâmetros	Comprimento (cm)	Largura (cm)	CxL (cm ²)	Área foliar (cm ²)
Mínimo	1,120	0,580	0,640	0,516
Máximo	9,380	4,010	37,650	23,479
Média	4,819	2,007	10,703	6,983
Mediana	4,795	1,940	9,185	5,886
Desvio-padrão	1,596	0,685	6,783	4,372
Erro Padrão	0,113	0,048	0,480	0,309

C.V. (%)	33,130	34,140	63,370	62,620
----------	--------	--------	--------	--------

Os resultados com as equações obtidas na análise de regressão relacionando a área foliar real (Y) e os parâmetros lineares de comprimento (C), largura (L) e o produto entre comprimento e largura (CxL) estão apresentados na Tabela 3. Verificou-se que todas as equações de regressão apresentadas permitem estimar satisfatoriamente a área foliar desta espécie, com todos os coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,84, indicando que pelo menos 84% das variações nas áreas foliares de *E. simonis* foram explicadas pelas equações determinadas, utilizando as dimensões foliares da espécie.

O valor de R^2 variou de 0,8434 a 0,9939, sendo o de menor valor correspondente ao modelo exponencial em que se empregou o comprimento e o produto entre comprimento e largura, como base de cálculo para estimativa da área foliar em folhas de *E. simonis*, enquanto o maior valor foi de R^2 foi obtido com os dados do produto (CxL), através do modelo quadrático ($R^2=0,9939$) (Tabela 3). Portanto, do ponto de vista mais prático, a equação linear simples com a reta passando pela origem ($R^2=0,9936$) é a mais recomendada, pois é de mais fácil utilização, simplificando-se os cálculos. Assim a estimativa da área foliar de *E. simonis* pode ser obtida pela equação $AF = 0,6426*CL$, ou seja, corresponde a 64,26% do produto entre comprimento e largura do limbo foliar, ou 64,26% da área dada pelo produto (CxL) (Figura 4).

Houve pouca dispersão dos dados em relação à reta obtida, recomendando que a equação $AF = 0,6426*CL$ pode representar a área foliar real muito satisfatoriamente (Figura 4). Modelos idênticos foram obtidos para estimar a área foliar de outras espécies florestais, a exemplo de *Ziziphus joazeiro* ($AF = 0,7931*CL$) (Maracajá et al., 2008), *Manihot pseudoglaziovii* e *Manihot piauhyensis* ($AF = 0,533*CL$) (Pinto et al., 2007), *Combretum leprosum* ($AF = 0,7103*CL$) (Candido et al., 2013) e *Ageratum conyzoides*

(AF = 0,6789*CL) (Bianco et al., 2008). Por outro lado, Kumar (2009) verificou em seu estudo que o modelo mais indicado para estimar a área foliar de *Crocus sativus* L foi o exponencial (AF = 191,33*(L)^{0.0037}).

As equações dependentes do produto (CxL) apresentaram maiores coeficientes de determinação e menor erro padrão da estimativa para os modelos de regressão em comparação aos observados para equações elaboradas com C ou L, exceto para o modelo exponencial onde o coeficiente de determinação foi menor que os demais (R²=0,8434) (Tabela 3). Resultados semelhantes foram encontrados na literatura para outras espécies florestais, como *Amburana cearenses*, *Caesalpinia ferrea* e *Caesalpinia pyramidalis* (Silva et al., 2013), *Schinopsis brasiliensis* e *Tabebuia aurea* (Queiroz et al., 2013), *Acrocomia aculeata* (Mota et al., 2014) ou mesmo para espécies cultiváveis, a exemplo de *Crambe abyssinica* (Toebe et al., 2010), *Mangifera indica* (Lima et al., 2012), *Malus domestica* (Bosco et al., 2012), *Arachis hypogae* (Cardozo et al., 2014), entre outras.

Tabela 3. Equações estimadas, erro padrão da estimativa e coeficientes de determinação em função de medidas lineares do limbo foliar de *Erythroxylum simonis*.

Table 3. Estimated equations, estimate standard error, and coefficients of determination as a function of linear measurements of leaf blade of *Erythroxylum simonis*.

Modelo	E.P. ⁽¹⁾	R ² ⁽²⁾	Equação estimada
Linear	11,3270	0,9328	AF = - 5,7666 + 2,646*C
Linear	0,9690	0,9509	AF = - 5,5060 + 6,226*L
Linear	0,3502	0,9936	AF = 0,1053 + 0,6426*CL
Linear (0,0)	0,3501	0,9936	AF = 0,6426*CL
Quadrático	0,8458	0,9626	AF = - 0,2440 + 0,1717*C + 0,2483*C ²
Quadrático	0,7059	0,9739	AF = - 0,7084 + 1,1006*L + 1,2211*L ²

Quadrático	0,3428	0,9939	$AF = - 0,0013 + 0,6769*CL - 0,062*CL^2$
Cúbico	0,8473	0,9624	$AF = 0,2373 - 0,1714*C + 0,3223*C^2 - 0,0049*C^3$
Cúbico	0,7066	0,9738	$AF = - 0,1233 + 0,1251*L + 1,7092*L^2 - 0,0751*L^3$
Cúbico	0,3433	0,9938	$AF = - 0,0102 + 0,6605*CL - 0,000009*CL^2 - 0,000025*CL^3$
Potência	0,8436	0,9627	$AF = 0,2975*C^{1,9461}$
Potência	0,7054	0,9739	$AF = 1,7279*L^{1,8774}$
Potência	0,3459	0,9937	$AF = 0,6885*CL^{0,9793}$
Exponencial	11,0100	0,9253	$AF = 0,6965*0,4323^C$
Exponencial	10,4560	0,9285	$AF = 0,7384*1,0092^L$
Exponencial	8,2740	0,8434	$AF = 1,9769*0,0971^{CL}$

⁽¹⁾ Erro padrão da estimativa;

⁽²⁾ Coeficiente de determinação.

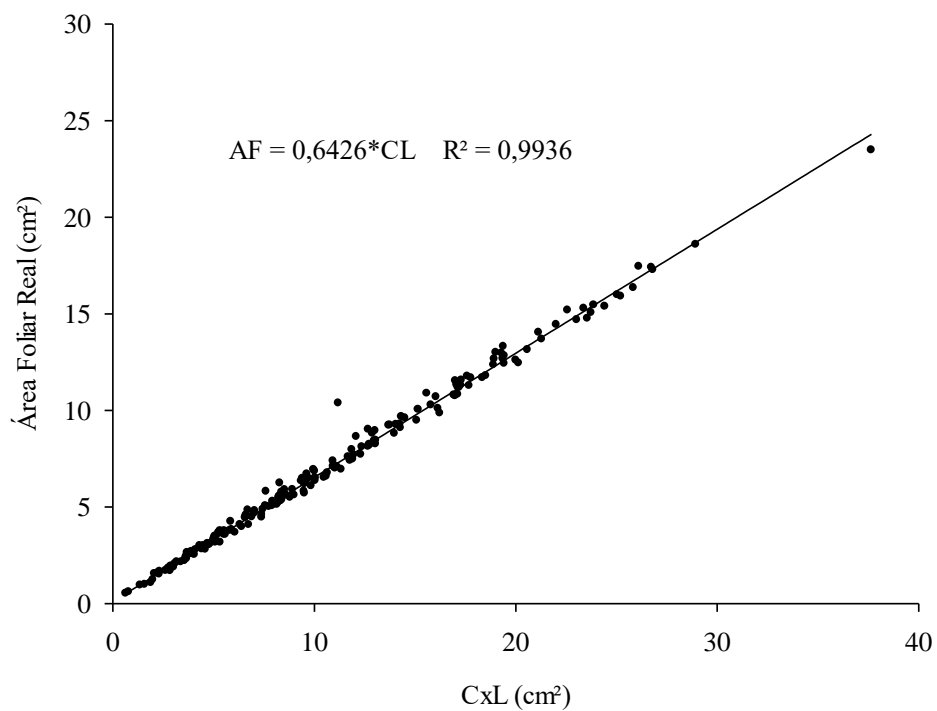


Figura 4. Relação entre área foliar real de folhas de *Erythroxylum simonis* em função do produto do comprimento (C) pela largura (L) do limbo foliar, pela equação de regressão indicada para estimativa da área foliar.

Figure 4. Relation between real leaf area of *Erythroxylum simonis* leaves as a function of the product of length (C) by width (L) of leaf blade, by the regression equation indicated to estimate the leaf area.

A área foliar estimada, obtida pela aplicação da equação indicada ($Y=0,6426*CL$), garante uma proximidade satisfatória da área foliar real, uma vez que o coeficiente de determinação obtido pela relação entre estes dois fatores foi de 0,9921, conforme Figura 5.

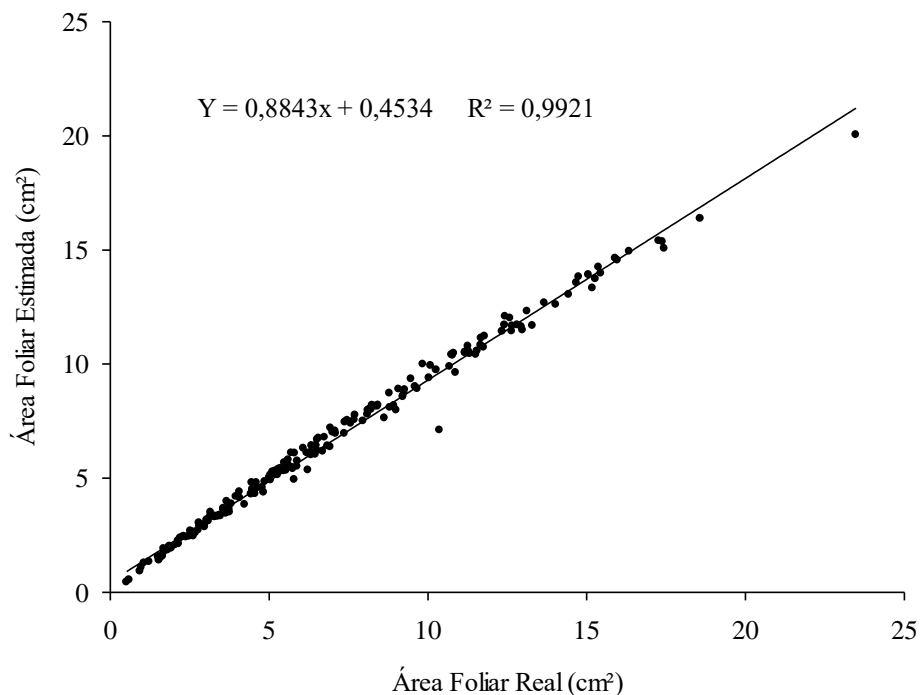


Figura 5. Relação entre área foliar real e área foliar estimada pela equação de regressão $AF = 0,6426*CL$.

Figure 5. Relation between real leaf area and leaf area estimated by the regression equation $AF = 0,6426*CL$.

CONCLUSÕES

A área foliar de *E. simonis* pode ser estimada com precisão através de métodos não destrutivos utilizando-se dimensões lineares, através de modelos estatísticos;

Do ponto de vista prático, a área foliar de *E. simonis* é estimada utilizando-se a equação de regressão linear simples $Y = 0,6426 * CL$, baseada nas 200 folhas, empregando-se o produto (CxL) como parâmetro a ser medido;

O modelo exponencial é o menos indicado por apresentar os menores coeficientes de determinação.

REFERÊNCIAS

Alves AS. *Frugivoria e Dispersão de Sementes por Chiroxiphia Pareola (Pipridae) em um Brejo de Altitude, Nordeste do Brasil* [monografia]. Areia, PB: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba; 2012.

Antunes WC, Pompelli MF, Carretero DM, DaMatta FM. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea canephora* and *Coffea canephora*). *Annals of Applied Biology* 2008; 153(1): 33-40.

Benincasa MMP. *Análise de crescimento de plantas: noções básicas*. Jaboticabal: FUNEP; 1988.

Bianco S, Pitelli RA, Perecin D. Métodos para estimativa da área foliar de plantas daninhas. 2: *Wissadula subpeltata* (Kuntze) Fries. *Planta Daninha* 1983; 6(1): 21-24.

Bianco S, Bianco MS, Carvalho LB. Estimativa da área foliar de *Ageratum conyzoides* usando dimensões lineares do limbo foliar. *Acta Scien. Agron.* 2008; 30(4): 519-523.

Blanco FF, Folegatti MV. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. *Scientia Agrícola* 2005; 62(4): 305-309.

Bosco LC, Bergamaschi H, Cardoso LS, Paula VA, Casamali B. Seleção de modelos de regressão para estimar a área foliar de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ sob tela antigranizo e em céu aberto. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2012; 34(2): 504-514.

Cabezas-Gutiérrez M, Peña F, Duarte HW, Colorado JF, Lora Silva L. Um modelo para la estimación del área foliar em três espécies forestales de forma no destructiva. *Revista Actualidad & Divulgación Científica* 2009; 12(1): 121-130.

Candido WS, Coelho MFB, Maia SSS, Cunha CSM, Silva RCP. Modelo para estimar a área foliar de *Combretum leprosum* Mart. *Acta Agronômica* 2013; 62(1): 37-41.

Cardozo NP, Parreira MC, Panosso AR, Volpe CA. Modelagem da Área Foliar de Duas Cultivares de Amendoim em Função das Dimensões Lineares dos Folíolos. *Biosci. J.* 2014; 30(1): 101-107.

Cargnelutti Filho A, Toebe M, Burin C, Fick AL, Neu IMM, Facco G. Estimação da área foliar de mucuna cinza por meio de método não destrutivo. *Ciência Rural* 2012; 42(2): 238-242.

Cargnelutti Filho A, Toebe M, Alves BM, Burin C, Kleinpaul JA. Estimação da área foliar de canola por dimensões foliares. *Bragantia* 2015; 74(2): 139-148.

Demirsoy H, Demirsoy L, Ozturk A. Improved model for the non-destructive estimation of strawberry leaf area. *Fruits* 2005; 60(1): 69-73.

Fabricante JR. Sociabilidade de espécies da mata atlântica com a exótica invasora *Artocarpus heterophyllus* Lam. *Rev. Biol. Neotrop.* 2013; 10(2): 18-25.

Keramatlou I, Sharifani M, Sabouri H, Alizadeh M, Kamkar B. A simple linear model for leaf area estimation in Persian walnut (*Juglans regia* L.). *Scientia Horticulturae* 2015; 184(1): 36-39.

Kumar R. 2009. Calibration and validation of regression model for non-destructive leaf area estimation of saffron (*Crocus sativus* L.) *Sci. Hortic.* 2009; 122(1): 142-145.

Lima RT, Souza PJOP, Rodrigues JC, Lima MJA. Modelos para estimativa da área foliar da mangueira utilizando medidas lineares. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2012; 34(4): 974-980.

Lizaso JI, Batchelor WD, Westgate ME. A leaf área model to simulate cultivar specific expansion and senescence of maize leaves. *Field Crops Research* 2003; 80(1): 1-17.

Loiola MIB, Agra MF, Baracho GS, Queiroz RT. Flora da Paraíba, Brasil: Erythroxylaceae Kunth. *Acta Botanica Brasilica* 2007; 21(2): 473-487.

Loiola MIB, Costa-Lima JL. *Erythroxylaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. 2015; [acesso em 21 de junho de 2016]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB7730>.

Malagi G, Citadin I, Scariot S, Reis L. Método não destrutivo para determinação da área foliar da videira, cultivar BRS-Violeta. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2011; 32(4): 1250-1254.

Maracajá PB, Madalena JÁ, Araújo E, Lima BG, Linhares PC. Estimativa de área foliar de juazeiro por dimensões lineares do limbo foliar. *Rev. Verde de Agroecologia* 2008; 3(4): 1-5.

Marcolini MW, Cecílio Filho AB, Barbosa JC. Equações de regressão para a estimativa da área foliar de couve-folha. *Científica* 2005; 33(2):192-198.

Marshall JK. Methods of leaf area measurement of large and small leaf samples. *Photosynthetica* 1968; 2(1):41-47.

Mota CS, Leite HG, Cano MAO. Equações para estimar área foliar de folíolos de *Acrocomia aculeata*. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2014; 34(79): 217-224.

Oliveira M, Santos MA. semi-empirical method to estimate canopy leaf área of vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture* 1995; 46(3): 398-391.

Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 2007; 11: 1633–1644 Peressin VA, Pitelli RA, Perecin D. Métodos para estimativa da área foliar de plantas daninhas. 4. *Cassia tora* L. *Planta Daninha* 1984;7(2): 48-52.

Pinto MS, Andrade AP, Pereira WE, Arruda FP, Andrade MV. Modelo para estimativa da área foliar da maniçoba. *Rev. Ciên. Agron.* 2007; 38(4): 391-395.

Pompelli MF, Antunes WC, Ferreira DTRG, Cavalcante PGS, Wanderley-Filho HCL, Endres L. Allometric models for non-destructive leaf area estimation of *Jatropha curcas*. *Biomass and Bioenergy* 2012; 36(1): 77-85.

Queiroz JE, Silva GH, Souza Neto AG. Avaliação estatística da área foliar através de modelos de equações em duas espécies florestais. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 2013; 8(1): 146-153.

Santos NBS. *Equações alométricas para estimativa da área foliar de espécies lenhosas de floresta ombrófila de terras baixas* [dissertação]. Recife, PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2016.

Silva PS, Cunha TM, Souza AD, Paula VF. Equations for leaf area estimation in some species adapted to the Brazilian semi-arid. *Revista Caatinga* 2007; 20(4): 18-23.

Silva GH, Queiroz JE, Neto AGS. Avaliação da área foliar de três espécies florestais ocorrentes no semiárido paraibano (*Amburana cearenses*, *Caesalpinia ferrea*, *Caesalpinia pyramidalis*). *Revista de Biologia e Farmácia* 2013; 9(3): 01-11.

Souza Neto AG. *Avaliação da área foliar de cinco espécies florestais ocorrentes no semiárido paraibano* [monografia]. Patos, PB: Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande; 2009.

Taiz L, Zeiger E. *Fisiologia vegetal*. 3rd ed. Porto Alegre: Artmed; 2004.

Toebe M, Brum B, Lopes SJ, Cargnelutti Filho A, Silveira TR. Estimativa da área foliar de *Crambe abyssinica* por discos foliares e por fotos digitais. *Ciência Rural* 2010; 40(2): 475-478.

Toebe M, Cargnelutti Filho A, Burin C, Fick AL, Neu IMM, Casarotto G et al. Modelos para a estimação da área foliar de feijão de porco por dimensões foliares. *Bragantia* 2012; 71(1): 37-41.

Tsialtas JT, Maslaris N. Leaf area estimation in a sugar beet cultivar by linear models. *Photosynthetica* 2005; 23(6): 477-479.

Uzun S, Çelik H. Leaf area prediction models (Uzçelik-I) for different horticultural plants. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 1999; 23(6): 645-650.

ANEXO 1: Normas do Periódico *Bioscience*

A redação deve primar pela clareza, brevidade e concisão. O texto deve ser digitado em fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço duplo e com margem de, no mínimo, 2 cm. Todas as linhas deverão ser numeradas. Os trabalhos deverão ser apresentados sem identificação de autores. Os nomes dos autores, titulação e endereço de trabalho deverão ser apresentados nos metadados da submissão e, na carta de encaminhamento. Figuras e tabelas deverão ser inseridas no texto, o mais próximo possível de sua citação.

O artigo será encaminhado a três (03) revisores da área, no menor tempo possível, sem a identificação dos autores e, será considerado aprovado com 02 pareceres favoráveis.

Serão aceitos somente trabalhos redigidos em inglês, com apresentação de certificado de revisão feito por um expert na língua inglesa.

A revista se reserva o direito de efetuar alterações de ordem normativa, ortográfica e gramatical nos originais, com vistas a manter o padrão culto da língua, respeitando, porém, o estilo dos autores. As provas finais serão enviadas aos autores, juntamente com o boleto para pagamento da publicação.

Os trabalhos publicados passarão a ser propriedade da revista Bioscience Journal, ficando sua reimpressão, total ou parcial, sujeita à autorização expressa da direção da revista. Deve ser consignada a fonte de publicação original.

Será cobrada taxa de publicação, no valor de R\$ 40,00 (quarenta reais) por página publicada, dos trabalhos aprovados, para autores nacionais e \$ 30 (trinta dólares) para autores estrangeiros. (A forma de pagamento será informada posteriormente).

Após a avaliação e aprovação do artigo, a revista classificará as colaborações de acordo com as seguintes categorias:

1. Artigos originais - Artigos que apresentem contribuição inteiramente nova ao conhecimento e permitam que outros investigadores, baseados no texto escrito, possam julgar as conclusões, verificar a exatidão das análises e deduções do autor e repetir a investigação se assim o desejarem. Devem conter: Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chave em Inglês, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão) e Conclusão (opcional), Agradecimentos (se couber). Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chaves em português e Referências. Os trabalhos não devem exceder a 20 páginas (incluindo texto, referências, figuras e anexos).

Apresentação dos Trabalhos

Formato: Todas as colaborações devem ser enviadas por meio do Sistema Eletrônico de Editoração de Revista – SEER, endereço: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/about/submissions#onlineSubmissions>

O texto deve estar gravado em extensão RTF (Rich Text Format) ou em formato Microsoft Word (2003). Os metadados deverão ser obrigatoriamente preenchidos com o

título do trabalho, nome(s) do(s) autor(es), último grau acadêmico, instituição que trabalha, endereço postal, telefone, fax e e-mail.

O texto será escrito cordialmente, com intercalação de tabelas e figuras, já inseridas no texto, em quantidade mínima necessária para a sua compreensão.

No corpo do trabalho não deverá constar os nomes dos autores, que deverão ser encaminhados separadamente, com dados pessoais (títulos, endereço para correspondência, e-mail e Instituição a que está ligado), como medida de sigilo.

Título do trabalho: O título deve ser breve e suficientemente específico e descritivo, contendo as palavras-chave que representem o conteúdo do texto separadas por ponto, ambos acompanhados de sua tradução para o português.

Resumo: Deve ser elaborado um resumo informativo com cerca de 200 a 400 palavras, incluindo objetivo, método, resultado, conclusão, acompanhado de sua tradução para o português. Ambos devem ter, no máximo, 800 palavras.

Palavras-chave: As palavras-chave e keywords não devem repetir palavras do título, devendo-se incluir o nome científico das espécies estudadas. As palavras devem ser separadas por ponto e iniciadas com letra maiúscula. Os autores devem apresentar de 3 a 6 termos, considerando que um termo pode ser composto de duas ou mais palavras.

Agradecimentos: Agradecimentos a auxílios recebidos para a elaboração do trabalho deverão ser mencionados no final do artigo, antes das referências.

Notas: Notas contidas no artigo devem ser indicadas com um asterisco imediatamente depois da frase a que diz respeito. As notas deverão vir no rodapé da página correspondente. Excepcionalmente poderão ser adotados números para as notas junto com asteriscos em uma mesma página, e nesse caso as notas com asteriscos antecedem as notas com número, não importando a ordem dessas notas no texto. Apêndices: Apêndices podem ser empregados no caso de listagens extensivas, estatísticas e outros elementos de suporte.

Figuras e tabelas: Fotografias nítidas (preto e branco ou em cores), gráficos e tabelas em preto e branco (estritamente indispensáveis à clareza do texto) serão aceitos, e deverão ser assinalados, no texto, pelo seu número de ordem, nos locais onde devem ser intercalados. Se as ilustrações enviadas já tiverem sido publicadas, mencionar a fonte. (vide normas para elaboração de figuras, na próxima seção).

Os manuscritos, ainda que apresentem relevância científica e estejam metodologicamente corretos, poderão ser recusados se não apresentarem a devida organização e se estiverem fora das normas da Bioscience Journal.

Referências: NBR 6023/2002. A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto são da responsabilidade do autor. Informação oriunda de comunicação pessoal, trabalhos em andamento e os não publicados não devem ser incluídos na lista de referências, mas indicados em nota de rodapé da página onde forem citados.

As referências incluídas no final de cada artigo devem ser escritas em páginas separadas do texto principal, em ordem alfabética de acordo com as normas da ABNT NBR-6023,

ago. 2002. Na lista de Referências, no final do artigo, todos os autores devem ser mencionados. Não é permitido o uso da expressão et al.

Observar os exemplos das referências abaixo:

Livro no todo:

GRAZIANI, Mário. Cirurgia buco-maxilo-facial. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1976. 676 p.

Capítulo de livro sem autoria própria:

PERRINS, C. M. Social systems. In: _____. Avian ecology. Glasgow: Blackie, 1983. cap. 2, p. 7-32.

Capítulo de livro com autoria própria:

GETTY, R. The Gross and microscopic occurrence and distribution of spontaneous atherosclerosis in the arteries of swine. In: ROBERT JUNIOR.; A., ATRAUSS, R. (Ed.). Comparative atherosclerosis. New York: Harper & Row, 1965. p. 11-20.

Monografias, Dissertações e Teses:

CORRALES, Edith Alba Lua Segovia. Verificação dos efeitos genotóxicos dos agentes antineoplásicos citrato de tamoxifen e paclitaxel. 1997. 84 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica) – Curso de Pós-Graduação em Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1997.

Trabalhos apresentados em eventos: Congressos, Seminários, Reuniões...

NOVIS, Jorge Augusto. Extensão das ações de saúde na área rural. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE, 7., 1980, Brasília. Anais... Brasília: Centro de Documentação do Ministério da Saúde, 1980. p. 37-43.

Artigos de periódicos:

COHEN, B. I.; CONDOS, S.; DEUTSCH, A. S.; MUSIKANT, B. L. La fuerza de fractura de tres tipos de materiales para el muñon en combinacion com tres espigas endodontiacales distintas. *R. Cent. C. Biomed.* Univ. Fed. Uberlândia, Uberlândia, v. 13, n. 1, p. 69-76, dez. 1997.

Obs.: Quanto ao título de periódicos, deve-se adotar um único padrão. Na lista de Referências todos os títulos de periódicos devem vir abreviados ou todos por extenso e, em negrito.

ANEXO 2: Normas do Periódico *Floresta e Ambiente*

-Formatação:

Os textos devem ser editados em Word for Windows, com espaço duplo, em papel tamanho A4 (21 x 29,7 cm), com margem superior, inferior, direita e esquerda de 2,5 cm, fonte Times New Roman 12 e não deverá ter numeração de páginas. Figuras, tabelas e ilustrações devem estar inseridas no corpo do texto.

- Corpo do Texto:

Deve ser estruturado conforme os requisitos apresentados no item tipos de manuscritos (citados anteriormente).

Primeira página dos artigos submetidos em Português E Espanhol:

Título: Objetivo e sucinto, evitando expressões como “Estudos sobre; Contribuição ao; Sobre um; Levantamento de; Investigação de, etc.” com no máximo 12 palavras. Todas as palavras em caixa baixa e nome(s) científico(s) em itálico em texto centralizado. O título quando contiver nome científico deve ser evitada menção ao nível taxonômico hierárquico superior a que a espécie pertence. Somente use nome vulgar caso a espécie seja amplamente conhecida e inequívoca.

Title: Colocar o Título em Inglês.

Resumo: Deve conter no mínimo 40 e no máximo 150 palavras e 3 palavras-chave.

Abstract: Colocar o resumo em Inglês.

Palavras-chave: Inserir de três a cinco palavras-chave. Não se deve repetir palavras que já estejam no título do trabalho.

Keywords: Colocar as palavras-chave em Inglês.

OBS: Não colocar nomes dos autores, filiação, endereço de e-mail, agradecimentos e fonte de financiamento. Essas informações serão coletados durante a submissão do artigo através do sistema de submissão.

Figuras, Tabelas, Equações e Unidades de Medidas

Figuras: Devem ser apresentadas com resolução satisfatória (acima de 300 dpi). O título deve ser auto-explicativo, escrito em Português/Espanhol e Inglês, numerado em algarismo arábico, alinhado na margem esquerda e posicionado logo abaixo da figura. Aqui incluem-se gráficos, fotografias (nítidas e com contraste), desenhos, etc. Todas as figuras devem estar citadas no texto.

OBSERVAÇÕES: Imagens coloridas são publicadas somente na versão eletrônica da revista; Quando o artigo for submetido na **língua inglesa**, não há a necessidade da inclusão do título da FIGURA na língua portuguesa

Tabelas: Devem suplementar e não duplicar o texto, numeradas em algarismos arábicos e enviadas em formato editável. O título deve ser auto-explicativo, escrito em Português/Espanhol e Inglês, alinhado na margem esquerda e posicionado acima da tabela. Todas as tabelas devem estar citadas no texto.

OBSERVAÇÕES: Quando o artigo for submetido na **língua inglesa**, não há a necessidade da inclusão do título da TABELA na língua portuguesa

Equações: Devem ser numeradas e citadas no texto.

Unidades de medidas: Devem ser apresentadas conforme o Sistema Internacional de Unidades (SI).

CITAÇÕES

Devem ser apresentadas conforme sistema autor-data

- Um autor: Gottlieb (1996) ou (Gottlieb, 1996)
- Dois autores: Stell & Torres (1989) ou (Stell & Torres, 1989)
- Mais de dois autores: Valle et al. (1998) ou (Valle et al., 1998)

REFERÊNCIAS

As referências devem seguir o estilo Vancouver, apresentadas em ordem alfabética. Deve-se digitar as referências na margem esquerda usando-se espaço simples (um) entre as linhas e espaço duplo para separar as referências entre si.

Nas referências, apresentar até os 6 primeiros autores. Para obras com mais de 6 autores apresentar o nome dos 6 primeiros seguidos da expressão et al. Ex: Mattos ADM, Jacovine LAG, Valverde SR, Agostinho LS, Silva ML, Lima, JE et al.

Deve-se evitar citação de resumos simples, resumos expandidos de Congressos ou de outro evento científico de mesma natureza.

Os exemplos de referências:

Livros e folhetos

Harborne JB. *Introduction to ecological biochemistry*. 3rd ed. London: Academic Press; 1988.

Capítulo de livro

Kuiters AT, van Beckhoven K, Ernst WHO. Chemical influences of tree litters on herbaceous vegetation. In: Fanta J, editor. *Forest dynamics research in Western and Central Europe*. Wageningen: Pudoc; 1986.

Artigos publicados em revistas científicas

Latorraca JVF, Albuquerque CEC. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. *Floresta e Ambiente* 2000; 7(1): 279-291.

Artigos aceitos para publicação

Almeida MV. Qualidade da madeira de *E. urophylla* da região de Seropédica – RJ. *Floresta e Ambiente*. In press.

Santana R. Effect of the fast growth on the wood. *Floresta e Ambiente*. In press.

Monografias, dissertações e teses (Deve-se evitar)

Roque RM. *Manejo de Virola surinamensis no estuário amazônico* [monografia]. Seropédica, RJ: Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 1998.

Paiva SR. *Aspectos da biologia celular e molecular de espécies de Plumbaginaceae* [dissertação]. Rio de Janeiro: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1999.

Brito EO. *Produção de chapas de partículas de madeira a partir de maravalhas de Pinus elliottii Engelm. Var. Elliottii plantado no sul do Brasil* [tese]. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná; 1995.

Congressos, conferências, encontros e outros eventos (Deve-se evitar)

Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais; 1985; Belém. Belém: Livros Técnicos; 1985.

Trabalhos apresentados em congresso (Deve-se evitar)

Fernandes FS, Ferreira MC, Stape JL. Sistemas alternativos de produção de mudas de *Eucalyptus*. In: *Anais do V Congresso Florestal Brasileiro*; 1986; Olinda. São Paulo: Soc. Bras. de Silvicultura; 1986. p. 73.

Silva EA, Lara FM. Influência de genótipos de *Solanum* spp na predação de *Myzus persicae* por *Cycloneda sanguinea*. In *Resumos do VII Congresso Brasileiro de Entomologia*; 1998; Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Nova; 1998. p. 23.

Barnett JP. Relating seedling morphology and physiology of container-grown southern pines to field success. In *Proceedings of Convention of the Society of American Foresters*; 1983; New Orleans. New Orleans: USDA; 1983. p. 405-409.

Referências legislativas

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Portaria n. 187, de 16 de setembro de 1998. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF (1998 set. 24); Sec. 2: 8301-8302.

Documentos eletrônicos

Bellato MA, Fontana DC. *El niño e a agricultura da região Sul do Brasil*. [cited 2001 abr. 6]. Available from: <http://www.cntp.embrapa.br/agromet/elniño2>.

Documentos em CD-ROM

Palma HAL, Ballarim AW. Demarcação e densidade da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. In: *Anais do Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estrutura de Madeiras* [CD-ROM]; 2002; Uberlândia. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. EB 117.01.

Artigo de jornal

Nunes E. Madeiras alternativas da Amazônia. *Jornal do Brasil* 2000 ago. 20; p. 14.

Normas técnicas

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR-6023: informação e documentação – referências – elaboração*. Rio de Janeiro; 2000.

Patentes

Nogueira MM. *Branqueamento de celulose kraft através de oxigênio*. BR. n. MT023467. 1978 maio 31.

Casa Erlan Ltda, Silva MA. *Embalagens especiais*. BR n. DT456345. 1990 out. 12.

Traduções

Willeitner H. *Proteção florestal*. Trad. M Peixoto. São Paulo: Nova; 1985. Original em inglês.